



Научно-практический
рецензируемый журнал

ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Том 28. № 2. 2024

Учредитель:
РЭУ им. Г.В. Плеханова

Главный редактор
Юрий Филиппович Тельнов

Зам. главного редактора
Александр Викторович Бойченко
Василий Михайлович Трембач

Ответственный редактор
Елена Алексеевна Егорова
Никита Дмитриевич Эпштейн

Технический редактор
Елена Ивановна Аникеева

Журнал издается с 1996 года.
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-65888 от 27 мая 2016 г.
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

Все права на материалы,
опубликованные
в номере, принадлежат журналу
«Открытое образование».
Перепечатка материалов,
опубликованных в журнале, без
разрешения редакции запрещена.
При цитировании материалов ссылка
на журнал «Открытое образование»
обязательна.

Мнение редакции может не совпадать
с мнением авторов

Журнал включен ВАКом в перечень
периодических научных изданий.

Тираж журнала
«Открытое образование»
1500 экз.

Адрес редакции:
117997, г. Москва,
Стремянный пер., 36, корп. 6, офис 345
Тел.: (499) 237-83-31, (доб. 18-04)
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru
Адрес сайта: www.openedu.rea.ru

Подписной индекс журнала
в каталоге «Урал-Пресс»: 47209

© ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2024
Подписано в печать 25.04.24.
Формат 60x84 1/8. Цифровая печать.
Печ. л. 9. Тираж 1500 экз. Заказ
Напечатано в ФГБОУ ВО
«РЭУ им. Г.В. Плеханова».
117997, Москва, Стремянный пер., 36

СОДЕРЖАНИЕ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Н.М. Габдуллин, И.А. Кишин*
Моделирование вклада сетевого человеческого капитала в
экономическую динамику и инновационную деятельность. 4

- В.А. Стародубцев, О.Р. Нерадовская*
Искусственный интеллект и иммерсивные технологии в
высшем педагогическом образовании 13

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

- К.Е. Тимофеева*
Повышение уровня познавательной активности студентов
системы среднего профессионального образования
на занятиях по информатике на основе коллективного
способа обучения 24

- И.Ю. Ларионова*
Методика организации и проведения дистанционных
олимпиад по корейскому языку как второму
иностранному в процессе профессиональной подготовки
будущих учителей иностранного языка..... 38

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

- Н.И. Пак, Е.В. Асауленко*
Технология конструирования структурно-ментальных схем
для расчетных задач 50

- А.А. Типикин, А.А. Прусаков, Н.А. Тимошенко*
Программная реализация критерия
Эппса-Палли в среде моделирования Matlab 59



Scientific and practical reviewed
journal

OPEN EDUCATION
Vol. 28. № 2. 2024

Founder:
Plekhanov Russian University of
Economics

Editor in chief
Yuriy F. Telnov

Deputy editor
Aleksandr V. Boichenko
Vasilii M. Trembach

Executive editor
Elena A. Egorova
Nikita D. Epshtein

Technical editor
Elena I. Anikeeva

Journal issues since 1996.
Mass media registration certificate:
№ ФЦ77-65888 on May 27, 2016
ISSN (print) 1818-4243
ISSN (on-line) 2079-5939

All rights for materials published in the
issue belong to the journal
«Open Education».

Reprinting of articles published in the
journal, without the permission of the
publisher is prohibited.

When citing a reference to the journal
«Open Education» is obligatory.

Editorial opinion may be different from
the views of the authors

The journal is included in the list of VAK
periodic scientific publications.
Journal articles are reviewed.
The circulation of the journal
«Open Education» – 1,500 copies.

Editorial office:
117997, Moscow,
Stremyanny lane. 36, Building 6,
office 345
Tel.: (499) 237-83-31 (18-04)
E-mail: Anikeeva.EI@rea.ru
Web: www.openedu.ru

Subscription index of journal
in catalogue «Ural-Press»: 47209

© Plekhanov Russian University of
Economics, 2024

Signed to print 25.04.24.
Format 60x84 1/8. Digital printing.
Printer's sheet 9. 1500 copies.
Order

Printed in Plekhanov Russian University of
Economics, Stremyanny lane. 36, Moscow,
117997, Russia

CONTENTS

NEW TECHNOLOGIES

- Nail M. Gabdullin, Igor A. Kirshin*
Modeling the Contribution of Network Human Capital to
Economic Dynamics and Innovation Activity 4
- Vyacheslav A. Starodubtsev, Olga R. Neradovskaya*
Artificial Intelligence and Immersive Technologies in Higher
Pedagogical Education..... 13

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

- Ksenia E. Timofeeva*
Increasing the Level of Cognitive Activity of Students of the
Secondary Vocational Education System in Computer Science
Classes Based on a Collective Learning Method 24
- Irina Yu. Larionova*
Methodology of Organizing and Conducting Distance
Olympiads in Korean as a Second Foreign Language in the
Process of Professional Training of Future Foreign Language
Teachers..... 38

PROBLEMS OF INFORMATIZATION OF ECONOMICS AND MANAGEMENT

- Nikolay I. Pak, Evgeniy V. Asaulenko*
Technology for designing structural-mental schemes for
calculation tasks 50
- Alexey A. Tipikin, Alexander A. Prusakov, Nikolay A. Timoshenko*
Software Implementation of the Epps-Pulley Criterion in
Matlab Modeling Environment..... 59

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА журнала «Открытое образование»

Александр Григорьевич Абросимов, д.п.н., проф., профессор кафедры электронной коммерции и управления электронными ресурсами прикладной информатики и информационной безопасности Самарского государственного экономического университета, Самара, Россия

Виктор Константинович Батоврин, д.т.н., проф., заведующий кафедрой информационных систем Московского института радиоэлектроники и автоматики, Москва, Россия

Мария Сергеевна Бережная, д.п.н., проф., профессор кафедры психологии РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Александр Моисеевич Бершадский, д.т.н., проф., заведующий кафедрой систем автоматизированного проектирования Пензенского государственного технического университета, Пенза, Россия

Александр Викторович Бойченко, к.т.н., доцент кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, директор Научно-исследовательского института «Стратегические информационные технологии» РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Владимир Николаевич Васильев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета), Санкт-Петербург, Россия

Татьяна Альбертовна Гаврилова, д.т.н., проф., заведующая кафедрой информационных технологий в менеджменте Высшей школы менеджмента, профессор кафедры информационных технологий в менеджменте Санкт-Петербургского Государственного Университета, Санкт-Петербург, Россия

Владимир Васильевич Голенков, д.т.н., проф., заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь

Елена Георгиевна Гридина, д.т.н., проф., директор информационно-вычислительного центра НИУ «МЭИ», Москва, Россия

Георгий Николаевич Калянов, д.т.н., проф., заведующий лабораторией Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

Константин Константинович Колин, д.т.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН), Москва, Россия

Виктор Михайлович Курейчик, д.т.н., проф., заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности Технологического института Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

Николай Григорьевич Малышев, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, академик, президент Московского института экономики, менеджмента и права, Москва, Россия

Игорь Витальевич Метлик, д.п.н., заведующий лабораторией развития воспитания и социализации детей Института изучения детства, семьи и воспитания Российской академии образования, Москва, Россия

Геннадий Семенович Осипов, д.ф.-м.н., проф., заместитель директора по научной работе института системного анализа РАН, Москва, Россия

Борис Михайлович Позднеев, д.т.н., проф., проректор по менеджменту качества, заведующий кафедрой информационных систем МГТУ, Москва, Россия

Борис Аронович Позин, д.т.н., ст. науч. с., технический директор ЗАО «ЕС-лизинг», профессор Научного исследовательского университета Высшей школы экономики, Москва, Россия

Галина Валентиновна Рыбина, д.т.н., проф., профессор Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Москва, Россия

Юрий Филиппович Тельнов, д.э.н., проф., заведующий кафедрой прикладных информационных технологий и информационной безопасности РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Владимир Павлович Тихомиров, д.э.н., проф., академик, президент «Евразийского открытого института», президент Международного консорциума «Электронный университет», Москва, Россия

Василий Михайлович Трембач, к.т.н., доцент кафедры 304 Московского авиационного института (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Владимир Львович Усков, к.т.н., проф., содиректор НИИ по образовательным интернет-технологиям университета Бредли, Пеория, США

Сергей Александрович Щенников, д.пед.н., проф., ректор Международного института менеджмента «Линк», Москва, Россия

THE EDITORIAL BOARD of the journal «Open Education»

Aleksandr G. Abrosimov, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Samara State University of Economics, Samara, Russia

Viktor K. Batovrin, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Information Systems, Moscow Institute of Radio Electronics and Automatics, Moscow, Russia

Mariya S. Berezhnaya, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Professor of the Department of Psychology, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Aleksandr M. Bershadskiy, Doctorate of Engineering Science, Professor, Head of the Department of Computer Aided Design, Penza State Technical University, Penza, Russia

Aleksandr V. Boychenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Automated Information Processing Systems and Management, Director of Scientific and Research Institute "Strategic Information Technology", Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Vladimir N. Vasil'ev, Doctorate of Engineering Science, Professor, Corresponding member of RAS, Rector of Saint-Petersburg State Institute of Exact Mechanics and Optics (Technical University), Saint-Petersburg, Russia

Tatiana A. Gavrilova, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of Information Technologies in Management Department, Graduate School of Management, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia

Vladimir V. Golenkov, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Intellectual Information Technologies, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

Elena G. Gridina, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Director of Information and Computing Center, NRU "MPEI", Moscow, Russia

Georgiy N. Kalyanov, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Konstantin K. Kolin, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Chief Researcher of The Institute of Informatics Problems of The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Viktor M. Kureychik, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Deputy Head for Research and Innovation, Institute of Technology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Nikolay G. Malyshev, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Corresponding member of RAS, Academician, President of Moscow Witte University, Moscow, Russia

Igor' V. Metlik, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Head of the Laboratory of development, education and socialization of children Institute Studies of childhood, family and upbringing, The Russian Academy of Education, Moscow, Russia

Gennadiy S. Osipov, Doctorate of Physico-mathematical Sciences, Professor, Deputy Director of the Research Institute of Systems Analysis, The Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Boris M. Pozdneev, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Vice-Rector for Quality Management, Head of Information Systems, Moscow State University of Technology "STANKIN", Moscow, Russia

Boris A. Pozin, Doctorate of Engineering Sciences, Senior Researcher, CTO, EC – leasing Company, Professor, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Galina V. Rybina, Doctorate of Engineering Sciences, Professor, Professor of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

Yuriy F. Tel'nov, Doctorate of Economics, Professor, Head of the Department of Applied Informatics and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Vladimir P. Tikhomirov, Doctorate of Economic Sciences, Professor, Academician, The President of the "Eurasian Open Institute", The President of the International consortium "Electronic university", Moscow, Russia

Vasily M. Trembach, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department 304, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Vladimir L. Uskov, PhD in Engineering, Professor, co-director of the Inter-Labs Research Institute of Bradley University, Peoria, USA

Sergey A. Shchennikov, Doctorate of Pedagogic Sciences, Professor, Rector of International Institute of Management "Link", Moscow, Russia



Моделирование вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику и инновационную деятельность

Цель исследования. В настоящей статье анализируется вклад сетевого человеческого капитала в экономическую динамику и инновации посредством эконометрического моделирования на основе данных по 70 странам за 2020–2021 гг. Основная цель исследования состоит в анализе взаимосвязи между сетевым человеческим капиталом, экономическим развитием и инновационной активностью.

Материалы и методы. Настоящее исследование основано на методологии обратной связи. С одной стороны, развитие человеческого капитала выступает стратегическим фактором устойчивого экономического развития. С другой стороны, экономические ресурсы, увеличивающиеся в условиях развития, инвестируются в человеческий капитал. Авторами разработан двухэтапный метод оценки вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику и развитие инновационной деятельности. На первом этапе оценивалось влияние человеческого капитала на факторы инновационного развития, оцениваемые показателями Глобального инновационного индекса (The Global Innovation Index, GII). На втором — моделировалась оценка вклада этих факторов в ВВП на одного занятого. Реализация метода производилась посредством разработки эконометрических моделей, позволяющих оценить вклады сетевого человеческого капитала в экономическую динамику на основе профиля национальной экономики и оценки зависимости ВВП на одного занятого от структуры занятости национальной экономики.

Результаты. По результатам эконометрического моделирования произведена оценка влияния накопления человеческого капитала на инновационное развитие экономики. Выявлены

и обоснованы статистически значимые зависимости между: увеличением человеческого капитала и ускорением темпов развития новых технологий и экономики знаний; развитием креативной деятельности; нарастанием инновационных связей. На основании результатов моделирования, эмпирически оценен, во-первых, вклад сетевого человеческого капитала в ВВП на одного занятого; во-вторых, увеличивающийся вклад новых отраслей в ВВП на одного занятого и уменьшающийся вклад традиционных отраслей (на примере сельского хозяйства); в-третьих, более значимый вклад занятых в ИТ по сравнению с вкладом занятых в образовании и здравоохранении в ВВП на одного занятого.

Заключение. Результаты проведенного моделирования доказали, что сетевой человеческий капитал влияет на экономический рост и инновационное развитие посредством двух механизмов. Во-первых, сетевой человеческий капитал непосредственно участвует в производственных процессах платформенной экономики как фактор производства. В этом смысле накопление сетевого человеческого капитала непосредственно увеличивает совокупный выпуск. Во-вторых, накопление сетевого человеческого капитала позитивно влияет на классические факторы производства и, в частности, способствует технологическому прогрессу.

Ключевые слова: экономическая динамика, сетевой человеческий капитал, социальный капитал, репутационный капитал, цифровой капитал, инновационное развитие, множественная линейная регрессия.

Nail M. Gabdullin, Igor A. Kirshin

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Modeling the Contribution of Network Human Capital to Economic Dynamics and Innovation Activity

Purpose of the study. This article analyzes the contribution of network human capital to economic dynamics and innovation through econometric modeling based on data for 70 countries for 2020–2021. The main goal of the study is to analyze the relationship between network human capital, economic development and innovation activity.

Materials and methods. The present study is based on feedback methodology. On the one hand, the development of human capital is a strategic factor in sustainable economic development. On the other hand, economic resources that increase under development conditions are invested in human capital. The authors have developed a two-stage method for assessing the contribution of network human capital to economic dynamics and the development of innovation. At the first stage, the influence of human capital on the factors of innovative development, assessed by the indexes of the Global Innovation Index (GI), was assessed. At the second stage, an assessment of the contribution of these factors to GDP per employee was modeled. The method was implemented through the development of econometric models that allow assessing the

contributions of network human capital to economic dynamics based on the profile of the national economy and assessing the dependence of GDP per employee on the employment structure of the national economy.

Results. Based on the results of econometric modeling, the impact of human capital accumulation on the innovative development of the economy was assessed. Statistically significant relationships between: an increase in human capital and the acceleration of the pace of development of new technologies and the knowledge economy; development of creative activity; increasing innovative ties have been identified and substantiated. Based on the modeling results, we empirically assessed, firstly, the contribution of network human capital to GDP per employee; secondly, the increasing contribution of new industries to GDP per employee and the decreasing contribution of traditional industries (using the example of agriculture); thirdly, the more significant contribution of those employed in IT compared to the contribution of those employed in education and healthcare to GDP per employee.

Conclusion. The results of the modeling proved that network human capital influences economic growth and innovative development through two mechanisms. Firstly, network human capital is directly involved in the production processes of the platform economy as a factor of production. In this sense, the accumulation of network human capital directly increases aggregate output. Secondly, the accumulation

of network human capital has a positive effect on classical factors of production and, in particular, contributes to technological progress.

Keywords: economic dynamics, network human capital, social capital, reputational capital, digital capital, innovative development, multiple linear regression.

Введение

Основой современного устойчивого экономического развития выступает человеческий капитал, способности человека к инновациям, эффективные каналы распространения новых знаний и технологий, развитие новых наукоемких отраслей и масштабы научно-исследовательской деятельности. В рамках современного методологического подхода человеческий капитал получает развитие посредством трансформации в новое качество сетевого человеческого капитала [1, 2, 3], включающего социальный, репутационный и цифровой капиталы.

Инновационные трансформации формируют новое цифровое и интеллектуальное пространство, создавая сетевую инфраструктуру развития человеческого капитала и одновременно генерируя новые вызовы и риски управления сетевым человеческим капиталом. Анализ современных методологических подходов к управлению человеческим капиталом определяет ведущую роль влияния инновационных сетевых технологий на эффективность и транспарентность рынков факторов производства, в т.ч. и рынка труда. Эти технологии обуславливают сетевизацию экономики и повышают вклад сетевого человеческого капитала в экономическую динамику.

Инновационная цифровая трансформация создает сети электронных сервисов, обеспечивающих интеграцию человеческого капитала и смарт-ресурсов в глобальное сетевое пространство, тем самым формируя предпосыл-

ки выравнивания условий для продвижения инноваций. Согласно этому представлению, когда экономические агенты аккумулируют сетевой человеческий капитал, они вносят вклад в увеличение производительности человеческого, социального и репутационного капиталов других экономических субъектов. В ходе инвестиций в физический капитал [5] и человеческий капитал [6] формируются положительные внешние эффекты.

Разработанный нами метод оценки вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику и инновационную деятельность в известной степени основан на работе Й. Шумпетера «Теория экономического развития» и его концепции инновационного предпринимательства. По мнению Й. Шумпетера, именно креативная деятельность предпринимателя выступает специфическим институтом развития инновационной активности и экономического развития. Не используя термин «инновация», Й. Шумпетер, по сути, определил их «новыми комбинациями факторов производства»:

1. Использование новой техники, новых технологических процессов или нового рыночного обеспечения производства.

2. Изготовление нового продукта или известного продукта с новыми качествами.

3. Использование новых видов сырья или полуфабрикатов.

4. Изменения в организации производства и его материально-техническом обеспечении.

5. Проникновение на новый рынок сбыта [4].

Очевидно, что эти «новые комбинации» факторов производства формируются на основе взаимодействия человеческого, социального и репутационного капиталов предпринимателя-инноватора. Анализ понятия «предпринимательство» в «Теории экономического развития» позволяет сформулировать вывод, что предпринимательская деятельность — это реализация человеческого, социального и репутационного капиталов предпринимателя-инноватора в процессе его креативной инновационной деятельности.

П. Ромер, исследуя роль человеческого капитала как фактора эндогенного экономического роста, отмечал:

- Увеличение совокупного человеческого капитала, задействованного в исследованиях, и увеличение масштаба исследований находится в прямой пропорциональности темпам экономического роста.

- Субсидирование инвестиций в человеческий капитал (образование и здравоохранение) является функцией государства.

- Привлечение к исследованиям талантов является движущим механизмом эндогенного экономического роста, основанного на инновациях.

- Инвестиции частного сектора в НИОКР являются важнейшим источником технологического прогресса.

- Защита прав интеллектуальной собственности создает стимулы для бизнеса в проведении R&D [7].

Инновационные системы основаны на сотрудничестве между хозяйствующими субъектами. Поэтому анализ роли человеческого, социального, репутационного и цифрового

капиталов в содействии экономической динамике следует рассматривать в контексте распространения новых знаний. Формирование инновационных связей между хозяйствующими субъектами — это неотъемлемая часть создания инновационных систем в процессе обучения, развития и внедрения новых технологий. Нетворкинг и возможности сотрудничества имеют решающее значение для выстраивания связей, а также для развития человеческого капитала. Участники инновационной системы создают разнообразные возможности расширения сотрудничества, от обмена информацией до формирования инновационных партнерств, которые могут стать субъектами инноваций (например, центры компетенций).

Существует связь между навыками, технологиями, знаниями применительно к определенному виду экономической деятельности или территории. Экономическая деятельность имеет тенденцию к территориальной концентрации. Наличие определенной топологии фирмы создает стимулы для создания других подобных фирм.

Следствием этого является создание кластеров, территориальных конгломератов, субъекты которых взаимодействуют через обмен инновациями. Это означает, что фактически не только связи являются инструментом продвижения инноваций в среде хозяйствующих субъектов, но и то, что сами хозяйствующие субъекты должны поддерживать отношения сотрудничества и даже конкуренции в контексте производства новых продуктов и услуг.

Основная часть

Исходя из методологического подхода Й. Шумпетера, теории эндогенного экономического роста, а также концеп-

ции монитора нематериальных активов К.-Э. Свейби и теории социального капитала Дж. Коулмена нами были разработаны эконометрические модели, позволяющие измерить и сравнить вклады человеческого, социального, цифрового и инновационного капиталов в экономическую динамику на основе профиля экономики и оценки зависимости ВВП на одного занятого от структуры занятых национальной экономики.

В качестве исходных статистических данных для моделирования были использованы следующие датасеты за период 2020–2021 гг.:

1) Датасет по ВВП и структуре занятости населения 70 национальных экономик по отраслям [8]:

- ВВП на одного занятого (GDPPE, тыс. current US\$) [9],
- Общее количество занятых (тыс. чел.),
- Доля занятых в сельском хозяйстве (AC, %),
- Доля занятых в ИТ (IT, %),
- Доля занятых в образовании (EDU, %),
- Доля занятых в здравоохранении (HEA, %),
- Доля занятых в образовании и здравоохранении (EDUHEA, %).

2) Датасет Глобального инновационного индекса (GII, Global Innovation Index), содержащий результаты сопоставительного анализа инновационных систем 70 стран и их рейтинг по уровню инновационного развития [10]:

- НС — человеческий капитал и наука (прокси-переменная человеческого капитала, включающая оценки уровня образования, уровня высшего образования и R&D);
- ICTs — информационно-коммуникационные технологии (прокси-переменная цифрового капитала, включающая оценки уровней доступности и использования ИКТ, online-сервисы, индекс вовле-

ченности граждан в деятельность электронного правительства (E-participation));

IL (Innovation linkages) — (прокси-переменная инновационного и социального капиталов, определяемая инновационными связями и включающая связи университетов и промышленных фирм в области НИОКР, количество совместных предприятий/стратегических альянсов, совокупность взаимосвязанных патентов).

• КТО (Knowledge and Technology Outputs) — практические результаты осуществления инноваций (Innovation Output) в части развития технологий и экономики знаний. Развитие технологий и экономики знаний — композитный показатель, включающий число патентных заявок на изобретения и на полезные модели, поданных национальными заявителями в патентные ведомства страны; индекс цитируемости (индекс Хирша);

• СО (Creative outputs) — результаты творческой (креативной) деятельности — композитный показатель, включающий разработку новых нематериальных активов. Вклад ИКТ в создание новых бизнес-моделей (ICTs & business model creation), вклад ИКТ в создание новых организационных моделей (ICTs & organizational model creation), креативные товары и услуги;

• ONLCR (online creativity) — результаты online-креативности, включающие количество общих доменов верхнего уровня (Generic top-level domains (TLDs)/th pop.), количество национальных доменов верхнего уровня на 1 тыс. населения (Country-code TLDs/th pop.), стоимость создаваемых мобильных приложений (Mobile app creation/bn PPP\$ GDP);

• KW (Knowledge workers) — численность работников интеллектуального труда, основным капиталом которых явля-

ются знания: программисты, врачи, архитекторы, инженеры, ученые, бухгалтеры, юристы, редакторы и т.п. Интеллектуальный труд отличается «нестандартным» решением задач, требующим сочетания конвергентного и дивергентного мышления [11].

Изначально статистические зависимости, подтверждающие значимость вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику и инновационную деятельность, были выявлены графически (рис. 1–7).

В целях улучшения качества эконометрического моделирования была применена классификация стран по уровню дохода по методологии Всемирного банка [12]. Использование бинарных фиктивных переменных в регрессионной модели, отражающих уровень дохода в стране, позволило учесть сдвиги в оценке статистических зависимостей.

Для количественной спецификации выявленных графически зависимостей были построены на исходных данных:

- модели парной линейной регрессии (1):

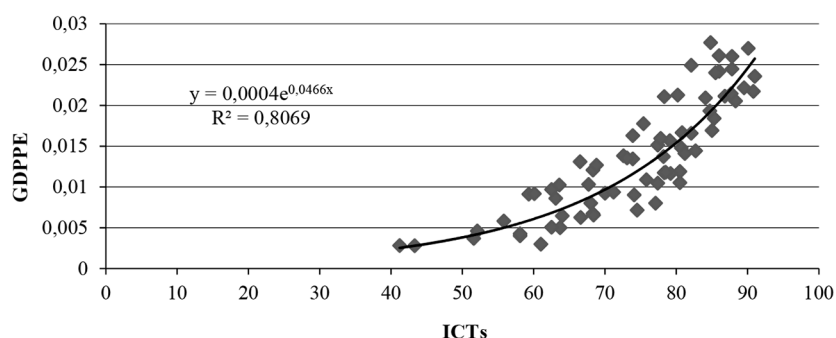
$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 * X_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

- модели множественной линейной регрессии с фиктивной переменной сдвига и наклона D_i (2):

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 * X_i + \beta_3 * D_i + \beta_4 * X_i D_i, \quad (2)$$

где $D_i = 1$, если i -я национальная экономика относится к странам с высоким доходом (HIGH INCOME) или странам с доходом выше среднего (UPPER MIDDLE INCOME). $D_i = 0$, если i -я национальная экономика относится к странам с доходом ниже среднего (LOWER MIDDLE INCOME) или странам с низким доходом (LOW INCOME):

Использование фиктивных переменных отражает качественную специфику нематериального капитала отдельных

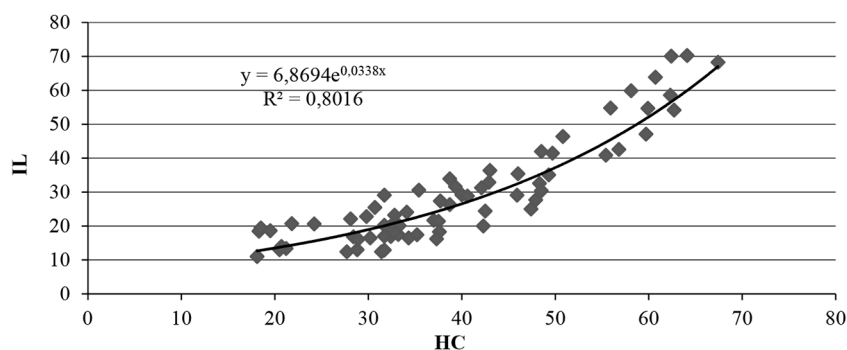


Источник: Составлено авторами

Source: compiled by the authors

Рис. 1. Зависимость ВВП на одного занятого от развития ИКТ

Fig. 1. Dependence of GDP per employee on ICT development

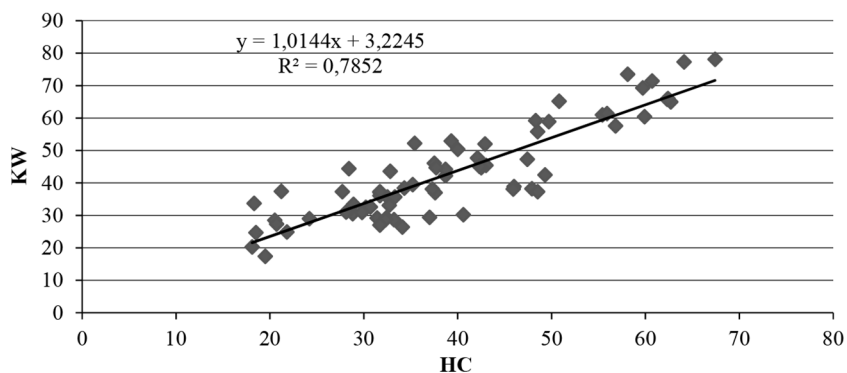


Источник: Составлено авторами

Source: compiled by the authors

Рис. 2. Зависимость инновационного и социального капиталов от накопления человеческого капитала

Fig. 2. Dependence of innovation and social capital on the accumulation of human capital



Источник: Составлено авторами

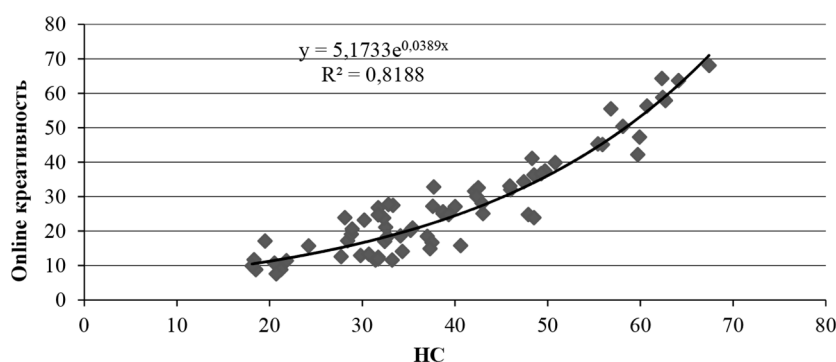
Source: compiled by the authors

Рис. 3. Зависимость численности работников интеллектуального труда от накопления человеческого капитала

Fig. 3. Dependence of the number of knowledge workers on the accumulation of human capital

национальных экономик. Исходные значения исследуемых данных были представлены в разных масштабах и изменялись в разных диапазонах. Поэтому предварительно пе-

ред моделированием производилась подготовка данных посредством проведения их нормализации. Также использовались логарифмически-линейные модели.

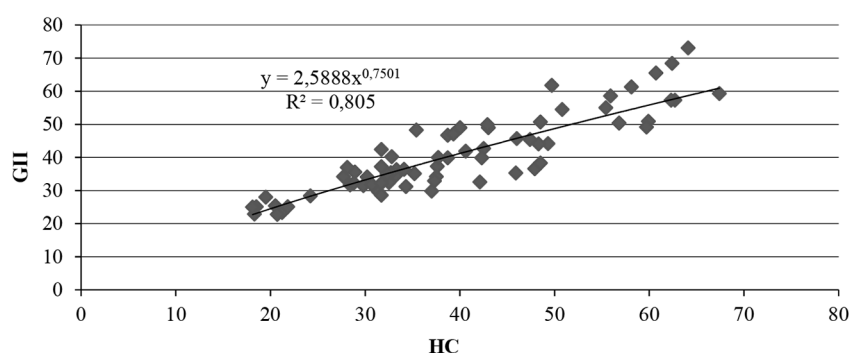


Источник: Составлено авторами

Source: compiled by the authors

Рис. 4. Зависимость развития online-креативности от накопления человеческого капитала

Fig. 4. Dependence of the development of online creativity on the accumulation of human capital

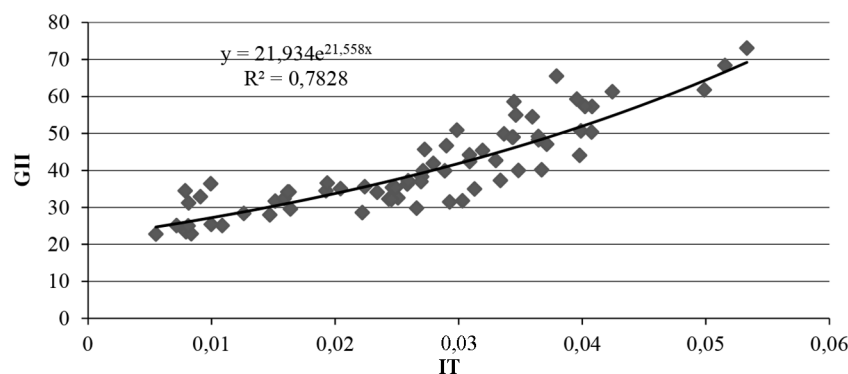


Источник: Составлено авторами

Source: compiled by the authors

Рис. 5. Зависимость ГИ от накопления человеческого капитала

Fig. 5. Dependence of GII on human capital accumulation



Источник: Составлено авторами

Source: compiled by the authors

Рис. 6. Зависимость ГИ от доли занятых в ИТ

Fig. 6. Dependence of GII on the share of people employed in IT

Тест Чоу показал, что коэффициент при фиктивной переменной в представленных моделях значим. Построенные модели парной и множественной линейной регрессии подтвердили опережающий рост

вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику по сравнению с вкладом человеческого капитала в традиционном понимании.

В результате на основе разработанных эконометрических

моделей выявлены и доказаны статистически значимые взаимосвязи, устанавливающие возрастающий вклад креативных секторов экономики в экономическую динамику и необходимость перехода к комплексному управлению человеческим капиталом во взаимодействии с социальным, репутационным, цифровым и инновационным капиталами.

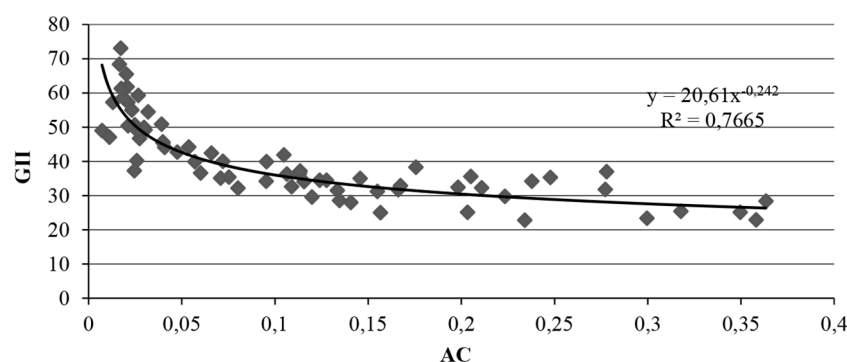
Оценки вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику и развитие инновационной деятельности проводилась поэтапно. На первом этапе оценивается влияние человеческого капитала на факторы инновационного развития, оцениваемые показателями Глобального инновационного индекса (The Global Innovation Index, GII).

На первом этапе были выявлены и обоснованы по результатам построения эконометрических моделей:

- зависимость практических результатов реализации инноваций (Innovation Output) ГИ от накопления человеческого капитала. Выявлено, что накопление человеческого капитала посредством инвестиций в образование, особенно высшее, и приоритизация НИОКР вносят значительный вклад в инновационное развитие экономики;

- следующие статистически значимые закономерности:

- 1) увеличение на 1% прокси-переменной человеческого капитала обеспечивает рост темпов развития технологий и экономики знаний в части результатов изобретений и/или инноваций: патентов, полезных моделей, публикаций научно-технических статей в рецензируемых журналах; повышения производительности труда, создания новых фирм, расходов на программное обеспечение, доли высокотехнологичной промышленной продукции в общем выпуске промышленности на 0,91% (3). Выявлена прямая линейная за-



Источник: Составлено авторами

Source: compiled by the authors

Рис. 7. Зависимость ГП от доли занятых в сельском хозяйстве

Fig. 7. Dependence of GDP on the share of people employed in agriculture

зависимость результатов развития технологий и экономики знаний (КТО) от накопления человеческого капитала:

$$\begin{aligned} \text{КТО} &= -5,81 + 0,91 * \text{НС}, R^2 = \\ &= 0,87 (***) \end{aligned} \quad (3)$$

2) увеличение на 1% прокси-переменной человеческого капитала обеспечивает рост темпов развития креативной деятельности: подачи заявок на товарные знаки, использование ИКТ в бизнес- и организационных моделях, креативности экспорта – на 0,69%. Выявлена прямая линейная зависимость развития креативной деятельности (СО) от накопления человеческого капитала (4):

$$\begin{aligned} \text{СО} &= 4,69 + 0,69 * \text{НС}, R^2 = \\ &= 0,82 (***) \end{aligned} \quad (4)$$

3) увеличение на 1% прокси-переменной человеческого капитала обеспечивает рост темпов развития инновационных связей и академических партнерских отношений на 1,08%. Выявлена прямая линейная зависимость развития инновационных связей (ИЛ) от накопления человеческого капитала (5):

$$\begin{aligned} \text{ИЛ} &= -13,24 + 1,08 * \text{НС}, R^2 = \\ &= 0,80 (***) \end{aligned} \quad (5)$$

4) увеличение на 1% прокси-переменной челове-

ского капитала обеспечивает рост темпов развития online-креативности в части создания мобильных online-приложений, обеспечивающих возможность глобальной электронной торговли цифровыми креативными товарами и услугами; разработки доменов верхнего уровня (*Top-Level Domain*) на 1,09%. Выявлена прямая линейная зависимость развития online-креативности (online creativity) от накопления человеческого капитала (6):

$$\begin{aligned} \text{ONLCR} &= -15,42 + 1,09 * \text{НС}, \\ &R^2 = 0,85 (***) \end{aligned} \quad (6)$$

5) увеличение доли занятых в ИТ на 1% приводит к более чем 2,5-кратному росту темпов инновационного развития (ГП). Выявлена прямая линейная зависимость ГП от доли занятых в ИТ, образовании, здравоохранении и обратная – от доли занятых в сельском хозяйстве (7):

$$\begin{aligned} \text{ГП} &= 17,51 + 256,57 * \text{ИТ} + \\ &+ 119,28 * \text{EDUHEA} - \\ &- 24,77 * \text{АС}, R^2 = 0,86 (***) \end{aligned} \quad (7)$$

6) увеличение доли занятых в ИТ на 1% приводит к более чем 3-кратному росту темпов накопления человеческого капитала. Выявлена прямая линейная зависимость НС от доли занятых в ИТ, образовании и здравоохранении (8):

$$\begin{aligned} \text{НС} &= 9 + 305,53 * \text{ИТ} + \\ &+ 138,77 * \text{EDUHEA}, \\ &R^2 = 0,72 (***) \end{aligned} \quad (8)$$

На втором этапе анализ результатов моделирования показал, что совокупный вклад социального и инновационного капиталов в 1,5 раза выше вклада человеческого капитала

Таблица 1 (Table 1)

Результаты оценки модели множественной регрессии.
Зависимая переменная – логарифм ВВП на одного занятого (\$, PPP)
Results of multiple regression model estimation.
Dependent variable – logarithm of GDP per person employed (\$, PPP)

Переменная	(1)	(2)	(3)
ИТ	21,58 *** (4,03)		38,85 *** (2,3)
EDUHEA	1,7 *** (0,69)		
АС	-1,86 *** (0,39)		
ICTs		0,047 *** (0,002)	
Константа	17,26 *** (0,11)	-7,9 *** (0,2)	-16,87 *** (0,07)
Стандартная ошибка регрессии	0,23	0,26	0,27
R ²	0,87	0,81	0,8
Число наблюдений	140	140	140

Источник: Составлено авторами на основе проведенного моделирования

Source: compiled by the authors based on the simulation

в традиционном понимании, а вклад цифрового человеческого капитала – в 2,5 раза выше вклада человеческого капитала в традиционном понимании в ВВП на одного занятого (9):

$$\begin{aligned} \text{GDPPE} = & -0,011 + 0,51 * \text{IL} + \\ & (0,002) \quad (0,054) \\ & + 0,34 * \text{HC} + 0,86 * \text{ICTs}, \\ & (0,09) \quad (0,17) \\ & R^2 = 0,94 \quad (9) \end{aligned}$$

Этот вывод также подтверждается результатами моделирования, представленными в таблице 1):

- более чем 12-кратным превышением вклада занятых в ИТ (прокси-переменная цифрового человеческого капитала) по сравнению с вкладом занятых в образовании и здравоохранении (EDUHEA – прокси-переменная человеческого капитала в традиционном понимании) в GDPPE;

- экспоненциальной динамикой вклада в GDPPE прокси-переменной ICTs (прокси-переменная цифрового капитала), включающей оценки уровней доступности и использования ИКТ, государственные онлайн-сервисы, индекс вовлеченности граждан в деятельность электронного правительства (E-participation) (логарифмически-линейная модель);

- экспоненциальной динамикой вклада в GDPPE занятых в ИТ (логарифмически-линейная модель).

На основе разработанных эконометрических моделей были выявлены и доказаны статистически значимые закономерности:

1. Вклад новых отраслей в ВВП на одного занятого возрастает, а традиционных отраслей (на примере сельского хозяйства) падает, что подтверждается отрицательными коэффициентами эластичности у регрессора «занятые в сельском хозяйстве» и положительными – у регрессоров: «занятые в образовании и здравоохранении» и «занятые в ИТ» на

Таблица 2 (Table 2)

**Результаты оценки модели множественной регрессии.
Зависимая переменная – ВВП на одного занятого (\$, PPP)**

**Results of multiple regression model estimation.
Dependent variable – GDP per person employed (\$, PPP)**

Регрессор	(1)	(2)	(3)
ИТ	6,405 *** (1,116)	6,446 *** (1,113)	12,0615 *** (0,71)
EDUHEA	1,236 *** (0,208)		
EDU		1,556 *** (0,343)	
HEA		1,041 *** (0,266)	
Константа	–0,1258 *** (0,019)	–0,136 *** (0,021)	–0,082 *** (0,22)
Стандартная ошибка регрессии	0,069	0,07	0,08
R ²	0,87	0,87	0,8
Число наблюдений	140	140	140

всем множестве построенных моделей линейной и нелинейной парной и множественной регрессии. Рост числа занятых в сельском хозяйстве на единицу приводит к падению ВВП на одного занятого на 3,56%. Эти выводы подтверждены следующими моделями.

Наблюдается обратная нелинейная зависимость ВВП на одного занятого (GDPPE) от доли занятых в сельском хозяйстве (AC) (логарифмически-линейная модель)

- экономики с высоким доходом (10):

$$\begin{aligned} \text{Ln GDPPE} = & (18,08 + 0,41) - \\ & (0,1) \quad (0,1) \\ & - 3,56 * \text{AC}, \\ & (0,51) \\ & R^2 = 0,7 (***) \quad (10) \end{aligned}$$

- прочие экономики (11):

$$\begin{aligned} \text{Ln GDPPE} = & \\ & 18,08 - 3,56 * \text{AC}, \\ & (0,1) \quad (0,51) \\ & R^2 = 0,7 (***) \quad (11) \end{aligned}$$

Полученная прямая линейная зависимость GDPPE от доли занятых в ИТ, образовании и здравоохранении подтверждается и другими моделями (таблица 2).

2. Вклад в ВВП на одного занятого от увеличения занятых в ИТ выше вклада в ВВП на одного занятого от увеличения занятых в образовании и

здравоохранении. Рост ВВП на одного занятого от увеличения занятых в ИТ на одинаковую величину более, чем в 5 раз превышает рост ВВП на 1 занятого от увеличения занятых в сферах образования и здравоохранения (табл. 2, (1)).

Полученный результат подтверждается также моделью (2) (табл. 2). При этом вклад в ВВП на одного занятого от увеличения занятых в сфере образования выше по сравнению с ростом занятых в сфере здравоохранения.

3. Рост доли занятых в образовании и здравоохранении на одинаковую величину в национальных экономиках с высоким уровнем дохода дает более, чем 2-кратный рост ВВП на 1 занятого по сравнению с прочими национальными экономиками (коэффициент эластичности по доле занятых в образовании и здравоохранении в национальных экономиках с высоким уровнем дохода выше коэффициента эластичности по доле занятых в образовании и здравоохранении в прочих национальных экономиках) (12):

$$\begin{aligned} \text{GDPPE} = & (0,012 - 0,138) + \\ & (0,04) \quad (0,05) \\ & + (0,97 + 1,4) * \text{EDUHEA}, \\ & (0,31) \quad (0,36) \\ & R^2 = 0,85 (***) \quad (12) \end{aligned}$$

Заключение

Таким образом, выявлены и доказаны на основе разработанных эконометрических моделей статистически значимые закономерности, обосновывающие научную и прикладную значимость перехода к комплексному управлению человеческим капиталом во взаимодействии с социальным, репутационным, цифровым и инновационным капиталами.

Инвестирование в человеческий капитал имеет две цели, первая — экономическая, заключающаяся в том, что экономические субъекты, инвестируя в развитие человеческого капитала, ожидают достижение высокой долгосрочной рентабельности этих инвестиций, рост конкурентоспособности и активизации экономической динамики. Вторая — социальная цель — заключается в том, что всестороннее развитие человека, умножение накопленных знаний, развитие навыков и способностей является главным результатом экономического роста и инновационного развития.

Активизацию инновационных решений можно рассматривать как процесс, сопутствующий прогрессивным трансформациям человеческого капитала. Соответственно, основные циклы трансформации человеческого капитала,

связанные с накоплением и использованием знаний и навыков определяют активность инновационных процессов. Образование и знания выступают основным фактором формирования человеческого капитала для инновационного развития любой национальной экономики.

Способности индивидов создавать инновации с их последующей реализацией и управлять ими зависят от факторов, среди которых можно выделить: развитие общего, среднего и высшего образования (продолжительность обучения на разноуровневых образовательных программах, качество образования в школах и вузах, показатели оценки уровня образования), т.е. ключевые характеристики, определяющие создание и накопление человеческого капитала в каждой стране.

Такие показатели, как поступление патентных заявок и выдача патентов; численность персонала, занятого исследованиями и разработками; разработанные передовые производственные технологии; экспорт высоких технологий; число статей в научно-технических журналах, количество цитирований; количество зарегистрированных новых торговых марок можно рассматривать одновременно как метрики ка-

чества человеческого капитала и в то же время как детерминанты инновационной деятельности на макроуровне [13].

Результаты проведенного моделирования доказали, что сетевой человеческий капитал влияет на экономический рост и инновационное развитие посредством двух механизмов. Во-первых, сетевой человеческий капитал непосредственно участвует в производственных процессах платформенной экономики как фактор производства. В этом смысле накопление сетевого человеческого капитала непосредственно увеличивает совокупный выпуск. Во-вторых, накопление сетевого человеческого капитала позитивно влияет на классические факторы производства и, в частности, способствует технологическому прогрессу.

Сетевой человеческий капитал предопределяет значимость использования интегрированного подхода в его управлении, учитывающего холистическую природу человеческого капитала. Применение принципа холизма в управлении предопределило необходимость формирования новых методологических подходов к измерению вклада сетевого человеческого капитала в экономическую динамику на всех уровнях экономической системы.

Литература

1. Russ M. Human Capital and Assets in the Networked World. Bingley: Emerald Publishing, 2017. 488 с.
2. Methot J.R., Rosado-Solomon E., Allen D.G. The Network Architecture of Human Capital: A Relational Identity Perspective [Электрон. ресурс] // Academy of Management Review. 2018. № 4(43) Режим доступа: <https://doi.org/10.5465/amr.2016.0338>
3. Дятлов С.А. Сетевой человеческий капитал миллениалов как драйвер развития цифровой экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2019. № 4. С. 26–31.
4. Шумпетер Й. Теория экономического развития (исследование предпринимательской

прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры). М.: Прогресс, 1982. 455 с.

5. Arrow K. J. The Economic Implications of Learning by Doing // Review of Economic Studies. 1962. С. 155–173.

6. Romer P. M. Increasing Returns and Long Run Growth // Journal of Political Economy. 1986. № 94 (October). С. 1002–1037.

7. Lucas R. E. On the Mechanics of Economic Development // Journal of Monetary Economics. 1988. № 1(22). С. 3–42.

8. ILOSTAT. Bulk download facility [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://ilostat.ilo.org/data/bulk/> (Дата обращения: 25.04.2023).

9. The World Bank. All countries and economies [Электрон. ресурс] // World Bank. Режим досту-

па: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.KD> (Дата обращения: 25.04.2023).

10. Global Innovation Index 2023. [Электрон. ресурс]. // WIPO, 2023. Режим доступа: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023/ (Дата обращения: 25.04.2023).

11. Reinhardt W. и др. Knowledge worker roles and actions – results of two empirical studies // Knowledge and Process Management. 2011. № 3(18). С. 150–174.

References

1. Russ M. Human Capital and Assets in the Networked World. Bingley: Emerald Publishing; 2017. 488 p.

2. Methot J.R., Rosado-Solomon E., Allen D.G. The Network Architecture of Human Capital: A Relational Identity Perspective [Internet]. Academy of Management Review. 2018; 4(43) Available from: <https://doi.org/10.5465/amr.2016.0338>

3. Dyatlov S.A. Networked human capital of millennials as a driver for the development of the digital economy. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = News of the St. Petersburg State Economic University. 2019; 4: 26–31. (In Russ.)

4. Shumpeter Y. Teoriya ekonomicheskogo razvitiya (issledovaniye predprinimatel'skoy pribyli, kapitala, kredita, protsenta i tsikla kon'yunktury) = Theory of economic development (study of entrepreneurial profit, capital, credit, interest and business cycle). Moscow: Progress; 1982. 455 p. (In Russ.)

5. Arrow K. J. The Economic Implications of Learning by Doing. Review of Economic Studies. 1962: 155-173.

6. Romer P. M. Increasing Returns and Long Run Growth. Journal of Political Economy. 1986; 94 (October): 1002-1037.

12. New world bank country classifications by income level: 2021-2022. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2021-2022>.

13. Власова В.В., Гохберг Л.М., Грачева Г.А. и др. Индикаторы инновационной деятельности: 2024: статистический сборник. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. 260 с.

7. Lucas R. E. On the Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics. 1988; 1(22): 3-42.

8. ILOSTAT. Bulk download facility [Internet]. Available from: <https://ilostat.ilo.org/data/bulk/> (Cited: 25.04.2023).

9. The World Bank. All countries and economies [Internet]. World Bank. Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.KD> (Cited: 25.04.2023).

10. Global Innovation Index 2023. [Internet]. WIPO; 2023. Available from: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023/ (Cited: 25.04.2023).

11. Reinhardt W. et al. Knowledge worker roles and actions – results of two empirical studies. Knowledge and Process Management. 2011; 3(18): 150–174.

12. New world bank country classifications by income level: 2021-2022. [Internet]. Available from: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2021-2022>.

13. Vlasova V.V., Gokhberg L.M., Gracheva G.A. et al. Indikatory innovatsionnoy deyatel'nosti: 2024: statisticheskiy sbornik = Indicators of innovation activity: 2024: statistical collection. Moscow: ISSEK HSE; 2024. 260 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Наиль Маратович Габдуллин

д.э.н., доцент кафедры управления корпоративными финансами Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
Эл. почта: nail56@yandex.ru

Игорь Александрович Кишин

д.э.н., профессор Высшей школы бизнеса, профессор Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
Эл. почта: kia1125@mail.ru

Information about the authors

Nail M. Gabdullin

Doctor Sci. (Economics), Associate professor, Associate professor of the Department of Corporate Finance Management Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia
E-mail: nail56@yandex.ru

Igor A. Kirshin

Doctor Sci. (Economics), professor of the Higher School of Business, professor Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia
E-mail: kia1125@mail.ru



УДК 378.1

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-2-13-23>

В.А. Стародубцев, О.Р. Нерадовская

Томский государственный педагогический университет, Томск, Россия

Искусственный интеллект и иммерсивные технологии в высшем педагогическом образовании

Цель исследования. Проблема использования возможностей искусственного интеллекта и иммерсивных технологий в образовательных программах является актуальной. Статья посвящена анализу роли, функций и значения средств искусственного интеллекта и иммерсивных технологий обучения в развитии открытой образовательной среды и её персональных сегментов, формируемых субъектами образовательных отношений, в процессе подготовки выпускников педагогических университетов к изменению условий современного общества. Обсуждаются возможности генеративных нейронных сетей (GPT) и виртуальной реальности в её различных проявлениях (AR, VR, AVR), их влияние на формирование персональной образовательной среды выпускников педагогических вузов.

Материалы и методы. Использован метод компаративного анализа научных публикации в области развития искусственного интеллекта, иммерсивных технологий обучения, формирования персональной образовательной среды. Экспериментальным путем проверены заявленные разработчиками возможности ряда сервисов GPT. Обобщены представления о роли и функциях новых ресурсов в совершенствовании образовательного процесса. Дан прогноз интеграции средств искусственного интеллекта и иммерсивных технологий в педагогическом образовании.

Результаты исследования. Показано, что генеративные нейронные сети способны реализовать справочно-энциклопедическую, конструктивно-креативную, аналитическую, управляющую и обучающую функции в образовательном процессе при соблюдении этики их применения. Обозначена связь развития искусственного интеллекта с появлением в глобальной информационной сети виртуальных персонажей, имитирующих внешность и поведение человека в различных контекстах, и антропоморфных роботов, способных коммуницировать с человеком в образовательных целях. Внимание обращено на включение новых средств коммуникации

с искусственным интеллектом в персональную образовательную среду преподавателя, обеспечивающую ему совмещение функций поставщика и одновременно потребителя знаний. Дана оценка перспектив появления виртуальных и антропоморфных педагогических агентов с искусственным интеллектом в системе образования и в неформальных коммуникациях. Определены образовательные возможности дополненной реальности, виртуальной реальности и дополненной виртуальной реальности как средств иммерсивных технологий обучения. Приведены педагогические и технологические условия безопасного применения иммерсивных технологий обучения. Отмечено, что создание персональных образовательных сред с компонентами искусственного интеллекта и иммерсивных технологий позволяет организовать процессы преподавания и самообразования педагога, обеспечивая субъектный характер его личностно-профессионального роста и мобильности в условиях усложненного мира.

Заключение. Сделан вывод, что творчество преподавателей-инноваторов, отраженное в их открытых образовательных средах, является ресурсом преодоления репродуктивного характера функционирования обучаемых (pre-trained) нейронных сетей. Авторы полагают, что положительная обратная связь в совместной эволюции средств ИИ и персональных сегментов открытого образовательного пространства будет способствовать трансформации существующего информационного общества (Information Society) в общество обучающихся (Learning Society), формируя систему открытого метаобразования по потребностям каждого индивида.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративные нейронные сети, иммерсивные технологии, персональная образовательная среда, виртуальная реальность, общество взаимно обучающихся, преподаватель педагогического вуза.

Vyacheslav A. Starodubtsev, Olga R. Neradovskaya

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia

Artificial Intelligence and Immersive Technologies in Higher Pedagogical Education

The purpose of the study. The problem of using the capabilities of artificial intelligence and immersive technologies in educational programs is being updated. The article is devoted to the analysis of the role, functions and significance of artificial intelligence and immersive learning technologies in the development of an open educational environment and its personal segments formed by subjects of educational relations in the process of preparing graduates of pedagogical universities to change the conditions of modern society. The possibilities of Generative Pretrained Transformers (GPT) and virtual reality in its various manifestations (AR, VR, AVR) are discussed. Their influence on the formation of the personal educational environment of graduates of pedagogical universities is shown.

Materials and methods. The method of comparative analysis of scientific publications in the field of artificial intelligence development, immersive learning technologies, and the formation of a personal educational environment is used. The capabilities of a number of

GPT services have been experimentally tested. The ideas about the role and functions of new resources in improving the educational process are summarized. The forecast of the integration of artificial intelligence and immersive technologies in pedagogical education is given.

The results of the study. It is shown that Generative Pretrained Transformers are able to implement reference and encyclopedic, constructive and creative, analytical, control and training functions in the educational process while observing the ethics of their application. The connection between the development of artificial intelligence and the appearance in the global information network of virtual characters imitating human appearance and behavior in various contexts, and anthropomorphic robots capable of communicating with humans for educational purposes is indicated. Attention is drawn to the inclusion of new means of communication with artificial intelligence in the personal educational environment of the

lecturer, which provides him/her with a combination of the functions of a supplier and at the same time a consumer of knowledge. The prospects of the emergence of virtual and anthropomorphic pedagogical agents with artificial intelligence in the education system and in informal communications are assessed. The educational possibilities of augmented reality, virtual reality and augmented virtual reality as means of immersive learning technologies are defined. The pedagogical and technological conditions for the safe use of immersive learning technologies are given. It is noted that the creation of personal educational environments with components of artificial intelligence and immersive technologies makes it possible to organize the processes of teaching and self-education of a lecturer, ensuring the subjective nature of his/her personal and professional growth and mobility in a complicated world.

Conclusion. The conclusion is made that the creativity of innovative lecturers, which is visible in their open educational environments, is a resource for overcoming the reproductive nature of the functioning of pre-trained neural networks. The authors believe that positive feedback in the joint evolution of artificial intelligence (AI) tools and personal segments of the open educational space will contribute to the transformation of the existing information society into a learning society. This makes it possible to form a system of open meta-education according to the needs of each individual.

Keywords: artificial intelligence, Generative Pretrained Transformers, immersive technologies, personal educational environment, virtual reality, a society of mutually learning, a lecturer at a pedagogical university.

Введение

В постиндустриальный период развития человеческого общества в сфере образования проявился отчетливый тренд на персонализацию субъектов образовательного процесса. Он проявляется в становлении концепции образования в течение жизни (LLL — Life Long Learning), в констатации факта соотношения 20/80 в профессиональном развитии специалистов, когда только 20 % образования человек получает в учреждениях формального образования и остальное — в неформальном [1], в создании платформ открытого массового образования (Coursera, Открытое образование и др.). Размещенные на них курсы способствуют профессиональной мобильности различных слоев общества, когда человек вынужден менять сферу своей деятельности несколько раз на протяжении жизни. Обращает на себя внимание концептуальная модель персонализированных массовых открытых онлайн курсов [2].

В связи с этим сегодня в современном университете выделились два новых вектора развития формального и неформального образования — средства искусственного интеллекта и иммерсивные технологии обучения. Потенциально они могут значительно трансформировать традиционное высшее образование, приводя его к системе открытого метаобразования по потребностям каждого ин-

дивида. Анализ тенденций в области искусственного интеллекта (далее по тексту — ИИ) и определение их влияния на высшее образование представлен в ряде современных исследований [3–13]. В частности отмечено, что с участием ИИ может быть обеспечен запрос на субъектность и персонализацию в организации учебного процесса, повышена эффективность разработки образовательных программ, облегчена подготовительная работа преподавателей при увеличении сложности управления разнородными техническими и социальными средами, требующими обработки больших объемов информации. Персональная образовательная среда преподавателя, обогащенная средствами генеративного искусственного интеллекта и иммерсивных технологий, становится инструментом продолжения образования и личностно-профессионального развития в течение всей жизни (Life Long Learning) [14–16]. Данное контекстуальное положение выступает определяющим фактором профессиональной деятельности преподавателя педагогического университета, поскольку он является носителем важной социальной функции содействия будущим педагогам в формировании их личности, развитии потенциала и проявлении уникальности [17, с. 118].

Это требует анализа практической роли и функций ИИ и иммерсивных технологий виртуальной реальности в высшем

педагогическом образовании. Целью работы является определение роли, функций и значения средств искусственного интеллекта и иммерсивных технологий обучения в развитии открытой образовательной среды и её персональных сегментов, формируемых субъектами образовательных отношений, в процессе подготовки выпускников педагогических университетов к изменению условий современного общества. Основное внимание уделено практическим аспектам включения новых ресурсов в образовательный процесс.

Образовательные функции нейронных сетей

Искусственная нейронная сеть — это один из видов искусственного интеллекта (AI — Artificial Intelligence), который основан на методе аналогии со структурами и функциями биологических нейронных сетей и может применяться в обучении с непосредственной или опосредованной поддержкой процесса [4]. Возможности обучаемых генеративных нейронных сетей Generative Pretrained Transformers (далее по тексту — GPT, ChatGPT) определяются объемом предоставляемой им информации, что требует разработки методов и алгоритмов работы с большими данными (далее по тексту — Big Data) и машинного обучения, а также выполнения требований этики искусственного интеллекта при создании средств, использующих искусственный интеллект.

Первая *справочно-энциклопедическая функция* генеративных нейронных сетей типа ChatGPT сегодня уже реализована, здесь нейронные сети конкурируют с привычной многим пользователям общедоступной универсальной интернет-энциклопедией Википедией (Wikipedia). Оба источника информации используют для предварительного ознакомления с какой-либо темой. Как отмечают А.В. Резаев и Н.Д. Трегубова, «искусственный интеллект не имеет собственного взгляда на жизнь и на мир — он лишь обобщает суждения и действия множества людей, создавших данные, на которых он учится», «эффективность ChatGPT зависит от того, насколько конкретен ваш запрос и насколько хорошо вы сформулируете свои цели и потребности» [5]. Правильно сформулированный вопрос чат-боту позволяет получить ответ, сконцентрированный и собранный из многих источников информации. Типовыми конструкциями будут следующие обращения:

- Какие функции выполняют ...?

Какими системными свойствами обладают ...?

- На каких принципах строится ...?

- В чем заключается ценность ...?

- Какие положения теории лежат в основе ...? и другие подобные вопросы, уточняющие смысловое содержание темы запроса.

В ряде случаев диалоговая форма коммуникации GPT превосходит возможности более статичной Википедии, в других случаях Википедия предоставляет более обширный и систематизированный материал. В обзорах Википедии имеются ссылки на ряд использованных источников информации, материал предоставляется на основе авторских прав Creative Commons, тогда как в ответах ChatGPT подоб-

ное регулирование отсутствует, исходные материалы становятся анонимными, ссылки на авторов часто не приводятся. Это можно сопоставить с лицензией «копиLEFT» (copyleft) Creative Commons, разрешающей использовать произведение без получения разрешения его владельца. При необходимости достоверность «ответов» ChatGPT можно проверить, обратившись к Википедии с аналогичным запросом, а также к другим источникам информации.

Краткое руководство по использованию ChatGPT в высшем образовании недавно было представлено ЮНЕСКО [6]. Польза и риски использования таких сетей в образовании обсуждены в публикациях О.И. Долгой, Е.Н. Ивахненко, В.С. Никольского и других исследователей [7–13]. В работе Л.В. Константиновой и соавторов выделены несколько мнений экспертного сообщества о применении ИИ в системе образования: от полного запрета, контроля академической честности, важности интерпретации информации обучающимся к ограничению условий доступа к ИИ и риску замены гуманитарного способа обучения «машинным» [10].

В данном контексте вопрос о праве обучающихся использовать чат-боты при выполнении академических заданий, включая выпускные квалификационные работы (далее по тексту — ВКР) студентов, является открытым. Ведущие университеты России разрешают студентам и преподавателям использовать нейронные сети в качестве источника информации, используя принятую практику цитирования и адекватные ссылки. Московский педагогический государственный университет (далее по тексту — МПГУ) стал первым российским университетом, официально разрешившим студентам использовать инструменты искусственного

интеллекта при написании ВКР. Одновременно университет заключил договор с компанией Антиплагиат, который «включает в себя создание новых технологий, направленных на предотвращение академического мошенничества» (сайт МПГУ). Как отмечают Е.И. Ивахненко и В.С. Никольский, консенсус в том, считать ли ChatGPT соавтором академических работ или статей, пока не достигнут [8]. По нашему мнению, сегодня для преподавателей педагогических университетов является важным как источник новой информации (статья в научном журнале, вики, нейросеть, массмедиа и др.), так и то, в какой мере она осваивается критическим мышлением пользователя и способствует приращению его человеческого капитала.

Вторая функция — *конструктивно-креативная*. В ее рамках нейронные сети генерируют тексты (SuperChat.ai, Google Bard, Any Summery, YandexGPT и др.), изображения (Midjourney, Namelix, Шедеврум, Kandinsky 2.1 и др.), создают аудиовизуальные материалы. Pictory, Descript, Fliki и др. генерируют лица и голоса людей, презентации и логотипы. При этом должна выполняться этика обращения с инструментами ИИ. В частности сеть Шедеврум ограничивает её применение для тем связанных с политикой и религией, относящихся к категориям «18+», касающихся жестокости и насилия. При обращении преподавателей к сервисам создания изображений необходима как можно более обстоятельная и точная словесная (текстовая) инструкция к выполнению «поручений». Представим примеры заданий «изобразить черного кота в прыжке» и «изобразить черного кота в прыжке в манере Пикассо» (рис. 1).

Данный пример демонстрирует значимость формулировки текстового запроса, от ко-

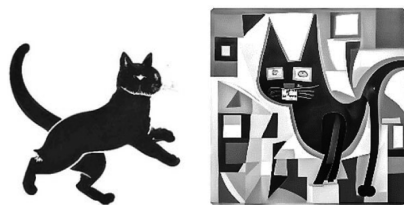


Рис. 1. Результаты выполнения заданий в Шедеврум

Fig. 1. The tasks' results in Shedevrum

торого зависит адекватность полученного результата ожиданиям пользователя.

Третья функция — *аналитическая*, позволяет оценить преимущества и риски в принятии решений. Так нейронная сеть *rationale.jina.ai* предлагает несколько режимов анализа:

- перечислит три плюса и три минуса вашего решения;
- произведет SWOT-анализ решения;
- предложит лучший вариант из нескольких предложенных;
- поможет выявить причинно-следственные связи.

Так, в решении опубликовать результаты исследования *rationale.jina.ai* «видит» плюсы в повышении известности автора, увеличении его авторитета и в расширении профессиональных контактов. В числе минусов будут риски критики рецензентов, раскрытие тематики работ автора и затраты времени на написание статьи. SWOT-анализ аннотации к настоящей статье дал следующие заключения (в сокращении представленного сетью текста): *«Преимущества:* актуальность, инновационный подход, углубление знаний. *Недостатки:* ограничение анализом научных публикаций, возможная недоступность технологий для некоторых учреждений и этические вопросы зависимости от данных технологий. *Возможности:* улучшение обучения, развитие интеллектуальных навыков, индивидуализация обучения. *Угрозы:* возможность отказа оборудо-

вания, разрыва в доступности технологий и трудности внедрения». В данном случае нейронная сеть выступает в роли внешнего рецензента, что может быть полезно преподавателю педагогического университета, автору обращения.

Коммуникационная функция средств ИИ осуществляется не только в текстовом формате, но и в устном, разговорном жанре, к примеру, в «умных» колонках с Алисой, которые коммерциализует корпорация Яндекс. Благодаря этой функции, ИИ может упростить процесс объяснения материала преподавателем, стать посредником в общении (при необходимости), оптимизировать процесс подготовки преподавателями ряда описаний по заданиям различной сложности для обучающихся. *Технико-исполнительская функция* подобных гаджетов с ИИ реализована в операциях управления интернет-вещами в «умном» доме (smart house) или университете, когда по голосовым командам или по заранее определенной программе гаджет производит разного рода управляющие действия с техническим оборудованием производственного помещения.

Функция обучения с использованием средств ИИ внедряется, например, в японских школах, где не имитирующий внешность человека мобильный андроид проводит с детьми занятия по изучению иностранного языка. В России имеются попытки создания виртуального учителя-логопеда и преподавателя-программиста на основе ИИ. Рейтинг бесплатных математических приложений с искусственным интеллектом приведен на сайте <https://mpost.io/ru/best-ai-math-solvers-apps>. Сети Quillbot.com, ProWritingAid.com и другие используют искусственный интеллект для проверки орфографии, грамматики, пунктуации и предлагают варианты перефразиро-

вания текста. Google Translate позволяет общаться носителям разных языков с помощью мобильного телефона, Notta.ai конвертирует аудио и видеоконтент в текстовую форму, сеть Slidesgo.com/ai-presentations поможет в создании презентаций с учетом запросов пользователя, сервис Img2go.com улучшит разрешение иллюстраций для учебных пособий и статей. В редакторе видеозаписей Clipchamp.com появилась опция создания видео с помощью ИИ.

Разрабатываемые сегодня рекуррентные нейронные сети (RNN — recurrent neural network) предназначены для работы с последовательными данными и сохраняют информацию о предыдущих шагах обработки. Они могут быть полезны преподавателям педагогических университетов для анализа последовательности действий обучающихся и определения уровня их достижений. В перспективе, подобные системы смогут анализировать работы, основываясь на заданных преподавателями критериях, что позволит сэкономить время проверки и обеспечить более объективную оценку. Обучающие системы ИИ, использующие анализ результатов активности обучающегося, будут способны учитывать индивидуальные потребности и способности потребителя знаний и предоставлять ему персонализированные материалы и задания так, чтобы сохранить уникальность каждого обучающегося.

В настоящее время на вопрос о том, какую визуальную форму имеет Алиса, нейросеть YaGPT2 отвечает, что она «не имеет внешнего вида, поскольку является программным обеспечением, которое представляет себя голосом и текстовыми ответами». Однако уже сегодня появились персонализированные цифровые персонажи с ИИ.

Аватары и антропоморфные ассистенты

Параллельно внедрению средств ИИ, ориентированных на выполнение определенных функций и решения задач, в глобальной информационной сети идет развитие виртуальных персонажей, имитирующих физический облик человека и его поведение в различных контекстах. Они ориентированы на социальное взаимодействие ИИ с людьми. Так виртуальная девушка Лив рекламирует автомобиль, управляя машиной и комментируя ее особенности, вполне замещая реального сотрудника рекламного агентства. По сообщению разработчиков, виртуальная девушка Елена может рассказывать новости, презентовать продукты или вести обучающие программы. Российский виртуальный инфлюенсер Алиона проводит занятия йогой в интернете и т.д. В этих персонажах (аватарах) достигнута высокая реалистичность облика с тщательной детализацией: веснушки, цвет глаз, волосы, морщинки.

Помимо виртуальных аватаров, копирующих внешность и манеру общения человека, созданы субстанциональные человекоподобные модели андроидов. В их числе можно указать андроид Софию, который был создан в Гонконге компанией Hanson Robotics. София обладала искусственным интеллектом, имеет 62 выражения лица, зависящих от особенностей коммуникации. В 2017 году Саудовская Аравия предоставила Софии права гражданства, создав прецедент. Российский аналог — Дуняша, разработанный в Перми компанией «Робин Гуд Роботикс», имеет на порядок больше вариантов мимики лица робота. Наиболее продвинуты по своим физическим и интеллектуальным параметрам являются изделия Хироши Ишигуро (Актроид, Теленоид, Geminoid,

Kodomoroid, Otonaroid), в числе которых есть аналог самого разработчика, способный провести за него учебное занятие, что может представлять особый интерес у преподавателей педагогических вузов, где лекционный материал по некоторым дисциплинам может занимать более 70% от общего объема.

Таким образом, в образовательном пространстве могут найти свою нишу виртуальные инфлюенсеры, «умные» гаджеты, мобильные андроиды и антропоморфные конструкты, способные коммуницировать с человеком и обучать его. Проблемы, возникающие при создании и использовании цифровых двойников в образовании подробно рассмотрены в публикации В.В. Вихман и М.В. Ромм [9]. Очевидно, что при этом возникает необходимость своевременной разработки правовых аспектов использования искусственного интеллекта в образовании [13].

Иммерсивная технология обучения

В число средств обучения сегодня начали входить программы, использующие дополненную реальность (AR — Augmented Reality), виртуальную реальность (VR — Virtual Reality) и дополненную виртуальную реальность (AVR — Augmented Virtual Reality). Эти цифровые программно-технические средства первоначально были использованы в компьютерных играх, позднее они стали основой иммерсивных технологий обучения, характерной чертой которых является полное или частичное погружение пользователя в искусственно созданную среду, взаимодействие которой с пользователями может включать различные модальности — сенсорные (аудио-визуальные, тактильные и др.), аффективно-эмоциональные, рационально-интерактивные.

Под иммерсивной обучающей средой Г.С. Котов предлагает понимать «конструкт, отличающийся системным характером и свойством самоорганизации, реализуемый как динамический процесс воздействия на обучающегося с привлечением разнообразных элементов моделируемого окружения» [18, с. 180]. Педагогические аспекты применения иммерсивных технологий в обучении представлены в работах Н.Ю. Корнеевой, Ю.В. Корнилова, Т.Г. Никитиной и других авторов, где обозначена связь иммерсивного подхода с другими подходами — деятельностным, контекстным, информационным и другими [19–23].

В рамках технологии *дополненной реальности* (AR) смартфон обучающегося может использоваться для получения дополнительной информации, активируемой QR-кодами или реальными объектами. Так астрономическое приложение для Android «Звездная прогулка» позволяет получить информацию о созвездии ночного неба при наведении на него объектива камеры смартфона. Начинают появляться специализированные для применения AR приложения для школы с иллюстрациями, которые в трехмерном виде можно рассматривать с помощью камеры смартфона. Например, в приложении для учебника по физике для 7 класса компания «Увлекательная реальность» предлагает 18 анимированных 3D-моделей, AR-приложение для учебника геометрии и т.д.

Технология *виртуальной реальности* (VR) позволяет не только проводить индивидуальные маршруты по залам музеев или учебных лабораторий, показывать различные технологические процессы, но и «погружать» пользователя в модельные физические пространства, объемно демонстрируя результаты компьютерного моделирования, к

примеру, электростатического поля нескольких зарядов, знак и расположение которых пользователь может изменять. Здесь сложной задачей, помимо создания виртуального контента, является конструирование контроллеров, позволяющих реализовать действия пользователя в виртуальном пространстве. Например, контроллеры системы VR Neo 3 Pro используют 32 оптических датчика слежения для определения местоположения в различных средах, четыре широкоугольных камеры обеспечивают точное позиционирование пользователя, есть датчик перемещения взгляда и беспроводная связь с компьютером обеспечения VR. Пока, на наш взгляд, высокая стоимость оборудования сдерживает широкое внедрения технологии виртуальной реальности в системе образования. В университетах учебные аудитории с виртуальными тренажерами могут создаваться при финансовой поддержке предприятий-работодателей.

Среди достоинств технологии VR можно отметить новизну визуального способа поступления информации и полное погружение в среду активности, поскольку сокращается количество отвлекающих факторов (изоляция от внешних обстоятельств), интерактивность, позволяющая учебно-познавательную деятельность в виртуальной реальности, постоянная концентрация на действиях, а также эмоциональное переживание процесса обучения. Важно то, что в процессе проведения учебного занятия может происходить определенная потеря коллективных действий, поскольку каждый действует автономно. Во избежание потери управления со стороны преподавателя/учителя, возможно управление голосом или адекватное программное обеспечение. У некоторых пользователей шлемов VR

возникает пространственная раскоординация, появляется головокружение и тошнота, что необходимо учитывать при организации образовательного процесса. Здесь также требуются меры педагогической поддержки обучающихся в виртуальной среде, показывающие, что он находится в зоне внимания преподавателя.

Особенности восприятия виртуального пространства в его сопоставлении с физической реальностью подробно исследованы в работе Т.Г. Никитиной [20]. Результаты показывают, что «при восприятии виртуального пространства обучающимися действует метафорический перенос параметров физического пространства на виртуальное». В педагогическом эксперименте, описанном в работе J. Parong и R.E. Mayer [21], студенты колледжа на уроке биологии с помощью виртуальной реальности или самостоятельного просмотра слайд-шоу в формате PowerPoint за компьютером изучали то, как работает человеческое тело. Результаты показали, что студенты, просмотревшие слайд-шоу, показали значительно лучшие результаты в последующем тесте, чем группа VR, но сообщили о более низких рейтингах мотивации, интереса и вовлеченности. В альтернативном эксперименте обучающиеся просматривали сегментированный урок виртуальной реальности и составляли письменное резюме после каждого сегмента или просматривали исходный непрерывный урок виртуальной реальности, как в первом эксперименте. Было установлено, что обучающиеся, которые подводили итоги урока после каждого сегмента, значительно лучше справились с итоговым тестом, не различались по интересу, вовлеченности и мотивации.

Следовательно, большие временные периоды деятельности обучающихся в вирту-

альной реальности без сегментирования и возврата в реальность с осмыслением фрагмента не будут эффективной технологией. Общее время использования виртуальных шлемов обучающимися 13+ не должно превышать 10 минут, после которых необходим период отдыха (возвращения в физическую реальность).

При внедрении иммерсивного обучения следует учитывать следующие факторы:

- Необходим полный набор гарнитур VR в аудиториях/классах.

- Должна быть постоянная техническая поддержка использования VR в классе.

- Необходимо повышение квалификации работников по вопросам использования виртуальных технологий в образовании.

- В начале семестра должны быть проведены короткие занятия с обучающимися в студии виртуальной реальности для предварительного обучения перед использованием виртуальной реальности в качестве образовательного инструмента.

- Необходимо обеспечение техники безопасности при проведении занятий с использованием инструментов виртуальной реальности [22].

Интересно, что настоящее время в тридцати трех педагогических университетах России оборудованы Технопарки универсальных педагогических компетенций для усовершенствования образовательного процесса, которые включают инструменты (комплекты) виртуальной реальности. При этом в рамках комплексной программы по модернизации и стратегическому развитию педагогических вузов «Учитель будущего поколения России» целенаправленно проведен обучающий вебинар по использованию VR оборудования Технопарков.

Методы *дополненной виртуальной реальности* (AVR —

Augmented Virtual Reality) позволяют совместить реальную и виртуальную обстановку, в которой может находиться обучающийся, используя для съемки панорамы рабочего места или аудитории камеру смартфона. Панорама программно оцифровывается и становится виртуальной реальностью, в которую можно вводить другие виртуальные объекты, созданные другими программами. Программное обеспечение NERF (Neural Radiance Fields), предоставленная в открытый доступ компанией Nvidia, использует нейросеть для создания 3D-представления сцены или человека по фотографии, что может значительно удешевить и ускорить процесс создания виртуальных пространств. По мере развития этой технологии, объединяющей AI с AVR, появится возможность вводить в персональную виртуальную среду образования цифровых персонажей, обладающих искусственным интеллектом тьютора, интерактивное взаимодействие с которыми поможет пользователю освоить определенную теорию и/или практические навыки.

Виртуальные агенты с ИИ могут предоставлять информацию по запросу и решать проблемы, возникающие в процессе обучения. В работе О.И. Долгой отмечено, что уже появились педагогические агенты, которые могут выполнять роль совместно обучающихся сверстников, используя естественные человеческие жесты и общение в разговорной, а не в академической форме [7]. Это обеспечивает эмпатию пользователя к виртуальным персонажам. Так, потенциально индивидуальный пользователь цифрового общества сможет получить персонального ассистента, преподавателя, наставника, коллаборанта и др.

Обобщая, заметим, что сегодня в сфере высшего обра-

зования отчетливо проявляется тенденция интеграции трёх взаимосвязанных и взаимозависимых миров: материальных объектов, процессов и взаимодействий; социальных и смысловых отношений между людьми и мира цифровых данных, виртуальных технологий и контента [5]. В этом контексте главная социально-гуманитарная роль рассмотренных средств и технологий в высшем педагогическом образовании заключается, по нашему мнению, в обеспечении новых возможностей в развитии персональной образовательной среды потребителю контингенту различного возрастного, гендерного, национального, социального, профессионального состава для продолжения образования в течение всей жизни.

Персональная образовательная среда

В рамках концепции образования в течение жизни (LLL – Life Long Learning) значимая роль интегрального инструмента профессиональной деятельности и личностного развития принадлежит персональной образовательной среде (PLE – Personal Learning Environment). Вопросам создания персональной образовательной среды (далее по тексту – ПОС), обеспечивающей личностно-профессиональное развитие человека, посвящен ряд педагогических публикаций [14–16]. В них сформирован общий принцип ее по-

строения как распределенной информационной системы, архитектура которой аналогична принципу Лего, полагающий создание сложного объекта из набора унифицированных средств, которыми становятся сервисы интернета. Отдельные «узлы» сетевой структуры ПОС могут быть соединены между собой информационными связями, другие остаются автономными.

Компонентный состав ПОС с течением времени изменяется, в связи с изменением потребностей её конструктора, граница среды полупрозрачна, поскольку автор определяет алгоритм доступа к ее отдельным составляющим. Она легко интегрируется с образовательной средой образовательной организации и глобальной информационной средой.

На представленном рисунке (рис. 2) в центре находится ПОС обучающегося, которая погружена в образовательные среды преподавателей и образовательной организации. Все они интегрированы с глобальной информационной сетью. Функциональный состав ПОС определяется ее конструктором и набором доступных ему сервисов глобальной сети. Как правило, большинство используемых в ПОС сервисов (узлов сети ПОС) локализованы в глобальной сети с персонализированными аккаунтами.

С технической точки зрения управление и использование ПОС производится по принципу работы с каталогом изданий в традиционной библиотеке,



Рис. 2. Взаимосвязь образовательных сред
Fig. 2. The Interconnection of educational environments

в которой роль библиографической карточки играет URL сетевого сервиса, если его программа не импортирована на персональный компьютер. Результаты работы в ПОС могут храниться на персональном компьютере, смартфоне или в облачных депозитариях (One Drive, Disk Google, Disk Yandex и другие). При необходимости есть возможность создать в интернете персональный сайт-агрегатор результатов личной и профессиональной активности, подобный платформе маркет-плейса или блогу в более простом варианте. Важным является умение и опыт использования отдельных «узлов» в системе ПОС, для создания которой необходима определенная «цифровая грамотность» и навык коммуникаций в сетевых социальных медиа [21–24]. Основой формирования ПОС является концепция коннективизма [17, с. 126].

С помощью ПОС преподаватель вуза может создавать содержание своего образовательного ресурса в открытой или в корпоративной среде и организует взаимодействие обучающихся с содержанием дисциплины и между всеми коллаборантами. Функционал открытой части ПОС преподавателя способен обеспечить возможности сторонним лицам (в том числе коллегам и обучающимся) совместно участвовать в образовательной деятельности, встраивать объекты из личного учебного пространства в коллективную учебную среду, возможность повторного использования цифровых объектов из личного учебного пространства в последующих учебных проектах, обеспечить коммуникацию с социальными и профессиональными сетями [15]. В перспективе возможно создание персональной образовательной среды, основанной на синергетике искусственного интеллекта и дополненной виртуальной реальности. Основная идея

содержания такой ПОС представлена на рис. 3.

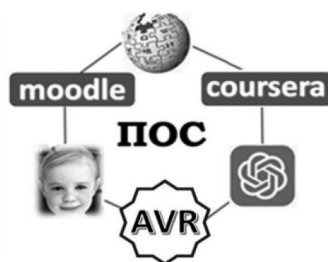


Рис. 3. Обобщенная структура персональной образовательной среды

Fig.3. Generalized structure of the personal educational environment

В этой среде останутся компоненты формального и неформального образования, технологии решения креативных задач, массовые открытые курсы, социальные сети, виртуальные и реальные курсы обучения и повышения квалификации. Вместе с тем в ней найдут место сервисы генеративных нейронных сетей, виртуальных ассистентов и средства иммерсивных технологий. Они становятся «узлами» общей ПОС преподавателя и представителей других профессий. Такая интегрированная персональная образовательная среда позволит выпускникам педагогических университетов более эффективно и качественно создавать учебные программы дисциплин, задания для самостоятельной познавательной активности, методические материалы для обучения, а также отслеживать прогресс и успеваемость обучающихся. ПОС включает возможность преподавателей общаться с учениками в процессе обучения через различные коммуникационные инструменты. Вариативность способов педагогической поддержки с помощью ПОС также повышает авторитет и значимость преподавателя в мнениях обучающихся.

ПОС позволяет повысить субъектность обучающихся, используется преподавателями в качестве цифровой системы реализации профессиональ-

ной деятельности и личностно-профессионального развития [15]. Контент-анализ состава и результатов применения ПОС преподавателя позволит администрации образовательной организации (или работодателю выпускника) оценить соответствие его цифровой компетентности Европейской рамке цифровой компетентности (DigCompEdu) или отечественным аналогам.

Заключение

Опыт обращения авторов статьи к ряду искусственных нейронных сетей показал, что в настоящее время их функционирование носит репродуктивный, модифицирующий и оптимизирующий (улучшающий, приростный) характер, не затрагивающий радикально существующие принципы и подходы. Такие инновации создаются преподавателями педагогических университетов и представителями других профессий. Креативные решения преподавателей-новаторов, отраженные в их открытых персональных образовательных средах, будут ресурсом не только для их учеников и коллег, но также для искусственных обучаемых нейронных сетей. Таким образом, появляется положительная обратная связь в совместной эволюции средств ИИ и персональных сегментов открытого образовательного пространства, необходимая для развития интеллектуальных систем поддержки персонализированного учебного процесса.

Развитие технологий ИИ для постоянного обмена знаниями и опытом между людьми способствует взаимному обучению, формированию горизонтальной организации общества, где каждый человек вносит свой вклад и является участником процесса обучения. В этом контексте важную роль имеют культура обучения через сотрудничество между людьми

и средствами ИИ, создающая атмосферу доверия и уважения к новым компонентам учебного процесса. В перспективе персональная образовательная среда, обогащенная средствами искусственного интеллекта и позволяющая человеку постоянное обучение в контексте его жизни и передачу своих знаний другим, будет способствовать развитию открытого образовательного пространства

и трансформации существующего информационного общества (Information Society) в общество обучающихся (Learning Society). В этой связи актуализируется проблема создания комплексной системы правового регулирования в сфере искусственного интеллекта.

Создание образовательных сред с компонентами искусственного интеллекта и иммерсивных технологий ставит

две согласованные на государственном уровне задачи: подготовки кадров, способных проектировать новые средства ИИ и контент образовательных иммерсивных технологий с учетом необходимых аспектов профессиональной деятельности, а также подготовки выпускников педагогических вузов, способных эффективно использовать эти средства в образовательном процессе.

Литература

1. Владимирова Л.П. Проблемы интеграции формального и неформального образования в условиях единой информационно-образовательной среды // Открытое образование. 2013. № 5 (100). С. 34–39.
2. Стародубцев В.А. Персонализированные МООК в смешанном обучении // Высшее образование в России. 2015. № 10. С. 133–144.
3. Брызгалина Е.В. Искусственный интеллект в образовании. Анализ целей внедрения // Человек. 2021. №2 (32). С. 9–29.
4. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education. Promises and Implications for Teaching and Learning. [Электрон. ресурс]. Boston: The Center for Curriculum Redesign, 2019. 228 с. Режим доступа: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>. (Дата обращения: 04.03.2024).
5. Резаев А.В., Трегубова Н.Д. ChatGPT и искусственный интеллект в университетах: какое будущее нам ожидать? // Высшее образование в России. 2023. № 6 (32). С. 19–37.
6. ChatGPT и искусственный интеллект в высшем образовании. [Электрон. ресурс]. ЮНЕСКО, 2023. Режим доступа: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_rus. (Дата обращения: 04.03.2024).
7. Долгая О.И. Искусственный интеллект и обучение в школе: ответ на современные вызовы // Школьные технологии. 2020. № 4. С. 29–38.
8. Ивахненко Е.Н., Никольский В.С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угроза или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. № 4 (32). С. 9–22.
9. Вихман В.В., Ромм М.В. Цифровые двойники в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. 2021. № 2 (30). С. 22–32.
10. Константинова Л.В., Ворожихин В.В., Петров А.М., Титова Е.С., Штышно Д.А. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы // Открытое образование. 2023. № 2 (27). С. 36–48.
11. Gašević D., Siemens G., Sadiq S. Empowering learners for the age of artificial intelligence [Электрон. ресурс] // Computers and Education: Artificial Intelligence. 2023. С. 100–130. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000097> (Дата обращения: 04.03.2024).
12. Захарова И.Г., Воробьева М.С., Боганюк Ю.В. Сопровождение индивидуальных образовательных траекторий на основе концепции объяснимого искусственного интеллекта // Образование и наука. 2022. № 1 (24). С. 163–190.
13. Медведев А.И. Правовые аспекты искусственного интеллекта и смежных технологий // Журнал Суда по интеллектуальным правам. 2022. № 4 (38). С. 48–63.
14. Патаракин Е.Д. Открытая образовательная сеть как «паутина соучастия» // Высшее образование в России. 2011. № 10. С. 111–118.
15. Стародубцев В.А. Персональная образовательная среда преподавателя: монография. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2021. 159 с.
16. Гараева Е.А. Потенциал персональной образовательной среды в развитии информационно-коммуникационной компетентности преподавателя университета // Самарский научный вестник. 2022. № 2 (11). С. 276–281.
17. Нерадовская О.Р., Стародубцев В.А. Личностно-профессиональный портрет будущего педагога // Педагогическое образование в России. 2024. № 1. С. 117–129.
18. Котов Г.С. Иммерсивный подход в образовании: возможности и проблемы реализации // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 73, Часть 1. С. 179–181.
19. Корнилов Ю.В. Иммерсивный подход в образовании // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2019. № 1(26). С. 174–178.
20. Никитина Т.Г. Восприятие пространства в традиционном и виртуальном классе // Открытое образование. 2023. № 5(27). С. 13–22.
21. Parong J., Mayer R. E. Learning science in immersive virtual reality [Электрон. ресурс] // Journal of Educational Psychology. 2018.

№ 110(6). С. 785-797. Режим доступа: <https://doi.org/10.1037/edu0000241> (Дата обращения: 04.10.2023).

22. Flynn C., Frost P. Making VR a Reality in the Classroom. [Электрон. ресурс] // *Educause Review*, 2021. Режим доступа: <https://er.educause.edu/articles/2021/4/making-vr-a-reality-in-the-classroom> (Дата обращения: 04.03.2024).

References

1. Vladimirova L.P. Problems of integration of formal and non-formal education in a unified information and educational environment. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2013; 5 (100): 34-39. (In Russ.)
2. Starodubtsev V.A. Personalized MOOCs in blended learning. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2015; 10: 133-144. (In Russ.)
3. Bryzgalina Ye.V. Artificial intelligence in education. Analysis of implementation goals. *Chelovek = Man*. 2021; 2 (32): 9-29. (In Russ.)
4. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education. Promises and Implications for Teaching and Learning. [Internet]. Boston: The Center for Curriculum Redesign; 2019. 228 p. Available from: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>. (Cited: 04.03.2024).
5. Rezayev A.V., Tregubova N.D. ChatGPT and artificial intelligence in universities: what kind of future can we expect?. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2023; 6 (32): 19-37. (In Russ.)
6. ChatGPT i iskusstvennyy intellekt v vysshem obrazovanii = ChatGPT and artificial intelligence in higher education. [Internet]. UNESCO; 2023. Available from: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_rus. (Cited: 04.03.2024). (In Russ.)
7. Dolgaya O.I. Artificial intelligence and schooling: a response to modern challenges. *Shkol'nyye tekhnologii = School technologies*. 2020; 4: 29-38. (In Russ.)
8. Ivakhnenko Ye.N., Nikol'skiy V.S. ChatGPT in higher education and science: threat or valuable resource? *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2023; 4 (32): 9-22. (In Russ.)
9. Vikhman V.V., Romm M.V. "Digital twins" in education: prospects and reality. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2021; 2 (30): 22-32. (In Russ.)
10. Konstantinova L.V., Vorozhikhin V.V., Petrov A.M., Titova Ye.S., Shtykho D.A. Generative artificial intelligence in education: discussions and forecasts. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2023; 2 (27): 36-48. (In Russ.)
11. Gašević D., Siemens G., Sadiq S. Empowering learners for the age of artificial intelli-

23. Корнеева Н.Ю., Уварина Н.В. Иммерсивные технологии в современном профессиональном образовании // *Современное педагогическое образование*. 2022. № 6. С. 17–22.

24. Токтарова В.И., Ребко О.В. Цифровая грамотность: понятие, компоненты и оценка // *Вестник Марийского государственного университета*. 2021. № 2 (15). С. 165–177.

gence [Internet]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023: 100-130. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000097> (Cited: 04.03.2024).

12. Zakharova I.G., Vorob'yeva M.S., Boganyuk Yu.V. Support of individual educational trajectories based on the concept of explainable artificial intelligence. *Obrazovaniye i nauka = Education and Science*. 2022; 1 (24): 163-190. (In Russ.)

13. Medvedev A.I. Legal aspects of artificial intelligence and related technologies. *Zhurnal Suda po intellektual'nym pravam = Journal of the Intellectual Rights Court*. 2022; 4 (38): 48-63. (In Russ.)

14. Patarakin Ye.D. Open educational network as a «web of complicity». *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher education in Russia*. 2011; 10: 111-118. (In Russ.)

15. Starodubtsev V.A. Personal'naya obrazovatel'naya sreda prepodavatelya = Personal educational environment of the teacher: monograph. Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House; 2021. 159 p. (In Russ.)

16. Garayeva Ye.A. The potential of a personal educational environment in the development of information and communication competence of a university teacher. *Samarskiy nauchnyy vestnik = Samara Scientific Bulletin*. 2022; 2 (11): 276-281. (In Russ.)

17. Neradovskaya O.R., Starodubtsev V.A. Personal and professional portrait of a future teacher. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia*. 2024; 1: 117-129. (In Russ.)

18. Kotov G.S. Immersive approach in education: opportunities and problems of implementation. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of modern pedagogical education*. 2021; 73; Part 1: 179-181. (In Russ.)

19. Kornilov Yu.V. Immersive approach in education. *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya = Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology*. 2019; 1(26): 174-178. (In Russ.)

20. Nikitina T.G. Perception of space in a traditional and virtual classroom. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2023; 5(27): 13-22. (In Russ.)

21. Parong J., Mayer R. E. Learning science in immersive virtual reality [Internet]. *Journal of Educational Psychology*. 2018; 110(6): 785-797. Avail-

able from: <https://doi.org/10.1037/edu0000241> (Cited: 04.10.2023).

22. Flynn C., Frost P. Making VR a Reality in the Classroom. [Internet]. Educause Review; 2021. Available from: <https://er.educause.edu/articles/2021/4/making-vr-a-reality-in-the-classroom> (Cited: 04.03.2024).

23. Korneyeva N.YU., Uvarina N.V. Immersive technologies in modern professional education.

Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye = Modern pedagogical education. 2022; 6: 17-22. (In Russ.)

24. Toktarova V.I., Rebko O.V. Digital literacy: concept, components and assessment. Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Mari State University. 2021; 2 (15): 165-177. (In Russ.)

Сведения об авторах

Вячеслав Алексеевич Стародубцев

Д.п.н., профессор, профессор кафедры педагогики и управления образованием

Томский государственный педагогический университет, Томск, Россия

Эл. почта: starodubtsev_v_a@tspu.edu.ru

Ольга Рамазановна Нерадовская

К.п.н., заместитель директора Института развития педагогического образования

Томский государственный педагогический университет, Томск, Россия

Эл. почта: neradovskayaor@tspu.edu.ru

Information about the authors

Vyacheslav A. Starodubtsev

Dr. Sci. (Pedagogical), Professor, Professor of the Department of Pedagogy and Education Management

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia

E-mail: starodubtsev_v_a@tspu.edu.ru

Olga R. Neradovskaya

Cand. Sci. (Pedagogical), Deputy Director of the Institute for the Development of Pedagogical Education

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia

E-mail: neradovskayaor@tspu.edu.ru



Повышение уровня познавательной активности студентов системы среднего профессионального образования на занятиях по информатике на основе коллективного способа обучения

Цель. Целью статьи является обоснование применения коллективного способа обучения на занятиях по информатике в системе среднего профессионального образования, способствующего повышению уровня познавательной активности студентов.

Методология исследования. Идея исследования связана с реализацией коллективных способов обучения на учебных занятиях по информатике для повышения уровня познавательной активности студентов. Применение коллективных способов обучения на занятиях по информатике рассматривается с трех позиций: организационной, методической и диагностической. К организационному аспекту отнесены условия формирования студенческих групп и сценарии их взаимодействия в процессе обучения. Методический аспект связан с выбором и подготовкой специального учебно-методического обеспечения, включая методы и способы обучения. Диагностический аспект обеспечивает оценку результативности усвоения учебного материала, уровня познавательной активности и состояния психологической атмосферы на учебных занятиях. Измерение уровня познавательной активности осуществляется при помощи упрощенной трехмерной диагностической методики О.В. Маркеловой. Наблюдение за изменениями психологической атмосферы на занятиях происходит методом педагогического наблюдения.

Результаты. На основании адаптации принципов и преимуществ коллективных способов обучения (по В.К. Дьяченко)

под задачи системы среднего профессионального образования, были обозначены условия формирования студенческих групп и сценарии их взаимодействия в процессе обучения информатике. Предложен цикл тренингов для реализации коллективного способа обучения на занятиях по информатике и составлена коллекция цифровых образовательных ресурсов. Адаптирован диагностический инструментарий для выявления уровня познавательной активности на занятиях по информатике. Проведена диагностика уровня познавательной активности и результативности усвоения учебного материала на занятиях по информатике, а также проанализирована психологическая атмосфера на занятиях по информатике.

Выводы. Применение приемов коллективного способа обучения на занятиях по информатике в системе среднего профессионального образования способствует повышению уровня познавательной активности студентов и, как следствие, обеспечивает комфортную психологическую атмосферу на занятиях и повышает результативность усвоения учебного материала.

Ключевые слова: обучение информатике в среднем профессиональном образовании, коллективный способ обучения, познавательная активность, результативность обучения информатике, психологический климат на занятиях.

Ksenia E. Timofeeva

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia

Increasing the Level of Cognitive Activity of Students of the Secondary Vocational Education System in Computer Science Classes Based on a Collective Learning Method

Purpose. The purpose of the article is to substantiate the application of a collective method of teaching in computer science classes in the system of secondary vocational education, contributing to an increase in the level of cognitive activity of students.

Research methodology. The idea of the study is related to the implementation of collective learning methods in computer science classes to increase the level of cognitive activity of students. The use of collective learning methods in computer science classes is considered from three positions: organizational, methodological and diagnostic. The organizational aspect includes the conditions for the formation of student groups and scenarios of their interaction in the learning process. The methodological aspect is related to the selection and preparation of special educational and methodological support, including teaching methods. The diagnostic aspect provides

an assessment of the effectiveness of learning the educational material, the level of cognitive activity and the state of the psychological atmosphere in the classroom. The measurement of the level of cognitive activity is carried out with the help of a simplified three-dimensional diagnostic method by O. Markelova. The observation of changes in the psychological atmosphere in the classroom is carried out by the method of pedagogical observation.

Results. Based on the adaptation of the principles and advantages of collective learning methods (according to V. Dyachenko) to the tasks of the secondary vocational education system, the conditions for the formation of student groups and scenarios of their interaction in the process of teaching computer science were outlined. A training cycle has been proposed for the implementation of a collective method of teaching in computer science classes and a collection of digital

educational resources has been compiled. Diagnostic tools have been adapted to identify the level of cognitive activity in computer science classes. The diagnosis of the level of cognitive activity and the effectiveness of learning material in computer science classes was carried out, as well as the psychological atmosphere in computer science classes was analyzed.

Conclusions. The use of collective teaching methods in computer science classes in the secondary vocational education system helps

to increase the level of cognitive activity of students and, as a result, provides a comfortable psychological atmosphere in the classroom and increases the effectiveness of learning material.

Keywords: computer science education in secondary vocational education, collective way of learning, cognitive activity, effectiveness of computer science education, psychological climate in the classroom.

Постановка проблемы

Современный рынок труда и запросы экономики выдвигают к выпускникам организаций среднего профессионального образования (далее – СПО) достаточно четкие и емкие требования относительно самостоятельности и непрерывности совершенствования профессиональных навыков. Мир стремительно развивается, каждый день наука и техника привносит в производственный процесс что-то новое. Быстрое обновление техники и программного обеспечения требует от специалиста непрерывного повышения уровня компетентности в области информационных технологий и прочно усвоенных базовых знаний по дисциплине «Информатика».

В систему СПО, в большинстве, попадают обучающиеся, имеющие низкий средний балл школьного аттестата, чаще всего это «трудные дети», демонстрирующие девиантное поведение и низкий уровень познавательной активности. Как следствие, подобные факты отражаются в низкой результативности обучения. В этой связи проблема повышения познавательной активности студентов на занятиях по информатике представляется чрезвычайно актуальной.

Познавательная активность студентов СПО во многом зависит от психологической атмосферы на занятиях, от взаимных отношений обучаемых и педагога. Командный феномен отношений можно эффективно использовать при коллективных способах обучения (далее – КСО), обоснованных

В.К. Дьяченко и его последователями.

Целью статьи является обоснование применения КСО на занятиях по информатике в системе СПО, способствующего повышению уровня познавательной активности студентов.

Обзор литературы

Т.Н. Бочкарева [2], В.И. Гинецинский [4], Т.А. Гусева [5], А.М. Прихожан [13] описали сущность познавательной активности через одно из интегративных личностных преобразований, которое определяет качественный характер познавательной деятельности обучающегося.

А.А. Вербиций [3], Т.А. Гусева [5], А.М. Матюшкин [10], К.Д. Ушинский [15] рассмотрели познавательную активность, как процесс самодвижения личности от потребности в знаниях к достижению результата при помощи мотивации и социального регулирования. И.Ф. Харламов [17], Т.И. Шамова [18] определили критерии, по которым выявляется уровень познавательной активности обучающегося, обосновали их связь с уровнем учебной мотивации. Л.Н. Клименко, М.И. Лисина обозначили связь между уровнем познавательной активности и уровнем самостоятельности личности.

А.Г. Ривин и В.К. Дьяченко доказали, что КСО усиливают внутреннюю мотивацию при помощи комбинирования различных форм взаимодействия между участниками образовательного процесса, что ведет к росту познавательной активности обучающихся [6].

В.Б. Лебединцев и Г.В. Клепец адаптировали коллективные способы обучения для реализации в современных условиях образовательного процесса [16].

В исследованиях таких ученых, как Н.И. Пак [12], О.В. Маркелова [8] изложено описание проблемы повышения качества подготовки студентов системы СПО при помощи повышения уровня познавательной активности и разработана модель диагностики познавательной активности студентов.

В работах ученых (М.А. Алтуховой [1], А.К. Марковой [9], А.Я. Найн [11], А.В. Синебрюховой [14]) предложено структурировать познавательную активность на три уровня: ситуационный, системный, творческий. О.В. Маркелова предложила трехмерную модель диагностирования познавательной активности студентов системы СПО, с делением на ситуативный, системный и творческий уровни [7].

Методология исследования

Идея исследования связана с реализацией КСО на занятиях по информатике для повышения уровня познавательной активности студентов. Применение КСО на занятиях по информатике имеет три основных аспекта: организационный, методический и диагностический.

К организационному аспекту относятся условия формирования студенческих групп и сценарии их взаимодействия в процессе обучения. Формирование студенческих групп возможно по следующим стра-

тегиям: группирование по нисходящей (большие группы делим на малые) и восходящей стратегии (малые группы объединяем в большие); группирование попарное (двое к двум) или индивидуальное (один к одному), группирование в жестком (преподаватель распределяет студентов на свое усмотрение) и мягком режиме (студенты сами выбирают группу). На каждую стратегию имеется отдельный сценарий взаимодействия.

Методический аспект связан с выбором и подготовкой специального учебного обеспечения образовательного процесса, включая методы и способы обучения. К ним относятся разработанные тренинги для реализации КСО на занятиях по информатике; коллекция цифровых образовательных ресурсов.

К диагностическому аспекту относится объективная оценка результативности усвоения учебного материала, уровня познавательной активности и состояние психологической атмосферы на учебных занятиях. Оценка результативности усвоения учебного материала производится по итоговой семестровой оценке студента по учебной дисциплине «Информатика». Измерение уровня познавательной активности осуществляется при помощи упрощенной трехмерной диагностической методики. О.В. Маркеловой. Наблюдение за изменениями психологической атмосферы на занятиях происходит методом педагогического наблюдения.

Основные принципы коллективных способов обучения, сформулированные В.К. Дьяченко, адаптированные для системы СПО см. рис. 1.

1. Завершенность. Обучающийся переходит к изучению нового материала только в том случае, если полностью усвоил предыдущий.

В ином случае, пробелы в знаниях не позволят продук-

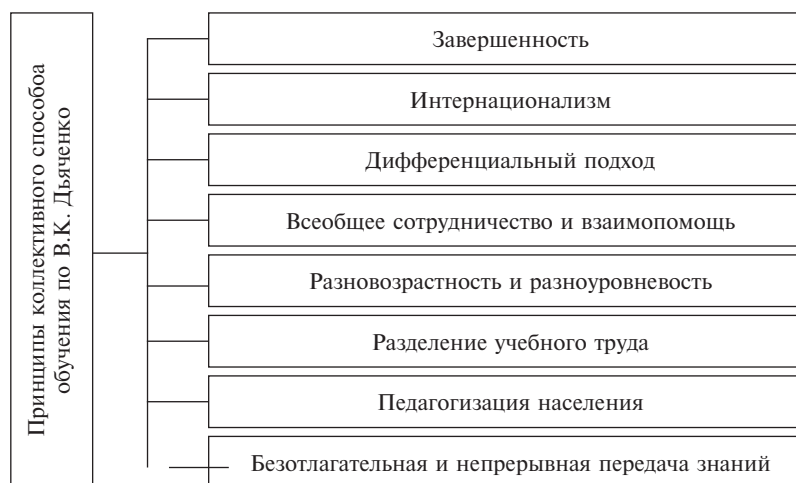


Рис. 1. Принципы коллективного способа обучения по В.К. Дьяченко

Fig. 1. Principles of the collective method of teaching according to V. Dyachenko

тивно освоить новую тему, вызовут путаницу, что при учете особенностей контингента системы СПО, может повлечь за собой полный отказ от дальнейшего погружения в учебный материал и немотивированный отказ от посещения учебных занятий.

2. Интернационализм. Обучение необходимо осуществлять только на тех языках, носители которых принимают участие в образовательном процессе.

Изучение темы на языке, недоступном во всех тонкостях для понимания, может пошатнуть интерес к усвоению учебного материала. Косвенно следует упомянуть, что на данном этапе развития системы Российского образования, в учебные группы попадают студенты, русский язык для которых родным не является, или они его знают плохо. Таких студентов лучше распределять по группам на начальных этапах реализации КСО вместе, а затем перераспределять по группам, где русский язык является родным (хорошо знакомым).

3. Дифференциальный подход. Обучающиеся работают, исходя из собственных возможностей.

Нет необходимости оказывать давление на студентов,

чрезмерное давление также способствует уходу от прямого контакта и внутреннему протесту, что влечет за собой потерю интереса, а иногда саботирование учебного процесса или агрессию.

4. Всеобщее сотрудничество и взаимопомощь. Каждый студент должен получить необходимую помощь и приобрести навыки взаимного сотрудничества с другими.

Уверенность в том, что в случае непонимания незамедлительно придут на помощь, способствует формированию уверенности в собственных силах и минимизирует страх ошибок. Студенты системы СПО подвержены оценивать свой уровень знаний ниже фактического, потому, факт того, что будет оказана помощь, прибавляет мотивации.

5. Разновозрастность и разноруровневость. В процессе жизнедеятельности человек контактирует с людьми разного возраста и разного уровня знаний, образовательный процесс должен предоставлять обучающемуся возможность получить такой опыт в тренировочном режиме.

Для студентов этот навык является очень важным в виду того, что в производственном процессе им придется контактировать с людьми различного

возраста, социального статуса, уровня подготовки. Именно этот факт делает принцип одним из основополагающих. В процессе реализации этого принципа будущий специалист знакомится с понятиями уважительного профессионального общения, субординации, такта и этикета.

6. Разделение учебного труда. Чем больше будет количество изучаемых тем, тем больше возможностей обменяться результатом учебного труда внутри учебных групп. Соответственно, разобраться в новой теме значительно проще, если ее уже усвоил товарищ и способен донести ее в доступной для понимания форме.

На производстве будущим специалистам регулярно придется делить объем работы по задачам, а затем, распределять между коллегами на основе договоренностей и производственного функционала. При реализации данного принципа они приобретут необходимый опыт в этом направлении.

7. Педагогизация населения. Каждому регулярно приходится обучать кого-то, либо обучаться у кого-то, следовательно, навыки педагогического взаимодействия являются необходимыми для каждого.

Особенно важно отметить, что для студентов системы СПО неотъемлемой частью их будущей профессиональной деятельности является передача практического опыта и обучение менее опытных (новых) сотрудников на производстве. Опыт наставничества способствует укреплению профессиональной самооценки и ведет к росту познавательной активности.

8. Безотлагательная и непрерывная передача знаний. Знания, ставшие достоянием общества, сиюминутно должны включаться в образовательный процесс, пока не утрачена их актуальность.

Незамедлительное применение новых знаний и навы-

ков способствует оптимизации труда на производстве, повышает его эффективность и, в масштабах предприятия, способствует непрерывному росту производительности. Рост производительности является наглядной демонстрацией результатов труда, что повышает мотивацию к непрерывному совершенствованию профессиональных навыков и приводит к росту познавательной активности [4].

Таким образом, согласно представленной адаптации основных принципов КСО по В.К. Дьяченко для системы СПО, можно констатировать, что они оптимально подходят под образовательные потребности студентов в целях повышения уровня их познавательной активности.

Организационно-методические решения

Применение КСО на занятиях по информатике в системе СПО необходимо осуществлять с учетом трех основных аспектов: организационного, методического и диагностического.

К организационному аспекту относятся стратегии, по которым можно осуществить формирование студенческих групп на занятиях по информатике.

При выборе стратегии целесообразно учитывать, какой

тип взаимодействия является для студентов предпочтительным (группирование в мягком режиме). В случае отсутствия сформулированного предпочтения или определенной цели учебного занятия, выбор взаимодействия между студентами остается за преподавателем (группирование в жестком режиме). Способы взаимодействия можно комбинировать, а организацию учебного процесса делать интерактивной. Сценарии взаимодействия для каждой стратегии см. табл. 1.

Методический аспект подразумевает учебное обеспечение образовательного процесса, основанного на реализации КСО. К учебному обеспечению следует отнести тренинги, направленные на усвоение обучающимися принципов коллективного труда и содержание учебного материала по дисциплине «Информатика». С этой задачей прекрасно справятся тренинги, вырабатывающие умения: ориентироваться в пространстве, слушать и слышать партнера, работать в условиях повышенного уровня фонового шума, находить и применять нужную информацию, использовать листки индивидуального учета достижений, переводить слова в зрительные образы и обратно. Важно отметить, что основой разработанных тренингов служит программный материал

Таблица 1 (Table 1)

Сценарии взаимодействия студентов в зависимости от стратегии
Scenarios of students' interaction depending on the strategy

Наименование стратегии	Сценарий взаимодействия
«По нисходящей»	Деление всей учебной группы студентов на малые группы (3-5 человек), деление всей учебной группы студентов на большие группы (6-8 человек), деление всей учебной группы студентов пополам.
«По восходящей»	Объединение малых групп студентов в большие (пары в группы, малые группы в большие и т.д.).
«Попарное группирование»	Работа парных групп над одной проблемой, работа парных групп над различными проблемами.
«Один к одному»	Диалог с одним собеседником, работа в паре, работа с преподавателем в паре.
«Один ко многим»	Работа с преподавателем в группе, работа с преподавателем в микрогруппе, работа с группой студентов, работа в микрогруппе студентов.

Содержание тренингов
Contents of trainings

Название	Содержание тренинга
«Сколько свободных мест в аудитории?»	Преподаватель спрашивает у студентов, сколько свободных мест в аудитории на данный момент. Первый студент, ответивший верно, пересаживается на свободное место без лишнего шума. Затем, преподаватель указывает на одного студента, который вновь занимает свободное место. Данный тренинг можно усложнять. В этом случае, преподаватель указывает на двух (а далее трех) студентов, которые так же пересаживаются на свободные места, без лишнего шума и пытаются не столкнуться друг с другом.
«Что ты видишь с закрытыми глазами?»	Студентам предлагают закрыть глаза и внимательно послушать, что в данный момент происходит в аудитории. Затем, преподаватель дотрагивается до плеча студента, которому необходимо переместиться максимально тихо на свободное место. Студентам в этом процессе необходимо ответить, откуда, куда и кто переместился, не открывая глаза. Студенты показывают направление перемещения, но не открывают глаза. Затем, преподаватель просит студентов удерживать предполагаемое направление перемещения человека, и открыть глаза, оценить, кто сориентировался верно, а кто – нет.
Тренинг на умение слушать и слышать партнера	Под тренировку данного навыка оптимально подходит игра, известная всем – «Сломанный телефон». Студенты распределяются на несколько групп, преподаватель выдает первому участнику группы карточку с правилами, алгоритмами или терминами из курса информатики. Первый участник читает содержимое карточки и запоминает. Затем, по памяти, передает содержимое следующему участнику, и так по цепочке, до последнего участника. Последний участник произносит ту информацию, которая до него дошла через «Сломанный телефон». Участники вновь смотрят в карточку и сопоставляют исходный вариант с конечным.
Тренинг на умение работать в условиях повышенного фонового шума	Учебную группу разбивают на две команды, каждому дают карточку с термином из курса информатики. Студентам необходимо подойти к каждому участнику второй группы и рассказать определение без запинки, постоянно меняясь партнерами. Важно обозначить студентам, что они приходят в гости друг к другу и необходимо поздороваться, поблагодарить и попрощаться. Определения понятий должны быть заранее записаны в карточках, и студенты не должны экспериментировать. Изначально в аудитории будет стоять шум, но постепенно его будет становиться все меньше, а студенты, перестанут обращать на него внимание.
Тренинг на умение находить и применять нужную информацию	Студентам раздают карточки, на которых написаны словосочетания из курса информатики. У каждого на карточке только одна часть словосочетания. Студентам необходимо найти партнера, у которого на карточке написана вторая часть словосочетания и дать определение этого понятия. Тренинг можно усложнить, если одному студенту дать карточку с наименованием термина из курса информатики, а второму определение этого термина.
Тренинг на использование листка индивидуальных достижений	Каждый студент ведет листок, который заранее заготовлен преподавателем и содержит список одноклассников с номером в журнале, фамилией, именем и отчеством. В процессе проведения любого из тренингов, описанных ранее, студенты ставят в строке партнера, который ему помог – кружочек, а в строке студента, которому он помог – крестик. Затем, такие списки можно выдавать на каждое занятие, в котором ученики будут отмечать успехи друг друга в процессе работы. Это дисциплинирует и приучает студентов к ведению рабочей документации в перспективе.
Тренинг на перевод зрительного образа в слова и обратно	Использование этого приема развивает речь студента, способность переводить образы в слова, учит внимательно слушать и точно подбирать предметное действие, соответствующее сказанному партнером слову. С этой целью используются разрезные картинки (компоненты компьютера, современной техники, профессиональная атрибутика из мира будущей профессии студента). У одного студента в паре (группе) имеется карточка с нарисованным предметом, которую запрещено показывать до окончания работы, а у его партнера – ее разрезные части. Задача первого – руководить так, чтобы партнер как можно быстрее выложил соответствующий рисунок. Управлять можно только словом, без помощи жестов. Затем тот, кто руководил, уходит искать свободного партнера, а тот, кто собирал рисунок, остается ждать нового партнера. Теперь уже руководить будет он.

дисциплины «Информатика». Содержание тренингов представлено в табл. 2.

Рассматриваемые тренинги подводят студентов к высокому уровню организации образовательного процесса и способствуют эффективному внедрению цифровых образовательных ресурсов в практику. Примерами ресурсов, которые оптимально подходят под образовательные

задачи курса информатики в системе СПО, служат Classcraft, Castle quiz, Spatial chat, Kahoot, Mentimeter и др.

Далее, приведены примеры возможных сценариев для реализации КСО на занятиях по информатике, проигранные обучающимися в процессе исследования.

Актуальным приемом освоения основного модуля обще-

образовательной программы «Информатика», является задание, которое включает в себя воспроизведение коллективом в зависимости от выбранной стратегии взаимодействия учебной миниатюры на фиксированную тему. Например, тема «Кодирование информации, информация и информационные процессы». В рамках данной темы обучающимся

было предложено разыграть учебную миниатюру с применением импровизированного реквизита, которая состояла из проблемных ситуаций. Распределение ролей было следующим. Группа студентов изображала Федеральную службу безопасности, которой необходимо было расшифровать (шифрование – дешифрование информации) сообщение о предполагаемом правонарушении, которое было составлено другой группой студентов, образно именуемых злоумышленниками. В процессе коммуникации группе дешифровщиков необходимо было добыть ключ и донести до группы злоумышленников факт неотвратимости наказания за планируемое правонарушение, ссылаясь на букву закона.

Следующая тема «Подходы к измерению информации». Данная тема рассматривалась на примере актуальных произведений кинематографа и художественной литературы. Обучающимся было предложено выбрать отрывок произведения, разыграть сценку по ролям, а затем посчитать количество информации в репликах, которые они воспроизвели. При расчете количества информации необходимо было осуществить перевод из одной единицы измерения в другую.

Тем же способом осваивалась и тема «Основные понятия алгебры логики». В данном случае обучающимся так же предлагалось выбрать диалоги между персонажами произведения, разыграть их, а затем вычленить логику высказывания, построить таблицы истинности.

В случае с темой «Компьютерные сети» обучающиеся реконструировали процесс передачи данных внутри локальной компьютерной сети и глобальной сети, назначая каждого обучающегося одним из основных компонентов сети (конечные устройства (end devices), промежуточные устройства

(intermediary devices), среды передачи данных (media) и программные средства, такие как сервисы (services) и процессы (processes). Конечные устройства: сервера, домашние компьютеры, телефоны и т. п.) Процесс передачи данных между компонентами ассоциировался с перебрасыванием мяча или мягкой игрушки.

Исходя из требований примерных образовательных программ, на данный момент введены 2 профессионально ориентированных блока, содержание которых преподаватель выбирает самостоятельно, опираясь на профессиональный стандарт, в котором перечислены основные компетенции, которыми необходимо владеть выпускнику по определенным специальностям. В профессионально ориентированных модулях к КСО добавлены компоненты профессиональной ориентации. Студенты коллективно разбирали задачи профессиональной направленности, облачаясь в спец. одежду, которая является неотъемлемым атрибутом той или иной профессии.

Например, для специальности 08.01.25 Мастер отделочных строительных и декоративных работ представляет интерес профессиональный модуль «Основы искусственного интеллекта», в котором рассматриваются этапы разработки модели машинного обучения. Данный модуль может иметь сквозное применение учебной миниатюры по каждой из тем модуля. Группе обучающихся было предложено предоставить себя на месте развивающегося и растущего искусственного интеллекта. Он проходит путь своего становления, вступая в схватку с недостаточностью и недостоверностью информации. Эволюция искусственного интеллекта в рамках занятия должна прослеживаться с соблюдением хронологии. Обучающихся учились корректно формулировать цель и задачи.

Рассматривать цель, как модель результата, отличие цели от задач, идентифицировать метрики для оценки результата. Сбор и подготовку данных, разработку модели и ее валидацию обучающимся предлагалось усвоить в форме учебной миниатюры, с отсылкой на сказку «Какие грибы съедобные, а какие ядовитые?». С погружением в атмосферу леса и соответствующим реквизитом. Импровизированными грибами стали шары, на которых были произвольно наклеены обрывки информации, а студент определял, подходит ли информация, отраженная на шарах, под цели и задачи его модели машинного обучения. Классификация информации, которая наносится на шары, предварительно производилась преподавателем, исходя из области научных знаний, которую выбирал студент. Каждому из участников постановки было необходимо проговаривать, какая информация им подходит и является съедобным грибом, отправляется в корзину, а также аргументировать, почему.

Для специальностей 08.01.07 Мастер общестроительных работ и 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий, является актуальным прикладной профессиональный модуль «Основы 3D моделирования», теоретическая часть которого преподавалась в форме учебных миниатюр с использованием соответствующего реквизита. Построение геометрических примитивов и тел вращения в программной среде КОМПАС 3D является одной из самых непростых тем для студентов. Каждому студенту преподаватель задавал тело вращения, которым он будет являться. Студенту, используя язык тела и наглядность, которую он самостоятельно подбирал после изучения базового теоретического материала, не-

обходимо было войти в роль тела вращения, описать, как тело ориентируется по осям и какие изменения претерпевает. Эталонным решением в данном случае являлось создание модели тела вращения из папье маше. Данный прикладной профессиональный модуль предполагает выполнение авторской проектной работы, тематику для которой студент выбирает самостоятельно. Поэтому оптимальной схемой при освоении модуля является следующая: выбор примитивной модели или тела вращения, самостоятельное знакомство с его характеристиками, изготовление руками выбранной модели, изображение проектной модели в программной среде КОМПАС 3D с использованием ранее выбранных примитивов или тел вращения.

Для специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей представляет интерес прикладной профессиональный модуль «Разработка веб-сайта с использованием конструктора Тильда». Студенты данного направления подготовки стремятся открыть собственные мастерские по ремонту и обслуживанию двигателей, а также устранению неисправностей в агрегатах, именно поэтому самостоятельного конструирования сайта поможет им планомерно выстраивать работу не только внутри организации, но и в качестве индивидуальных предпринимателей или самозанятых. Теоретический материал данного прикладного профессионального модуля также целесообразно усваивать с применением КСО. Создание структуры сайта начиналось с четкой постановки цели и разграничения задач. Поэтому, преподаватель каждому студенту давал задание, выстроить основную концепцию своей профессиональной деятельности в качестве мастера, прописать себе диалог, будто

они пришли в центр занятости населения для получения субсидии на открытие своего дела. Роль сотрудника службы занятости остается за преподавателем, либо назначался студент в каждой группе. Каждый студент в индивидуальном порядке рассказывал оппоненту свою идею и объяснял, почему государственная поддержка необходима именно ему. В целях убедить сотрудника службы занятости, студентам было разрешено прибегать к любому реквизиту и аргументам.

Затем, после того как беседа с сотрудником службы занятости прошла, студенты прописывали миссию предприятия, цель существования, задачи и основные разделы сайта, который, в последствии, они создавали для достижения поставленной цели. Остальные практические задания студенты выполняли непосредственно в программном продукте Тильда, в соответствии с обозначенным сценарием взаимодействия.

Третьим аспектом является диагностический. Данный аспект включает в себя объективную оценку результативности усвоения учебного материала, которую можно оценить по результатам полученной оценки по учебной дисциплине «Информатика» студентом в

предыдущем и текущем семестре на момент его окончания, что в последствии, является демонстрацией эффективности выбранных стратегий взаимодействия между студентами, целесообразности применения обозначенных цифровых образовательных ресурсов, а также методов и способов обучения. Также, в диагностический аспект входит диагностика уровня познавательной активности студентов на занятиях по информатике в начале семестра и в конце. В целях демонстрации взаимосвязи результативности усвоения учебного материала и уровня познавательной активности эти показатели целесообразно сопоставить.

Результаты исследования

Исследование проводилось в три этапа на базе ГАПОУ МО «Мурманский строительный колледж им. Н.Е. Момота», г. Мурманск в период с сентября 2022 года по июнь 2023. В исследовании принимали участие обучающиеся четырех групп 0921-11 (08.01.25 Мастер отделочных строительных и декоративных работ), 1821-11 (08.01.07 Мастер общестроительных работ), 2821-11 (08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрообо-

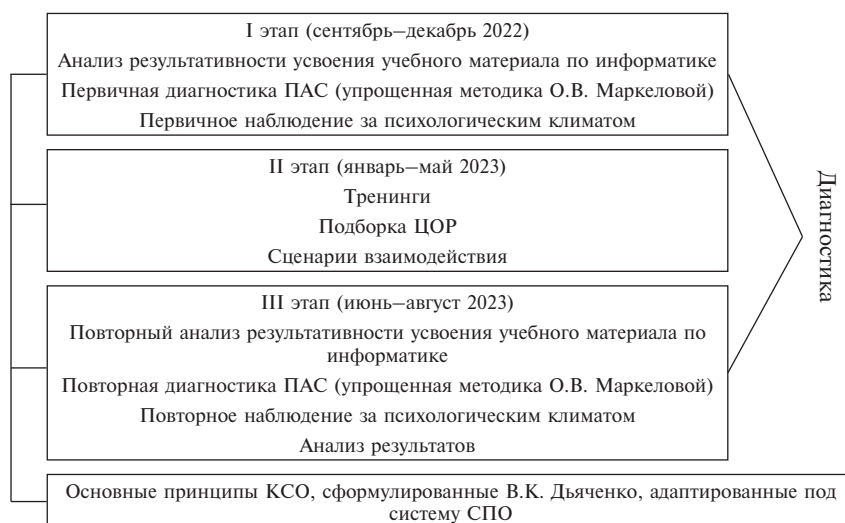


Рис. 2. Обобщенная схема исследования

Fig. 2. Generalized study design

Таблица 3 (Table 3)

Результаты исследования первичного уровня результативности усвоения учебного материала по информатике на первом этапе эксперимента

Results of the study of the primary level of effectiveness in mastering educational material in computer science at the first stage of the experiment

	Оценка «3»				Оценка «4»				Оценка «5»				Качество обученности			
	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11
Кол-во (чел.)	8	9	11	7	3	7	4	7	2	6	6	3	5	13	10	11
Проц. соотношение (%)	61,5	40,9	52,4	41,2	23,1	31,8	19	41,2	15,4	27,3	28,6	17,6	38,5	59	47,6	64,8

рудования промышленных и гражданских зданий), 2221-11 (23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей). Численность обучающихся в группах: 0921-11 – 13 человек; 1821-11 – 22 человека; 2821-11 – 21 человек; 2221-11 – 17 человек. Общее количество участников исследования – 73 человека.

Обобщенная схема исследования см. рис. 2.

Оценка результативности уровня усвоения учебного материала проводилась, исходя из оценки по информатике, полученной студентами по итогам 1 семестра обучения.

Результаты исследования первичного уровня результативности усвоения учебного материала по информатике на первом этапе эксперимента представлены в табл. 3.

Из полученных данных можно сделать вывод, что большая часть студентов по информатике имеет оценку «3», что соответствует удовлетворительному уровню усвоения учебного материала по предмету. В группе 0921-11 самое большое количество студентов, имеющих удовлетворительный уровень результативности усвоения учебного материала (62%), на втором месте группа 2821-11 (52%). В группах 1821-11 и 2221-11 одинаковое количество троек (41%). Оценка «4» соответствует уровню усвоения учебного материала «хорошо», в группе 2221-11 больше всех студентов с таким уровнем усвоения (41%), в группе

1821-11 процент таких студентов чуть ниже (31%), в группе 0921-11 студентов с таким уровнем усвоения еще чуть ниже (23%), а в группе 2821-11 меньше всех (19%). Оценка «5» соответствует уровню усвоения учебного материала «отлично», и это, к сожалению, самая малочисленная выборка студентов. В группах 1821-11 и 2821-11 процент студентов с уровнем усвоения «отлично» примерно одинаковый (27% и 29% соответственно), в остальных группах он чуть ниже, но тоже примерно одинаковый: 0921-11 (15%) и 2221-11 (18%).

Качество обученности максимальное у группы 2221-11 (65%), чуть ниже показатель группы 1821-11 (59%), затем следует группа 2821-11 (48%), последнее место занимает группа 0921-11 (39%).

При общей оценке можно ошибочно сделать вывод, что показатели успеваемости в норме, исходя из качества обученности, но следует уделить особое внимание тому, что большая часть студентов находится на уровне качества усвоения учебного материала по информатике «удовлетворительно», что требует детального изучения и пересмотра действующих способов обучения.

Согласно исследованию О.В. Маркеловой, уровень успеваемости познавательной активности студентов (ПАС) соответствует уровню усвоения учебного материала по предмету информатика. Таким образом, исходя из детального анализа успеваемости можно распределить обучающихся по трем уровням познавательной активности: ситуативный, си-

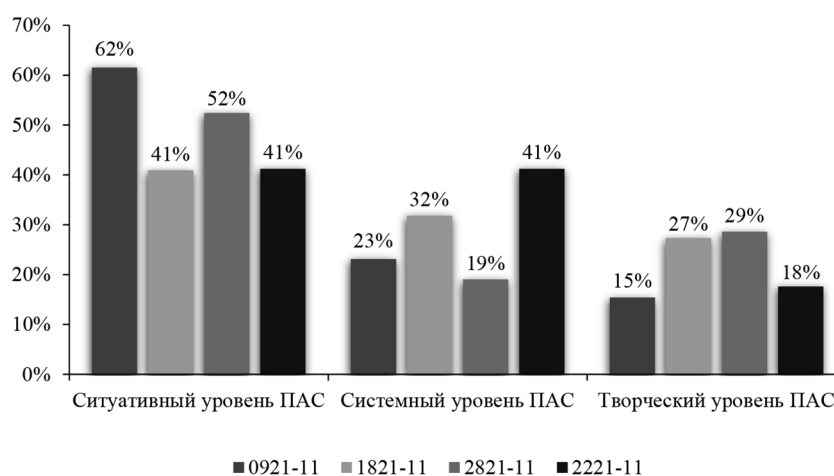


Рис. 3. Уровень познавательной активности студентов, диагностированный по упрощенной методике О.В. Маркеловой на первом этапе исследования

Fig. 3. Level of cognitive activity of students, diagnosed using a simplified method by O. Markelova at the first stage of the study

стемный и творческий. Ситуативный уровень познавательной активности присваивается студентам, имеющим уровень результативности усвоения учебного материала по информатике «удовлетворительно», системный уровень присваивается студентам, имеющим уровень результативности усвоения учебного материала по информатике «хорошо», творческий уровень присваивается студентам, имеющим уровень результативности усвоения учебного материала по информатике «отлично». Распределим обучающихся по трем уровням познавательной активности и представим результаты в виде гистограммы рис. 3.

Для ситуативного уровня познавательной активности характерны одиночные всплески интереса, при изучении отдельных тем по информатике. Студенты приобретают знания и навыки в пределах учебной программы, но не в полной мере, тем самым приобретают и осваивают компетенции лишь по некоторым темам курса. Эти признаки характерны для студентов, имеющих уровень результативности усвоения учебного материала по информатике «удовлетворительно», данная группа студентов является на первом этапе исследования самой многочисленной.

Для системного уровня познавательной активности характерен постоянный интерес к информатике, но подход при усвоении узкоспециализирован, что способствует успешному усвоению базового курса информатики, но не дает возможности применять полученные знания в повседневной жизни и в целях повышения уровня собственной конкурентоспособности на рынке труда. Эти признаки характерны для студентов, имеющих уровень результативности усвоения учебного материала по информатике «хорошо».

Для творческого уровня познавательной активности характерно устойчивое стремление студента к постоянному личностному и профессиональному росту в процессе обучения информатике, такие студенты имеют широкий подход к целям и задачам, что способствует устойчивой готовности к повышению профессионализма через самообразование. Эти признаки характерны для студентов, имеющих уровень результативности усвоения учебного материала по информатике «отлично». Данная группа студентов является на первом этапе исследования самой немногочисленной.

Психологическая атмосфера на занятиях по информатике на первом этапе исследования характеризовалась, как напряженная. В процессе педагогического наблюдения и взаимодействия с преподавателями по другим предметам, удалось установить, что учебным группам свойственны конфликты, открытое противоборство, низкий уровень мотивации к учению, регулярные нарушения дисциплины и прогулы. Слаженным коллективом никто из преподавателей учебные группы, участвующие в исследовании не обозначил. Эти входные данные были взяты за общую характеристику психологического климата в учебных группах до начала реализации КСО.

В целях повышения уровня познавательной активности на

втором этапе исследования на учебных занятиях по информатике проводилась работа с учетом адаптированных под потребности СПО коллективных способов обучения, разработанных тренингов и подобранных цифровых образовательных ресурсов. Работа выстраивалась по следующей схеме: в начале учебного занятия проводился тренинг, направленный на выработку навыков коллективной работы, затем, обучающиеся выбирали сценарий взаимодействия, в рамках темы учебного занятия. После проигранных сценариев, обучающиеся заполняли оценочные листы и сдавали их преподавателю. Обобщенная схема учебного занятия представлена на рис. 4.

В конце учебного семестра, после выставления семестровых оценок, была проведена повторная диагностика результативности усвоения учебного материала по информатике, исследован итоговый уровень познавательной активности и проведены повторные наблюдения за психологическим климатом внутри учебных групп.

Повторная диагностика проводилась по тем же методикам, что и на первом этапе эксперимента. После подведения итога семестра были получены следующие результаты см. табл. 4.

Согласно полученным данным, наблюдается рост уров-

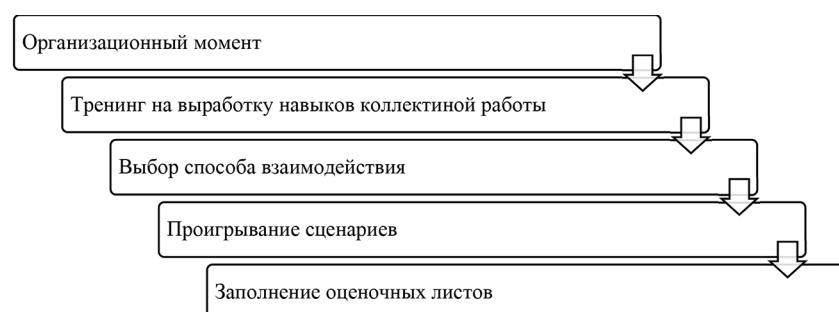


Рис. 4. Обобщенная схема учебного занятия, реализация коллективных способов обучения на занятиях по информатике

Fig. 4. Generalized diagram of a training session, implementation of collective learning methods in computer science classes

Таблица 4 (Table 4)

Результаты исследования уровня результативности усвоения учебного материала по информатике на третьем этапе эксперимента

Results of the study of the level effectiveness of mastering educational material in computer science at the third stage of the experiment

	Оценка «3»				Оценка «4»				Оценка «5»				Качество обученности			
	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11	0921-11	1821-11	2821-11	2221-11
Кол-во (чел.)	3	5	7	4	5	7	8	6	5	10	6	7	10	17	14	13
Проц. соотношение (%)	23	22,7	33,3	23,5	38,5	31,8	38,2	35,3	38,5	45,5	28,5	41	76,9	77,3	66,7	76,5

ня результативности усвоения учебного материала по информатике у обучающихся всех групп, учествовавших в исследовании.

В группе 0921-11 ранее оценку «3» по информатике имели 61,5% студентов, что соответствует удовлетворительному уровню результативности усвоения учебного материала по информатике. По окончании эксперимента, удовлетворительный уровень остался у 23% процентов обучающихся. Оценка «4», что соответствует уровню результативности усвоения «хорошо», была у 23,1% обучающихся, процент таких студентов после реализации КСО составил 38,5%. Оценка «5», что соответствует уровню результативности усвоения «отлично», была у 15,4% студентов, в конце эксперимента процент таких студентов составил 38,5%. Качество обученности в рассматриваемой группе возросло с 38,5% до 76,9%.

В группе 1821-11 ранее оценку «3» по информатике имели 40,9% студентов, что соответствует удовлетворительному уровню результативности усвоения учебного материала по информатике. По окончании эксперимента, удовлетворительный уровень остался у 22,7% процентов обучающихся. Оценка «4», что соответствует уровню результативности усвоения «хорошо», была у 31,8% обучающихся, процент таких студентов после реализации КСО остался без изменения (31,8%). Оценка «5», что соответствует уровню резуль-

тативности усвоения «отлично», была у 27,3% студентов, в конце эксперимента процент таких студентов составил 45,5%. Качество обученности в рассматриваемой группе возросло с 59,5% до 77,3%.

В группе 2821-11 ранее оценку «3» по информатике имели 52,4% студентов, что соответствует удовлетворительному уровню результативности усвоения учебного материала по информатике. По окончании эксперимента, удовлетворительный уровень остался у 33,3% процентов обучающихся. Оценка «4», что соответствует уровню результативности усвоения «хорошо», была у 19% обучающихся, процент таких студентов после реализации КСО составил 38,2%. Оценка «5», что соответствует уровню результативности усвоения «отлично», была у 28,6% студентов, в конце экс-

перимента процент таких студентов не изменился (28,6%). Качество обученности в рассматриваемой группе возросло с 47,6% до 66,7%.

В группе 2221-11 ранее оценку «3» по информатике имели 41,2% студентов, что соответствует удовлетворительному уровню результативности усвоения учебного материала по информатике. По окончании эксперимента, удовлетворительный уровень остался у 23,5% процентов обучающихся. Оценка «4», что соответствует уровню результативности усвоения «хорошо», была у 41,2% обучающихся, процент таких студентов после реализации КСО уменьшился и составил 35,3%. Оценка «5», что соответствует уровню результативности усвоения «отлично», была у 17,6% студентов, в конце эксперимента процент таких студентов составил 41%.



Рис. 5. Динамика изменения в качестве обученности студентов, после реализации КСО

Fig. 5. Dynamics of changes in the quality of students' learning after the implementation of collective ways of learning

Качество обученности в рассматриваемой группе возросло с 64,8% до 76,5%.

В целях наглядной демонстрации динамики изменения в качестве обученности студентов, после реализации КСО, представим первичные данные и данные полученные на третьем этапе эксперимента, в виде гистограммы см. рис 5.

По данным гистограммы можно сделать вывод, что практически во всех группах качество обученности уровнялось и стремится к росту. Самый большой рост в качестве обученности показала группа 0921-11, перейдя от качества в 38,5% до 76,9%. Самые незначительные изменения можно наблюдать в группе 2221-11, начальный уровень качества обученности составлял 64,8%, затем составил 76,5%.

Распределим обучающихся в соответствии с уровнем результативности усвоения учебного материала по информатике по уровням познавательной активности: ситуативный, системный и творческий. Представим полученные данные в виде гистограммы, в которой сопоставим начальный уровень познавательной активно-

сти с уровнем на третьем этапе эксперимента рис. 6.

На основании представленных данных можно констатировать снижение количества студентов, имеющих ситуативный уровень познавательной активности. Снижение наблюдается в каждой из групп, участвовавших в исследовании. Практически в два раза уменьшилось количество студентов, для которых характерны одиночные всплески интереса, при изучении отдельных тем по информатике. Ранее в группе 0921-11 ситуативный уровень познавательной активности был характерен для 61,5% обучающихся, после проведенной работы он составил 23%. В группе 1821-11 ситуативный уровень познавательной активности в начале исследования был у 40,9%, после проведенной работы составил 22,7%. В группе 2821-11 ситуативный уровень познавательной активности до проведенной работы был у 52,4% студентов, после проделанной работы он составил 33,3%. В группе 2221-11 ситуативный уровень познавательной активности до начала работы составлял 41,2%, после проведенной работы 23,5%.

Также, на основании проведенного исследования можно сделать вывод, что выросло количество студентов с системным уровнем познавательной активности. В основном рост произошел за счет перехода с ситуативного уровня. Количество студентов, имеющих системный уровень познавательной активности, существенно выросло. Если ранее студентов, для которых характерен постоянный интерес к информатике, но подход при усвоении узкоспециализирован, было в группе 0921-11 23,1%, то после проведенной работы процент вырос до 38,5%. В группе 1821-11 системный уровень познавательной активности не изменился в численном эквиваленте (31,8%), но произошел переход студентов с ситуативного уровня на системный, а с системного на творческий, на этом основании динамика в этой группе все-таки имеет место. В группе 2821-11 ранее 19% студентов имели системный уровень познавательной активности, после проведенной работы процент таких студентов составил 38,2%. В группе 2221-11 ранее студентов с системным уровнем познавательной активности было 41,2%, после проведенной работы процент изменился до 35,3%, при детальном анализе полученных данных удалось обнаружить, что многие студенты перешли с системного уровня на творческий, именно этим объясняется уменьшение процентного соотношения.

Студенты с творческим уровнем познавательной активности в начале исследования были самой малочисленной группой, после проведенной работы оказалось, что в некоторых группах произошел рост количества таких студентов практически в 2 раза. Студентов, для которых характерно устойчивое стремление к постоянному личностному и профессиональному росту в процессе обучения информатике,

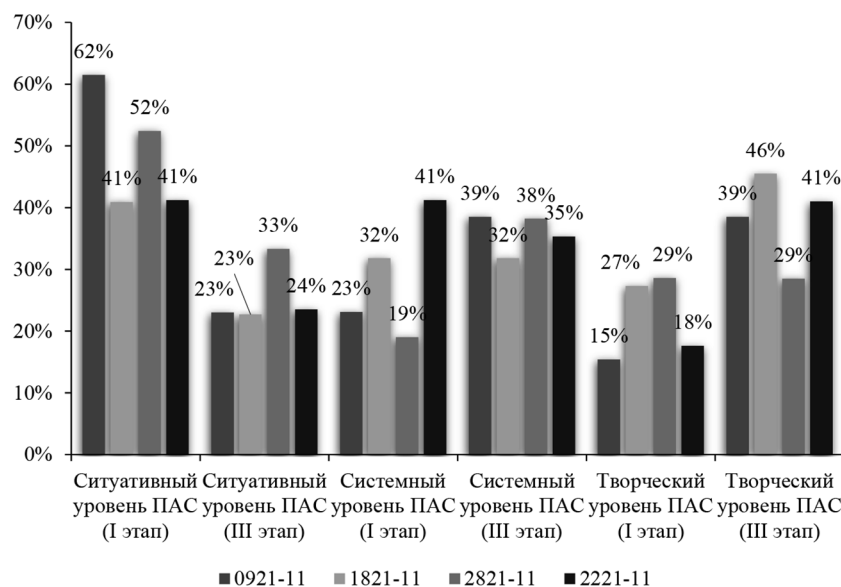


Рис. 6. Уровень познавательной активности, диагностированный по упрощенной методике О.В. Маркеловой на третьем этапе исследования
Fig. 6. Level of cognitive activity, diagnosed using the simplified method of O. Markelova at the third stage of the study

имеющих широкий подход к целям и задачам изучения информатики, в группе 0921-11 стало 38,5% (ранее 15,4%). В группе 1821-11 студентов с творческим уровнем познавательной активности стало 45,5% (ранее 27,3%). В группе 2821-11 количество студентов, имеющих творческий уровень познавательной активности, не изменился (28,5%), но заметно изменился процент тех студентов, кто перешел с ситуативного на системный, потому что положительная динамика прослеживается. В группе 2221-11 студентов с творческим уровнем познавательной активности в начале исследования было 17,6%, после проведенной работы процент вырос до 41%.

Взросший уровень познавательной активности студентов напрямую отразился на психологическом климате в группах. Если ранее атмосфера на занятиях характеризовалась, как напряженная, то теперь студенты стали легче вступать в контакт друг с другом и преподавателем. В процессе повторной беседы с преподавателями, преподававшими другие предметы в группах, принимавших участие в исследовании, было установлено, что конфликты начали постепенно уходить, открытое противостояние и соперничество вовсе перестало прослеживаться, уровень мотивации к учению возрос (вырос уровень подготовки домашних заданий, общий уровень активности на занятиях, посещае-

мость). Преподаватели также отметили рост уровня дисциплины в учебных группах, обучающиеся стали прислушиваться друг к другу, общаться более уважительно, перестали употреблять нецензурную лексику и позволять себе чрезмерное проявление эмоций. На занятиях по информатике было отмечено, что в результате упражнений, которые студенты повторяют многократно, происходит совершенствование навыков логического мышления, в процессе многократного повторения материала вслух происходит мобилизация и актуализация опыта и знаний растет уровень ответственности не только за свои результаты учебного труда, но и за результаты коллективного учебного труда, а обсуждение учебного материала с несколькими сменными партнерами способствует увеличению количества ассоциативных связей, что провоцирует повышение уровня усвоения материала.

Заключение

На основании адаптации принципов и преимуществ КСО (по В.К. Дьяченко) под задачи системы СПО были обозначены условия формирования студенческих групп и сценарии их взаимодействия в процессе обучения информатике. Предложен цикл тренингов для реализации КСО на занятиях по информатике и составлена коллекция цифро-

вых образовательных ресурсов. Адаптирован диагностический инструментарий для выявления уровня познавательной активности на занятиях по информатике. Проведена диагностика уровня познавательной активности и результативности усвоения учебного материала на занятиях по информатике, а также проанализирована психологическая атмосфера на занятиях по информатике.

Предложенный в работе подход к повышению уровня познавательной активности студентов на занятиях по информатике в системе СПО реализуется при соблюдении трех ее основных аспектов: организационном, методическом и диагностическом. Основу подхода к применению КСО на учебных занятиях по информатике составляют тренинги и сценарии взаимодействия студентов. Диагностический аспект демонстрирует эффективность выбранного способа распределения студентов по группам, а также рост познавательной активности и улучшение психологического климата внутри учебных групп.

Таким образом, применение приемов КСО на занятиях по информатике в системе СПО способствует повышению уровня познавательной активности студентов и, как следствие, обеспечивает комфортную психологическую атмосферу на занятиях и повышает результативность усвоения учебного материала.

Литература

1. Алтухова М.А. Информационные компетенции как основа развития познавательной активности студентов вуза физической культуры [Электрон. ресурс] // Вестник ЧГАКИ. 2014. № 2 (38). С. 170–172. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-kompetentsii-kak-osnova-razvitiya-poznavatelnoy-aktivnosti-studentov-vuza-fizicheskoy-kultury> (Дата обращения: 22.01.2024).
2. Бочкарева Т.Н. Познавательная активность студентов вузов как психолого-педагогическая

проблема [Электрон. ресурс] // Современные исследования социальных проблем. 2017. № 1. С. 18–28. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/poznavatel'naya-aktivnost-studentov-vuzov-kak-psiologo-pedagogicheskaya-problema> (Дата обращения: 22.01.2024).

3. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: методическое пособие. М.: Высшая школа, 1991. 207 с.

4. Гинецинский В.И. Основы теоретической педагогики: учебное пособие. СПб: Издательство СПбГУ, 1992. 154 с.

5. Гусева Т.А. Психология познавательной активности: системно-стилевое исследование: монография. Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2013. 211 с.

6. Дьяченко В.К. Новая дидактика. М.: Народное образование, 2001. 496 с.

7. Маркелова О.В. Диагностическая среда оценки уровня познавательной активности студентов колледжей при изучении информатики [Электрон. ресурс] // Нижегородское образование. 2018. № 4. С. 75–81. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnosticheskaya-sreda-otsenki-urovnya-poznavatelnoy-aktivnosti-studentov-kolledzhey-pri-izuchenii-informatiki> (Дата обращения: 22.01.2024).

8. Маркелова О.В. Психолого-педагогические особенности изучения информатики в колледже [Электрон. ресурс] // Педагогическая информатика. 2019. № 1. С. 75–78. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/start_session.asp?rp age=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D38213012 (Дата обращения: 25.01.2024).

9. Маркова А.К. Формирование мотивации учения. М.: Просвещение, 1990. 192 с.

10. Матюшкин А.М. Психологическая структура, динамика и развитие познавательной активности [Электрон. ресурс] // Вопросы психологии. 1982. № 4. С. 5–17. Режим доступа: <http://lib.mgppu.ru/opacunicode/app/webroot/index.php?url=/notices/index/IdNotice:31759/Source:default> (Дата обращения: 25.01.2024).

11. Найн А.Я. Педагогические основы рефлексивного управления профессионально-образовательным учреждением: монография. Челябинск: Уральская академия, 2012. 392 с.

12. Пак Н.И. О концепции информационного подхода в обучении [Электрон. ресурс] // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2011. № 1. С. 91–98. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kontseptsii-informatsionnogo-podhoda-v-obuchenii/viewer> (Дата обращения: 25.01.2024).

13. Прихожан А.М. Познавательная активность [Электрон. ресурс] // Интернет-журнал «Первое сентября». 2003. № 43. Режим доступа: <http://psy.1september.ru/article.php?ID=200304307> (Дата обращения: 22.01.2024).

14. Синебрюхова А.В. Активизация познавательной деятельности студентов [Электрон. ресурс] // Специалист. 2008. № 8. С. 26–28. Режим доступа: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24694/1/notv-2014-164.pdf> (Дата обращения: 22.01.2024).

15. Ушинский К.Д. Избранные педагогические труды. В 2-х т. Т. 2. М.: Педагогика, 1974. 440 с.

16. Литвинская И.Г., Иволгина Л.И., Лебединцев В.Б. и др. Фронтально-парные занятия: учебно-методическое пособие / Под. ред. И.Г. Литвинской. Красноярск: 2022. 76 с.

17. Харламов И.Ф. Как активизировать учение школьников. Минск: Народная асвета, 1975. 208 с.

18. Шамова Т.И. Активизация учения школьников. М.: Педагогика, 1992. 208 с.

References

1. Altukhova M.A. Information competencies as the basis for the development of cognitive activity of students at a physical education university [Internet]. Vestnik CHGAKI = Bulletin of The Chelyabinsk State Institute of Culture and Arts. 2014; 2 (38): 170-172. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-kompetentsii-kak-osnova-razvitiya-poznavatelnoy-aktivnosti-studentov-vuzov-fizicheskoy-kultury> (Cited: 22.01.2024). (In Russ.)

2. Bochkareva T.N Cognitive activity of university students as a psychological and pedagogical problem [Internet]. Sovremennyye issledovaniya sotsial'nykh problem = Modern studies of social problems. 2017; 1: 18-28. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/poznavatel'naya-aktivnost-studentov-vuzov-kak-psihologo-pedagogicheskaya-problema> (Cited: 22.01.2024). (In Russ.)

3. Verbitskiy A.A. Aktivnoye obucheniye v vysshey shkole: kontekstnyy podkhod = Active learning in higher education: a contextual approach: a methodological manual. Moscow: Higher School; 1991. 207 p. (In Russ.)

4. Ginetsinskiy V.I. Osnovy teoreticheskoy pedagogiki: uchebnoye posobiye = Fundamentals of

theoretical pedagogy: textbook. Saint Petersburg: St. Petersburg State University Publishing House; 1992. 154 p. (In Russ.)

5. Guseva T.A. Psikhologiya poznavatel'noy aktivnosti: sistemno-stilevoye issledovaniye: monografiya = Psychology of cognitive activity: system-style research: monograph. Biysk: V.M. Shukshin BPGU; 2013. 211 p. (In Russ.)

6. D'yachenko V.K. Novaya didaktika = New didactics. Moscow: Public Education; 2001. 496 p. (In Russ.)

7. Markelova O.V. Diagnostic environment for assessing the level of cognitive activity of college students when studying computer science [Internet]. Nizhegorodskoye obrazovaniye = Nizhny Novgorod education. 2018; 4: 75-81. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnosticheskaya-sreda-otsenki-urovnya-poznavatelnoy-aktivnosti-studentov-kolledzhey-pri-izuchenii-informatiki> (Cited: 22.01.2024). (In Russ.)

8. Markelova O.V. Psychological and pedagogical features of studying computer science in college [Internet]. Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics. 2019; 1: 75-78. Available from: https://www.elibrary.ru/start_session.asp?rp age=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D38213012 (Дата обращения: 25.01.2024).

2Easp%3Fid%3D38213012 (Cited: 25.01.2024). (In Russ.)

9. Markova A.K. Formirovaniye motivatsii ucheniya = Formation of learning motivation. Moscow: Education; 1990. 192 p. (In Russ.)

10. Matyushkin A.M. Psychological structure, dynamics and development of cognitive activity [Internet]. Voprosy psikhologii = Questions of psychology. 1982; 4: 5-17. Available from: <http://lib.mgppu.ru/opacunicode/app/webroot/index.php?url=/notices/index/IdNotice:31759/Source:default> (Cited: 25.01.2024) (In Russ.)

11. Nayn A.YA. Pedagogicheskiye osnovy reflektivnogo upravleniya professional'no-obrazovatel'nyim uchrezhdeniyem: monografiya = Pedagogical foundations of reflexive management of a vocational educational institution: monograph. Chelyabinsk: Ural Academy; 2012. 392 p. (In Russ.)

12. Pak N.I. On the concept of an information approach to teaching [Internet]. Vestnik KGPU im. V.P. Astaf'eva = Bulletin of KSPU named after V.P. Astafiev. 2011; 1: 91-98. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-kontseptsii-informatsionnogo-podhoda-v-obuchenii/viewer> (Cited: 25.01.2024). (In Russ.)

13. Prikhozhan A.M. Cognitive activity [Internet]. Internet-zhurnal «Pervoye sentyabrya» = Internet magazine «First of September». 2003; 43. Available from: <http://psy.1september.ru/article.php?ID=200304307> (Cited: 22.01.2024). (In Russ.)

14. Sinebryukhova A.V. Activation of cognitive activity of students [Internet]. Spetsialist = Specialist. 2008; 8: 26-28. Available from: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24694/1/notv-2014-164.pdf> (Cited: 22.01.2024). (In Russ.)

15. Ushinskiy K.D. Izbrannyye pedagogicheskiye trudy = Selected pedagogical works. In 2 volumes. Vol. 2. Moscow: Pedagogy; 1974. 440 p. (In Russ.)

16. Litvinskaya I.G., Ivolgina L.I., Lebedintsev V.B. et al. Frontal'no-parnyye zanyatiya: uchebno-metodicheskoye posobiye = Frontal-paired classes: educational manual. Ed. I.G. Litvinskoy. Krasnoyarsk: 2022. 76 p. (In Russ.)

17. Kharlamov I.F. Kak aktivizirovat' ucheniye shkol'nikov = How to activate schoolchildren's learning. Minsk: Public education; 1975. 208 p. (In Russ.)

18. Shamova T.I. Aktivizatsiya ucheniya shkol'nikov = Activation of schoolchildren's learning. Moscow: Pedagogika = Pedagogy; 1992. 208 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Ксения Евгеньевна Тимофеева

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,

Красноярск, Россия

Эл. почта: domuzhneva@gmail.com

Information about the author

Ksenia E. Timofeeva

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev,

Krasnoyarsk, Russia

E-mail: domuzhneva@gmail.com



Методика организации и проведения дистанционных олимпиад по корейскому языку как второму иностранному в процессе профессиональной подготовки будущих учителей иностранного языка

В данной статье автор представляет методику организации и проведения дистанционных олимпиад по корейскому языку как второму иностранному в процессе профессиональной подготовки будущих учителей иностранного языка.

Цель исследования — изучить специфику организации дистанционных олимпиад по вторым иностранным языкам в условиях профессиональной подготовки, определить основные задачи олимпиады по корейскому языку (повышение мотивации, интереса к изучению корейского языка, приобщение к корейской культуре, и т.д.), и проанализировать основные требования к дистанционным олимпиадным заданиям, разработать задания для первого тура (тестового характера), и второго тура, которые направлены на выявление коммуникативных способностей и их развитие, то есть на проверку уровня владения устной иноязычной речью.

В качестве основных **методов исследования** используются теоретический анализ психолого-педагогической, методической литературы и нормативных документов по исследуемой проблеме; интервьюирование, наблюдение за деятельностью студентов; моделирование; педагогический эксперимент.

В качестве **материалов исследования** представлены варианты олимпиадных заданий по корейскому языку для первого и второго туров, программа дистанционной олимпиады по корейскому языку, а также результаты, полученные участниками, в процессе прохождения первого и второго туров дистанционной олимпиады.

Результаты. Методика, предлагаемая автором, прошла апробацию в группах студентов 3–4 курсов Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова, обучающихся по образовательной программе 6B01703 Иностранный язык: два иностранных языка. В статье представлен анализ результатов проведенной дистанционной олимпиады, примеры заданий на каждый тур и основные критерии оценки олимпиадных заданий. Требования к олимпиадным заданиям по вторым

иностранному языкам предполагали: возможность массового охвата студентов олимпиадными заданиями; соответствие заданий учебному плану; лимит времени; опору на опыт студентов, включая навыки и умения владения родным языком; повышение степени сложности заданий; разнообразие форм и содержания заданий, идейное содержание и новизна; задания проблемного характера, чтобы активизировать мышление студентов, языковую догадку; привлечение аутентичного материала к олимпиадным заданиям; использование краеведческого, экстралингвистического материала. Учитывалась также общая сложность заданий, и трудности, связанные с характером языкового материала.

Заключение. По результатам проведенной экспериментальной работы автор приходит к выводам: ведущий принцип организации дистанционных олимпиад предполагает, что профессорско-преподавательский состав вуза будет ориентирован на своевременное выявление интереса будущих учителей к корейскому языку, вовлечение их в процесс подготовки к олимпиаде, формирование тем самым их интереса к корейской культуре и языку. Олимпиадные задания должны носить творческий характер, чтобы студенты учились самостоятельно находить пути решения задач и вырабатывали навыки самообразования и саморазвития. Участие в олимпиаде повышает учебную мотивацию студентов, расширяет их кругозор, развивает умение выражать свое мнение. Разнообразие требований к работе участников делает оценку каждого члена жюри достаточно субъективной, однако коллективный характер процедуры оценивания обеспечивает правильность и объективность итогового решения, позволяет знакомить участников с результатами выполненной ими работы и рассматривать апелляции на основании заявки участника Олимпиады после каждого тура.

Ключевые слова: дистанционная олимпиада, корейский язык, профессиональная подготовка, учителя иностранного языка.

Irina Yu. Larionova

East Kazakhstan University named after Sarsen Amanzholov, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Methodology of Organizing and Conducting Distance Olympiads in Korean as a Second Foreign Language in the Process of Professional Training of Future Foreign Language Teachers

In this article, the author presents the methodology of organizing and conducting distance Olympiads in Korean as a second foreign language in the process of professional training of foreign language teachers.

The **purpose** of the study is to examine specifics of second foreign language distance Olympiads organization in the context of professional training, main objectives of the Korean language Olympiad (increasing motivation, interest in learning Korean, exposure to Korean culture, etc.), and to analyze the main requirements for distance Olympiad

tasks of the first round (tests), and tasks of the second round, which are aimed to identify the level of communication abilities.

Interview, testing and observation are used as the main methods of research.

Results. The methodology proposed by the author was tested in groups of 3–4 year students of Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University (educational program 6B01703 foreign language: two foreign languages). The article presents analysis of the distance Olympiad's

results, examples of tasks for each round and the main criteria for evaluating the tasks. The requirements to the second foreign language Olympiad tasks implied: possibility of mass coverage of students with Olympiad tasks; compliance of the tasks with the curriculum; time limit; relying on the students' experience, including their native language skills and abilities; increasing tasks complexity; variety of tasks forms and content, the tasks contents and novelty; problem nature tasks to stimulate students thinking, language guess; using authentic material for the Olympiad tasks; the use of local history and extralinguistic material. The general complexity of the tasks, and difficulties associated with the nature of the linguistic material were also taken into account.

Conclusion. According to the results of the experimental work, the author comes to the following conclusion: the leading principle of organizing distance Olympiads assumes that the university faculty will be focused on the timely identification of the future

teachers' interest to the Korean language, their involvement in preparation for the Olympiad, thus forming their interest in Korean culture and language. Olympiad assignments should be creative so that students learn to find their own ways of solving problems and develop self-education skills. Participation in the Olympiad increases students' learning motivation, broadens their horizons, and develops their ability to express their opinions. The variety of requirements to the work of participants makes the assessment of each member of the jury quite subjective, but the collective nature of the evaluation procedure ensures correctness and objectivity of the final decision, allows participants to familiarize with the results of their work and consider appeals after each round of the Olympiad participants.

Keywords: distance Olympiad, Korean language, professional training, foreign language teachers.

Введение

Реформирование современной системы высшего языкового образования вызывает необходимость поиска новых подходов к выявлению и диагностике проблем профессиональной подготовки будущих педагогов в вузе [1, с. 240]. Исследования [2, 3, 4] и педагогическая практика показывают, что результаты диагностики становятся гораздо более объективными, если исследование продумано с организационно-педагогической точки зрения. Предметные олимпиады, в том числе и олимпиады по вторым иностранным языкам (в нашем случае, по корейскому языку), являются одним из самых эффективных видов работы со студентами — будущими учителями, в ходе которых они могут показать свою языковую подготовку и улучшить свои знания иностранного языка.

Основными задачами данного исследования являются изучение специфики организации дистанционных олимпиад по вторым иностранным языкам в условиях профессиональной подготовки, определение задач олимпиады по корейскому языку (повышение мотивации, интереса к изучению корейского языка, приобщение к корейской культуре, и т.д.), анализ основных требований к дистанционным олимпиадным заданиям, разработка олимпиадных заданий по корейскому

языку первого тура (тестового характера), и заданиям второго тура, которые направлены на выявление коммуникативных способностей и их развитие, то есть на проверку уровня владения устной иноязычной речью.

Обращение к психолого-педагогическим исследованиям по проблемам проведения учебных занятий, конкурсов и соревнований в вузах в дистанционном формате показало, что накоплена система научно-педагогических знаний, позволяющих достаточно глубоко осмыслить проблему организации предметных олимпиад в профессиональной подготовке педагогов.

Так, вопросы организации учебной деятельности вузов в дистанционном режиме, сложности и возможные риски рассматриваются в трудах исследователей Д.А. Штыхно, Л.В. Константиновой, Н.Н. Гагиева [5].

Открытые образовательные ресурсы как средство повышения эффективности языкового образования в российском вузе исследуются в трудах Т.В. Сидоренко [6]. Результаты педагогических исследований в области методологии и методики языкового дистанционного обучения в научно-профессиональной коммуникации, отражены в трудах С.С. Хромова, Т.П. Скориковой, Н.В. Днепровской [7]. Исследователи О.А. Жиронкина, Н.А. Медведева, Е.Е. Соколова изучали роль цифровых технологий

при организации обучения в дистанционном формате [8].

Описание сравнительных достоинств и недостатков традиционных научных конкурсов и олимпиад и дистанционных научных соревнований студентов (в том числе Интернет-олимпиад), а также влиянию этих достоинств и недостатков на архитектуру и методы реализации автоматизированных систем поддержки дистанционных научных соревнований и проведения дистанционных экзаменов, представлено в работах исследователя С.Е. Рукшина [9].

Однако в задачу авторов данных исследований не входило рассмотрение особенностей организации проведения предметных олимпиад с учетом специфики иноязычного образования; предлагаемые исследователями методики рассчитаны на студентов, обладающих определенным учебно-профессиональным опытом работы в Интернет-сетях; описан процесс проведения дистанционных олимпиад по точным и естественным наукам, в то время как обучение второму иностранному языку (в нашем случае, корейскому) имеет свою специфику и сложности. Прежде всего, поскольку соревнование в дистанционной олимпиаде происходит из дома, у участников могут присутствовать отвлекающие факторы, таких как перебои в связи, наличие посторонних шумов, всплывающие уведом-

ления, телефонные звонки, и т.д. Не исключена помощь в выполнении олимпиадных заданий со стороны. Исследователи отмечают «очевидный имманентный недостаток всех дистанционных олимпиад (и, в частности, Интернет-олимпиад). Он состоит в том, что априори совершенно невозможно исключить какую-либо стороннюю помощь участникам таких соревнований — особенно в случае, когда масштабы соревнования и число участников не ограничены заранее, и не проводятся их предварительная регистрация и последующая идентификация в момент начала соревнований. Это может быть как несанкционированное использование литературы, Интернет-ресурсов или средств связи, так и прямая помощь (начиная с подсказок, и, далее, вплоть до выполнения заданий вместо участника соревнований) со стороны родителей, педагогов, других участников соревнований или людей, специально приглашенных первыми двумя категориями для помощи участнику» [9].

Из-за отсутствия прямого общения с педагогами, организаторами и жюри, у участников могут возникнуть проблемы с получением быстрого ответа на вопросы, связанные с материалами и заданиями олимпиады. Обучающимся удобнее задавать вопросы прямо в эфире, что не всегда возможно в дистанционном формате. Организаторы могут не сразу увидеть вопрос в обсуждении или ответить на него слишком поздно, в отличие от вопроса на традиционной олимпиаде. Возможно некоторое снижение мотивации у успеху. Дистанционные олимпиады подразумевают строгий тайм-менеджмент, поэтому, в отличие от олимпиад традиционного формата, обучающимся необходимо самостоятельно планировать свое время, так как самодисциплина — реша-

ющий фактор успеха в таком формате. Участникам сложно координировать свою деятельность, если организаторы не будут периодически напоминать о дедлайнах, времени завершения того или иного задания. Еще одна сложность — в некоторых случаях недостаток технического обеспечения: слабое насыщение компьютерного парка вузов и индивидуальных пользователей; недостаточное развитие и нестабильность телекоммуникационных сетей; недостаточная компьютерная грамотность и информационная культура [10].

В данной статье мы представляем методику организации дистанционной олимпиады по корейскому языку, которая поможет избежать вышеупомянутых сложностей, благодаря соблюдению необходимых педагогических условий. Прежде всего, обучающиеся, принимающие участие в олимпиаде, члены жюри и преподаватели территориально могут находиться в любом удобном для них месте (при условии, если обстановка вокруг не будет мешать обучению), что существенно экономит время в дороге для всех заинтересованных сторон. Выбор вуза обучающимися для участия в олимпиаде никак не связан с расстоянием. При участии в олимпиаде по иностранному языку обучающимся необходимо обращать внимание на качество организации мероприятия, квалификацию жюри и педагогов. Современное программное обеспечение (Skype, Zoom, и т.д.), предлагает видео и звуковое воспроизведение, поэтому есть возможность выполнять дистанционно олимпиадные задания, направленные на выявление уровня сформированности умений аудирования, разговорной речи, а также навыков произношения. В экономическом аспекте участие в дистанционной олимпиаде более выгодно, так

как участники не несут дорожных издержек. У участников и у организаторов нет необходимости затрачивать средства на представление информации и заданий в бумажном варианте, так как все необходимые материалы для участия будут доступны обучающимся онлайн уже внутри олимпиадных программ. Кроме того, некоторые вузы обеспечивают и безвозмездную дистанционную языковую подготовку к олимпиаде, также обучающиеся могут воспользоваться онлайн-сервисами по языковой подготовке, не предполагающие участия преподавателя, и обеспечивающие общение с носителями языка онлайн. Дистанционный формат олимпиады позволяет, в известной степени, обеспечить индивидуальный темп выполнения заданий. В случае, если это допускается условиями олимпиады, участники могут повторно посмотреть видео материалы, если непонятно, не отвлекая остальных участников соревнования. После окончания олимпиады у участников есть возможность самостоятельно провести работу над ошибками по итогам соревнования. Большинство онлайн-программ для организации дистанционных олимпиад по иностранным языкам достаточно гибкие и адаптируются к потребностям пользователей. Дистанционные олимпиады прививают обучающимся навыки и умения, полезные для реальной жизни: а) обучающиеся расширяют навыки и умения использования корейского языка; б) обучающиеся развивают умственные способности и интеллект в процессе выполнения олимпиадных заданий. Кроме того, дистанционный формат предоставляет им широкие возможности приобщения к культуре использования телекоммуникационных технологий в образовании [10]; в) обучающиеся расширяют свои знания о мире, в котором живут, о ста-

не изучаемого языка, в нашем случае, о Корее [11].

Данная методика разработана с опорой на принципы вариативности, природосообразности, дифференциации. Принцип вариативности в рамках данной методики интерпретируется как процесс и результат развития многообразия и многосторонности внутреннего мира, творческих способностей обучающихся. Использование принципа природосообразности предполагает учет закономерностей между восприятием и усвоением учащимися информации на основе возрастных и психологических особенностей и рациональным познанием в процессе изучения олимпиадных заданий. Принцип дифференциации подразумевает изменения в структуре, содержании и организации подготовки обучающихся к олимпиаде в соответствии с их уровнем подготовленности по корейскому языку. При подготовке олимпиадных заданий в данной методике учитывается системный подход: рассматриваются в системе психологические особенности участников, их личностные особенности, а также учебные материалы во взаимосвязи с дидактическими методами, формами, средствами. Все это позволяет формировать ценностную ориентацию студентов при проведении олимпиад, представление о системе социальных норм и ценностей в области образования, культуры и экономики в странах изучаемого языка; умение слышать и понимать друг друга в межкультурном диалоге [12].

Основная часть

Основой для организации олимпиады по вторым иностранным языкам (в нашем случае, по корейскому языку), служит личностно ориентированный и системный подходы, которые предполагают, что приобретаемые обучаю-

щимися языковые знания и речевые умения должны быть многофункциональными (для успешного решения проблемы практического владения корейским языком в повседневной жизни), универсальными (для применения в различных ситуациях межкультурного общения), многомерными (для самоорганизации созидательной деятельности по овладению корейским языком). На олимпиадах по корейскому языку ведется работа над повышением лингвистической грамотности обучающихся; развитием эстетических взглядов и вкусов; овладением иноязычной культурой в широком смысле слова, культурой общения в том числе; развитием различных склонностей и коммуникативных способностей, нужных современному обществу [12].

Таким образом, к основным задачам олимпиады по корейскому языку как второму иностранному в аспекте профессиональной подготовки относятся следующие:

- 1) определение уровня способностей студентов к изучению восточных языков (результаты выполнения олимпиадных заданий можно интерпретировать как результаты уровня обученности студентов на определенном этапе обучения) [13];
- 2) выявление у студентов языковых способностей, их дальнейшее развитие;
- 3) обеспечение высокого уровня владения корейским языком, близкого к коммуникативной компетенции студентов;
- 4) повышение мотивации, интереса к изучению корейского языка;
- 5) развитие у студентов здоровой конкуренции при формировании таких волевых качеств личности, как целеустремленность, инициативность, самостоятельность, дисциплинированность [14];
- 6) знакомство с корейской культурой

Проведению олимпиад по корейскому языку как второму иностранному в дистанционном формате предшествует длительная и кропотливая подготовительная работа. Ведущий принцип организации дистанционных олимпиад обязывает профессорско-преподавательский состав вуза своевременно выявлять интерес будущих учителей к корейскому языку, вовлекать их в процесс подготовки к олимпиаде, пробуждая тем самым их интерес к корейской культуре и языку.

Немаловажную роль играет и добровольное участие студентов в дистанционной олимпиаде в соответствии с их интересами, желанием узнать что-то новое, дополнительно изучить корейский язык.

Кроме того, для обеспечения массовости олимпиады необходимо организовать своевременную и умелую пропаганду, сделать дополнительные объявления и разъяснения для студенческих групп. Значимым достоинством именно дистанционного формата олимпиады является возможность «использования не только традиционных средств массовой информации, но и возможностей Интернета для анонсирования сроков олимпиады и распространения полной предварительной информации о соревнованиях, а после их завершения — об их итогах в регионах, удаленных от места расположения оргкомитета и жюри олимпиады, и не связанных какими-либо договорными отношениями с университетом, проводящим олимпиаду» [9].

Для решения поставленных задач использовались следующие методы: теоретический анализ психолого-педагогической, методической литературы и нормативных документов по исследуемой проблеме; интервьюирование, наблюдение за деятельностью студентов; моделирование; педагогический эксперимент.

Дистанционные олимпиады по корейскому языку как второму иностранному проводятся в два тура и требуют соблюдения определенных требований к разработке олимпиадных заданий.

Задания первого тура в основном представляют собой тестовые задания (тесты достижений), направленные на проверку усвоения языкового материала на достаточно высоком уровне.

Также тестовые задания первого тура могут включать непрограммный материал, например, задания на проверку экстралингвистических знаний, языковой догадки и др. Как правило, тестовые задания первого тура направлены на определение уровня языковых способностей и, соответственно, их развитие.

Требования к олимпиадным заданиям первого тура по вторым иностранным языкам включают:

- возможность массового охвата студентов олимпиадными заданиями;
- соответствие заданий учебному плану;
- лимит времени;
- опора на опыт студентов, в том числе на их навыки и умения владения родным языком;
- повышение степени сложности заданий;
- разнообразие форм и содержания заданий, идейное содержание и новизна;
- задания должны носить проблемный характер, чтобы активизировать мышление студентов, языковую догадку;
- использование аутентичного материала в олимпиадных заданиях;
- использование краеведческого, экстралингвистического материала;
- общая сложность заданий (трудности, связанные с характером языкового материала и т.п.).

Задания второго тура в основном направлены на выяв-

ление коммуникативных способностей и их развитие, то есть на проверку уровня владения устными видами иноязычной речевой деятельности.

Во втором туре студенты демонстрируют свои навыки разговорной речи на корейском языке по предложенным темам.

В этом случае возможно несколько вариантов:

1) задания, направленные на проверку монологического вида речевой деятельности (опишите свои действия в данной ситуации; составьте ситуацию на основе пословицы; опишите картинку; выскажите свое мнение по предложенной проблеме и др.)

2) задания на проверку диалогической речи (составить диалог к серии картинок; диалог между участниками по конкретной проблеме, например, один из участников в роли пессимиста, другой оптимиста и т. д.)

Требования к заданиям второго тура включают:

- определенное время на подготовку;
- коммуникативная направленность;
- нестандартное, проблемное содержание заданий, требующее творческого подхода, умения анализировать, сравнивать и т. д. [4, С.37].

Поскольку задания первого тура предлагаются в виде теста, жюри определяет правильность ответов по заранее подготовленному ключу, что сводит на нет влияние субъективного фактора на оценку. Тестовые задания оцениваются по количеству правильных ответов. Во второй тур проходят те участники, которые наиболее успешно справились с заданиями первого тура, т.е. набрали большее количество баллов (приблизительно, до 30% участников). Сложнее обстоит дело с оцениванием заданий второго тура. Здесь необходимо учитывать следующие критерии:

1) произносительная сторона речи студента;

2) темп речи;

3) содержательная сторона высказывания, включающая в себя языковую насыщенность и актуальность темы, ситуации;

4) языковая корректность;

5) разнообразие используемых лексических единиц и грамматических явлений;

6) наличие фраз, стимулирующих разговор (в диалогической речи);

7) количество фраз (монолог), ответов (диалог);

8) последовательность изложения;

9) оригинальность, нетривиальность представленных идей;

10) коммуникативная мотивация.

В соответствии с этими критериями жюри оценивает выполнение участниками олимпиадных заданий второго тура, по которым затем подводятся итоги первого тура и по количеству набранных баллов определяют победителей, которым вручаются грамоты и призы.

К основным условиям проведения дистанционных предметных олимпиад относятся:

1) лимит времени, отведенный на выполнение заданий (данное условие оговаривается в начале тура);

2) запрещено использовать справочную литературу;

3) консультации с другими участниками запрещены;

6) за каждой группой, работающей в онлайн-формате во время проведения олимпиады, закрепляется наблюдатель, который следит за выполнением заданий.

Выбор олимпиадных заданий не должен быть случайным. Каждое задание, предлагаемое для олимпиады того или иного уровня, должно выполнять определенную целевую функцию. Выбор заданий должен преследовать следующие основные цели:

- проверка усвоения программного материала на достаточно высоком уровне, независимо от языка обучения (государственного или русского);

- проверка умений применять полученные программные знания в новой ситуации для постановки и решения новых вопросов и задач.

К заданиям дистанционной олимпиады по предметам гуманитарного цикла предъявляются различные требования:

- умение грамотно анализировать литературное произведение; оценивать характер и поступки героя с точки зрения исторической эпохи и времени, в котором жили герой и писатель; демонстрировать образцы собственного литературного творчества;

- способность к сопереживанию и рефлексии в процессе чтения и осмысления художественного произведения;

- умение студентов анализировать факты собственной жизни, умение основывать свои рассуждения на собственном жизненном опыте;

- умение анализировать поэтическое произведение, выразительно читать наизусть, правильно излагать свою точку зрения, владеть грамматикой и синтаксисом на высоком уровне;

- владение письменной и устной иностранной речью, понимание содержания предлагаемого текста, его перевод и пересказ на иностранном языке;

- понимание и ведение беседы на иностранном языке, умение составлять и писать короткие предложения на иностранном языке, переводить простые тексты, составлять устные рассказы по картинке;

- знание выдающихся деятелей литературы, искусства, науки и политических деятелей (в нашем случае – Южной Кореи);

- умение анализировать, аргументировать, сравнивать и оценивать исторические собы-

тия, оценивать текущую социально-экономическую ситуацию в стране изучаемого языка;

- способность к самостоятельной исследовательской и творческой работе.

Важным критерием для дистанционных олимпиадных заданий является достаточно высокая сложность предлагаемых вопросов. При подготовке олимпиадных заданий рекомендуется предлагать задания с возрастающей степенью сложности [15, С. 102]. Помимо требований идейного содержания и новизны, задания должны быть разнообразными как по форме, так и по идеям, лежащим в основе их решения. В них важно сочетать программный и непрограммный материал. На более массовых этапах олимпиады целесообразно использовать больше заданий, соответствующих учебной программе вуза, включать вопросы по ранее пройденному материалу.

В состав предметного жюри дистанционной олимпиады входят председатель, его заместитель, секретарь и члены жюри. В обязанности председателя входит анализ олимпиадных заданий. Председатель жюри отвечает за разработку заданий, секретность, объективность оценок и выставление баллов. В обязанности жюри олимпиады входит:

- разработка и определение критериев оценки заданий;

- определение формы и методов проверки работы студентов;

- изучение студенческих работ, претендующих на награждение (они прочитываются всеми членами жюри и оцениваются в соответствии с установленными стандартами) [16, С. 385].

Разнообразие требований к работе участников делает оценку каждого члена жюри достаточно субъективной, тогда как коллективный характер процедуры оценивания и награждения: обеспечивает пра-

вильность и объективность итогового решения; обеспечивает знакомство участников с результатами выполненной ими работы и позволяет организовать рассмотрение апелляции по заявлению участника Олимпиады после каждого тура. В состав жюри не включают преподавателей, студенты которых являются участниками олимпиады. Несмотря на возможность в условиях дистанционной олимпиады обеспечить «относительную независимость результатов участников от субъективных факторов и ангажированности членов жюри и оргкомитета соревнований», исследователи отмечают «насколько существенно могут расходиться мнения членов жюри относительно правильности и полноты одного и того же решения, представленного участником. Еще более искажающим становится влияние на результаты участников субъективных симпатий и антипатий членов жюри или полученных ими «сверху» указаний о необходимости продвижения тех или иных участников соревнований вне зависимости от их реальных достижений» [9].

Для того, чтобы избежать подобных ситуаций, для обеспечения максимальной объективности оценки работы, комментирование и совместное обсуждение решений заданий может проходить в онлайн-присутствии всех участников. Объяснение хода решения каждой задачи можно поручить участнику, решившему эту задачу до конца или предложившему оригинальное решение.

На основании изложенных выше положений нами разработана и экспериментально апробирована методика проведения дистанционной олимпиады по корейскому языку для студентов 3–4 курсов НАО Восточно-Казахстанского университета имени Сарсена Аманжолова. В олимпиаде

приняли участие 52 студента, обучающихся по образовательной программе (6B01703) Иностранный язык: два иностранных языка, а также 7 студентов, обучающихся по другим образовательным программам Восточно-Казахстанского университета имени Сарсена Аманжолова. Общее количество студентов – 59 человек.

Главной целью олимпиады по корейскому языку было развитие навыков владения корейским языком и навыков речи у студентов. Студенты указанных курсов образовательной программы (6B01703) Иностранный язык: два иностранных языка изучали корейский язык соответственно третий и четвертый год (4 часа в неделю, 6 часов в неделю) в рамках следующих учебных дисциплин – Иностранный язык второй (уровень B1) (корейский), Иностранный язык второй (уровень B2) (корейский), Практический курс второго иностранного языка (корейского), Третий иностранный язык (корейский). Студенты других образовательных программ изучали корейский язык самостоятельно или на курсах корейского языка.

Мы условно обозначили этапы организации и проведения дистанционной олимпиады как 1) подготовка к олимпиаде, 2) проведение олимпиады и 3) подведение итогов олимпиады [17, с.148].

Первый этап, подготовка к олимпиаде, предполагал следующие мероприятия: 1) объявление и разъяснение студентам 3–4 курсов, обучающихся по образовательной программе (6B01703) Иностранный язык: два иностранных языка, а также обучающимся по другим образовательным программам на НАО Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова о предстоящей олимпиаде; 2) определение количества студентов, изъявивших желание участво-

вать в олимпиаде; 3) определение состава жюри, в состав которого не входили преподаватели участников, в целях обеспечения наибольшей объективности в оценке результатов; 4) разработка заданий для первого и второго туров олимпиады в соответствии с общими положениями о предметных олимпиадах и требованиями к олимпиадам по вторым иностранным языкам; 5) подготовка тестовых заданий первого тура и материалов ко второму туру Олимпиады в электронном виде; 6) подготовка компьютеров и сетей к олимпиаде; 7) информирование администрации вуза и преподавателей корейского языка о целях олимпиады, ее общем содержании.

Второй этап дистанционной олимпиады. Первый и второй этапы олимпиады прошли в один день в формате Zoom-конференции. Открытие олимпиады состоялось на общей конференции, ссылка на которую была разослана студентам заранее. После короткого приветственного слова декана Высшей школы гуманитарных наук и заведующей кафедрой иностранных языков и переводческого дела студентам объяснили, как будут выполняться олимпиадные задания. После церемонии открытия студенты приступили к выполнению заданий первого тура (на данном этапе в качестве модераторов (организаторов) присутствовали два корейских преподавателя и два члена жюри, в обязанности которых входило не только комментирование заданий, но и контроль за их выполнением. с порядком и исправностью камер и т.д.).

Задания первого тура представляли собой тест, состоящий из пяти заданий. Первый тур является зачетным, по результатам которого студенты проходят во второй тур. Критерии оценки теста были следующими:

- чтение – 10 баллов;
- аудирование – 10 баллов;
- лексика – 10 баллов;
- грамматика – 20 баллов.

Этот тест был классифицирован как тест достижений. Его целью было измерение уровня лингвистических способностей: умений чтения и аудирования, знания языкового материала (лексические и грамматические способности), знания экстралингвистического и краеведческого материала, уровня логического мышления и языковой догадки [18, С.129].

Первое задание теста было направлено на оценку умений чтения у студентов:

– умений, связанных с пониманием языкового материала;

– умений, связанных с пониманием на уровне смысла:

Образцы заданий:

텍스트를주의 깊게 읽고 작업을 완료하십시오 (Прочитайте текст и выполните задания, например):

흥미로운 한국 풍습. 생일은 1년에 한 번뿐이 아니다 (Интересные корейские традиции. День рождения бывает не один раз в году!)

태어난지 100일이 넘는 한국 아기들은 첫 ‘외출’이자 첫 명절인 백일을 맞이한다. 초기 유아 사망률이 매우 높았고 아이가 100 일까지 살면 모든 것이 잘 될 것이라고 믿었 기 때문에 오래된 관습이 나타났다. 백일은 떡이라는 떡을 만드는 데 사용됩니다. 전설에 따르면 100명이 먹으면 행사의 주인공이 건강하고 행복해 집니다. 따라서 갑자기 그러한 덩어리로 대우를 받으면 거절하지 마십시오. 좋은 정신으로 조금 일하십시오!

1) 아래 질문을 읽고 정답을 고르세요 (Прочитайте вопросы, данные ниже и выберите правильный ответ, например):

1.한국 아기들은 태어나서 몇일 만에 첫 ‘커밍아웃’을 하고 첫 명절인 백일을 맞이할까요? A) 10시 이후; B) 1000 이후; C) 100 이후.

2) 아래 문장을 읽으십시오. 그들 중 일부는 사실이고 다른 일부는 거짓입니다. 각각의 참 문장(동 의하는 경우) 뒤에 «T»를 쓰고 각

각의 거짓 문장(동의하지 않는 경우) 뒤에 «F»를 씁니다. (*Прочитайте предложения ниже. Некоторые из них верны, а другие – нет. Отметьте буквой «Т» правильные предложения и буквой «F» – неверные предложения, например*).

1. 아이 앞에는 아무것도 선택할 필요가 없는 다양한 물건이 놓여 있습니다.

2. 돈은 재물을 의미하고 쌀은 풍요로운 삶을 의미하며 실은 장수를 의미합니다.

3. 고대에는 예를 들어 컴퓨터 마우스, 책 및 공책, 청진기 및 칫솔(미래의 치과의사용)도 넣었습니다.

Второе задание было связано с проверкой умений аудирования, и выявлением дифференциальной речевой чувствительности студентов и предусматривало преодоление участниками фонетических, лексических трудностей и трудностей, обусловленных способом изложения в процессе однократного прослушивания текста:

주의 깊게 듣고 짧은 이야기를 듣습니다. 아래에 주어진 단어 나 구가 될 것입니다. 이야기에 나타나는 것과 같은 순서로 놓아야 합니다 (*Внимательно прослушайте небольшой рассказ. Вы услышите слова и фразы, приведенные ниже. Расположите их в том же порядке, в каком они появляются в рассказе*).

한국에서 하지 말아야 할 것 – 외국인 관광객에게는 이해하기 힘든 금지사항 (Чего нельзя делать в Корее – запреты, которые могут показаться странными для иностранных туристов).

악수를 하기 위해 손을 내밀 필요가 없습니다. – 카자흐스탄에 있는 우리에게 절은 옛날의 대가 또는 단순히 굴욕적인 현상으로 간주됩니다. 한국에서는 이 전통이 살아 있어 악수 대신 몸을 약간 앞으로 기울이는 것이 관례다, и т.д.

Предлагаемые студентам слова:

– 절하다, – 위엄, – 악수, – 좋아, – 친구들, – 돈, – 푸드 스틱, – 사회적, – 지위, – 제스처

Третье задание было направлено на проверку лексических навыков:



바람이 불다



춡다

바람이 불고 추워요.

다음은 <보기>와 같이 문장을 완성하십시오 (*Посмотрите на картинку и составьте 5 предложений по образцу*). [19]

<보기>

Четвертое задание предполагало диагностику грамматических умений (найти ошибку в предложении и исправить ее).

대화를 읽고 실수 5개를 수정하세요 (*Прочитайте диалог, и исправьте 4 ошибки. В каждом предложении есть одно подчеркнутое слово или фразу, которые нужно изменить, чтобы предложение стало правильным, пример задания*);

나기마: 민준 씨, 어느 계절을 좋아해요?

민준: 저는 겨울을 좋아해요. 저는 스키하고 스케이트 좋아해요. 그래서 겨울이 좋아요.

Пятое задание было направлено на оценку уровня владения языковым (лексико-грамматическим) материалом и логическим мышлением (владение операциональными компонентами мышления: анализ, синтез, обобщение):

카자흐스탄의 계절과 날씨 는 어떻습니까 (*По таблице составьте короткий текст (4–6 предложений) о весне и лете в Казахстане*) [19, С.187].

계절	언제	날씨
봄		
여름		

На выполнение этих заданий отводилось ограниченное время – 40 минут. После того,

как студенты выполнили задания, члены жюри собрали работы и проверили тесты в соответствии с ключами.

100% правильность теста оценивалась в 50 баллов. Студенты, наиболее успешно справившиеся с испытанием, были приглашены для участия во втором туре. Это были участники, набравшие более 30 баллов. Из общего числа участников таких студентов было 20 человек. 9 участников набрали менее 19 баллов. Таким образом, ко второму туру было допущено около 30% от первоначального числа участников. Результаты первого тура отражены на диаграмме (см. Диаграмма 1. Количество участников по суммарно набранному баллам за выполнение заданий первого тура (тестовые задания)).

После объявления результатов участники, успешно прошедшие первый тур, были приглашены на второй тур Олимпиады.

Задания второго тура были направлены на оценку владения студентами устной речью, их коммуникативной компетентности. Критерии оценки второго тура (умения говорения) были следующими:

– содержание – 10 баллов;
– точность – 10 баллов;
– словарный запас – 10 баллов;
– произношение – 10 баллов;

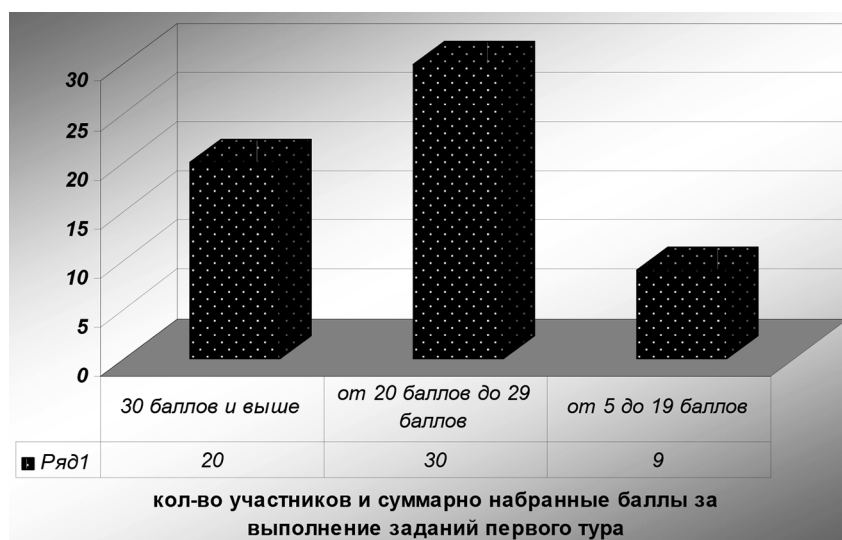


Диаграмма 1. Количество участников по суммарно набранным баллам за выполнение заданий первого тура (тестовые задания)

Diagram 1. Number of participants by total points scored for completing tasks of the first round (test tasks)

— беглость — 10 баллов. Второй тур состоял из двух заданий:

1) Оценка подготовленного монологического высказывания, относящегося к разговорным темам, например:

분량 제한 없음. 다음 3개의 주제 중 당일 1개를 선정하여 참가자 모두 공통 주제로 작문을 함.

(1) ‘인생에서 내게 가장 중요한 것 세 가지’라는 제목으로 글을 쓰십시오. 단, 아래에 제시된 내용이 모두 포함되어야 합니다.

— 여러분의 인생에서 가장 중요한 세 가지는 무엇입니까?

— 그것이 왜 중요합니까?

— 그것을 위해 무엇을 하려고 합니까?

Второе задание было направлено на проверку владения студентами умений диалогической речи и заключалось в следующем: студенты должны были без подготовки составить краткий диалог, предложенный им членами жюри (в роли одного из коммуникантов) на основе аналогичных текстов [20, с. 86]:

저는 아침에 보통 7시에 일어납니다. 저는 아침에 운동하는 것을 좋아합니다. 그래서 아침에 운동을 하러 집 근처 공원에 갑니다. 집에서 공원까지 걸어서 5분쯤 걸립니다. 운동을 한 후에 집에 돌아옵니다. 집에 돌아온 후에 씻고, 아침

을 먹고 학교에 갑니다. 학교까지는 트램바이로 갑니다. 30분쯤 걸립니다.

Члены жюри оценивали эти задания в соответствии с разработанными критериями, фиксировали высказывания студентов в специальных карточках, затем все данные заносились в итоговую ведомость. Максимальная оценка за каждое задание второго тура составила 25 баллов.

Заключительный этап олимпиады включал подведение итогов, жюри суммировало баллы участников, набранные ими в первом и втором турах, и на основании этого определялись победители олимпиады, занявшие первое место (один студент), второе место (два студента) и третьем место (три студента) места и поощрительное четвертое место (четыре студента). Позже им были вручены почетные грамоты и призы.

Окончательные результаты были объявлены в день проведения Олимпиады. По сумме итоговых баллов были определены победители Олимпиады (Гран-при), набравшие наибольшее количество баллов по итогам первого и второго тура.

Заключение

Целью данного исследования была разработка методологии и методики дистанционной олимпиады по корейскому языку, описание внутренней структуры организации такой олимпиады. Также нашей целью было представить алгоритм разработки олимпиадных заданий, и провести педагогический эксперимент, демонстрирующий возможности предлагаемой нами методики, показать ее продуктивность в формировании у обучающихся-участников олимпиады профессиональных, языковых и речевых компетенций по корейскому языку.

В процессе проведения экспериментальной работы была доказана эффективность предлагаемой методики, которая проявилась в способности развивать профессиональные, коммуникативные и языковые компетенции студентов-участников олимпиады в области корейского языка; в расширении социокультурного потенциала студентов, изучающих корейский язык; в развитии интеллектуального потенциала участников. В результате проведения эксперимента описана методология и методика организации дистанционной олимпиады по корейскому языку как второму иностранному, а также представлен алгоритм разработки олимпиадных заданий по корейскому языку.

По результатам проведенной экспериментальной работы мы пришли к следующим выводам: ведущий принцип организации дистанционных олимпиад предполагает, что профессорско-преподавательский состав вуза будет ориентирован на своевременное выявление интереса будущих учителей к корейскому языку, вовлечение их в процесс подготовки к олимпиаде, формирование тем самым их интереса к корейской культуре и языку.

Олимпиадные задания должны носить творческий харак-

тер, чтобы студенты учились самостоятельно находить пути решения задач и вырабатывали навыки самообразования и саморазвития. Требования к олимпиадным заданиям первого тура по вторым иностранным языкам должны предполагать:

- возможность массового охвата студентов олимпиадными заданиями;
- соответствие заданий учебному плану;
- лимит времени;
- опора на опыт студентов, включая навыки и умения владения родным языком;
- повышение степени сложности заданий;
- разнообразие форм и содержания заданий, идейное содержание и новизна;

— задания должны носить проблемный характер, чтобы активизировать мышление студентов, языковую догадку;

— привлечение аутентичного материала к олимпиадным заданиям;

— использование краеведческого, экстралингвистического материала;

— общая сложность заданий (трудности, связанные с характером языкового материала и т.п.).

Участие в олимпиаде повышает учебную мотивацию студентов, расширяет их кругозор, развивает умение выражать свое мнение. Разнообразие требований к работе участников делает оценку каждого члена жюри достаточно субъективной, однако

коллективный характер процедуры оценивания обеспечивает правильность и объективность итогового решения, позволяет знакомить участников с результатами выполненной ими работы и рассматривать апелляции на основании заявки участника Олимпиады после каждого тура. На основе результатов выполненных заданий мы пришли к выводу, что наибольшую трудность вызвали задания второго тура. Это позволяет сделать вывод, что при обучении корейскому языку как второму иностранному будущим учителям необходимо обращать внимание на письменные задания творческого характера и ориентироваться на профессиональные тексты.

Литература

1. Гальскова Н.Д., Гез Н.И. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика : учебное пособие. М.: Академия, 2013. 336 с.

2. Голуб Л.Н. Традиционный и интерактивный подходы в обучении иностранным языкам // Сборник научных статей по итогам V Международная научная-практическая конференция / под ред. В.С. Артемовой, Н.А. Сальниковой, Е.А. Цыганковой. Брянск: БГИТУ, 2017. С. 227–233.

3. Деркач А.А. Педагогическая эвристика (искусство обучения иностранному языку). М.: Педагогика, 1991. 224 с.

4. Жукова Г.С., Никитина Н.И., Комарова Е.В. Технологии профессионально-ориентированного обучения. М.: РГСУ, 2012. 165 с.

5. Штыхно Д.А., Константинова Л.В., Гагиев Н.Н. Переход вузов в дистанционный режим в период пандемии: проблемы и возможные риски [Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2020. № 24(5). С. 72–81. Режим доступа: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2020-5-72-81>.

6. Сидоренко Т.В. Открытые образовательные ресурсы как средство повышения эффективности языкового образования в российском вузе [Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2014. № 5(106). С. 13–19. Режим доступа: [https://doi.org/10.21686/1818-4243-2014-5\(106\)-13-19](https://doi.org/10.21686/1818-4243-2014-5(106)-13-19).

7. Хромов С.С., Скоринова Т.П., Днепровская Н.В. Методология и методика дистанционного обучения в научно-профессиональной коммуникации (на примере разработки дистанционного магистерского курса по лингвистике)

[Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2016. № 5. С. 68–76. Режим доступа: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-5-68-76>.

8. Жиронкина О.А., Медведева Н.А., Соколова Е.Е. Роль цифровых технологий при организации обучения в дистанционном формате [Электрон. ресурс] // Открытое образование. 2023. № 27(1). С. 4–16. Режим доступа: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-1-4-16>

9. Рукшин С.Е. Сравнительные достоинства и недостатки дистанционных и традиционных олимпиад и их влияние на архитектуру автоматизированных систем поддержки дистанционных научных соревнований [Электрон. ресурс] // Образовательные технологии и общество. 2010. № 3. С. 347–359. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnye-dostoinstva-i-nedostatki-distantsionnyh-i-traditsionnyh-olimpiad-i-ih-vliyanie-na-arhitekturu-avtomatizirovannyh-sistem>.

10. Азарова С.В. Участие в дистанционных олимпиадах, конкурсах — один из способов повышения мотивации младшего школьника [Электрон. ресурс] // Сайт Инфоурок. 2018. Режим доступа: <https://infourok.ru/statya-uchastie-v-distancionnih-olimpiadah-konkursah-odin-iz-sposobov-povisheniya-motivacii-mladshogo-shkolnika-3006162.html>.

11. Рогова Г.В., Рабинович Ф.М., Сахарова Т.Е. Методика обучения иностранным языкам в средней школе. М.: Просвещение, 1991. 287 с.

12. Григорьева Н.В. Формирование ценностной ориентации студентов при проведении олимпиад по иностранным языкам [Электрон. ресурс] // Сибирский педагогический журнал. 2010. № 12. С. 190–195. Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-tsennostnoy-orientatsii-studentov-pri-provedenii-olimpiad-po-inostrannym-yazykam>.

13. Колесова Т.В. Олимпиада как средство мониторинга качества изучения иностранного языка в вузе // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2014. № 1(29). С. 229–236.

14. Колесова Т.В. Применение новых информационных технологий для проведения языковой олимпиады среди магистрантов // Вестник марийского государственного университета. 2021. № 3(15). С. 283–286.

15. Коряковцева Н.Ф. Теория обучения иностранным языкам: продуктивные образовательные технологии. М.: Академия, 2010. 192 с.

References

1. Gal'skova N.D., Gez N.I. Teoriya obucheniya inostrannym yazykam. Lingvodidaktika i metodika : uchebnoye posobiye = The theory of teaching foreign languages. Lingvodidactics and methodology: textbook. Moscow: Academy; 2013. 336 p. (In Russ.)

2. Golub L.N. Traditional and interactive approaches to teaching foreign languages. Sbornik nauchnykh statey po itogam V Mezhdunarodnaya nauchnaya-prakticheskaya konferentsiya = Collection of scientific articles based on the results of the V International Scientific and Practical Conference. Ed. V: Artemova, N.A. Sal'nikova, Ye.A. Tsygankova. Bryansk: BGITU; 2017: 227–233. (In Russ.)

3. Derkach A.A. Pedagogicheskaya evristika (iskusstvo obucheniya inostrannomu yazyku) = Pedagogical heuristics (the art of teaching a foreign language). Moscow: Pedagogy; 1991. 224 p. (In Russ.)

4. Zhukova G.S., Nikitina N.I., Komarova Ye.V. Tekhnologii professional'no-orientirovannogo obucheniya = Technologies of professionally oriented training. Moscow: RGSU; 2012. 165 p. (In Russ.)

5. Shtykhno D.A., Konstantinova L.V., Gagiye N.N. The transition of universities to remote mode during a pandemic: problems and possible risks [Internet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2020; 24(5): 72–81. Available from: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2020-5-72-81>. (In Russ.)

6. Sidorenko T.V. Open educational resources as a means of increasing the effectiveness of language education in a Russian university [Internet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2014; 5(106): 13–19. Available from: [https://doi.org/10.21686/1818-4243-2014-5\(106-13-19\)](https://doi.org/10.21686/1818-4243-2014-5(106-13-19)). (In Russ.)

7. Khromov S.S., Skorikova T.P., Dneprovskaya N.V. Methodology and techniques of distance learning in scientific and professional communication (using the example of the development of a distance master's course in linguistics) [In-

16. Методика обучения иностранным языкам: традиции и современность / под ред. А.А. Миролюбова. Обнинск: Титул, 2010. 464 с.

17. Шукин А.Н., Фролова Г.М. Методика преподавания иностранных языков. М.: Академия, 2015. 288 с.

18. Шукин А.Н. Обучение иностранным языкам: Теория и практика: учебное пособие для преподавателей и студентов. М.: Филоматис, 2004. 416 с.

19. Hwang InKyo, Kim SeonJung, Kim JaeWook и др. 카자흐스탄인을 위한 종합 한국어 Seoul: Korean Studies Department, 2015. 245 с.

20. Hwang InKyo, Kim SeonJung, Kim JaeWook и др. 카자흐스탄인을 위한 종합 한국어 Seoul: Korean Studies Department, 2015. 260 с.

ternet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2016; 5: 68–76. Available from: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-5-68-76>. (In Russ.)

8. Zhironkina O.A., Medvedeva N.A., Sokolova Ye.Ye. The role of digital technologies in organizing distance learning [Internet]. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2023; 27(1): 4–16. Available from: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2023-1-4-16> (In Russ.)

9. Rukshin S.Ye. Comparative advantages and disadvantages of distance and traditional Olympiads and their impact on the architecture of automated systems for supporting distance scientific competitions [Internet]. Obrazovatel'nyye tekhnologii i obshchestvo = Educational technologies and society. 2010; 3: 347–359. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnye-dostoinstva-i-nedostatki-distantsionnyh-i-traditsionnyh-olimpiad-i-ih-vliyanie-na-arhitekturu-avtomatizirovannyh-sistem>. (In Russ.)

10. Azarova S.V. Uchastiye v distantsionnykh olimpiadakh, konkursakh – odin iz sposobov povysheniya motivatsii mladshego shkol'nika = Participation in distance olympiads and competitions is one of the ways to increase the motivation of a primary school student [Internet]. Sayt Infourok = Infourok website. 2018. Available from: <https://infourok.ru/statya-uchastie-v-distancionnih-olimpiadah-konkursah-odin-iz-sposobov-povisheniya-motivacii-mladshego-shkolnika-3006162.html> (In Russ.)

11. Rogova G.V., Rabinovich F.M., Sakharova T.Ye. Metodika obucheniya inostrannym yazykam v sredney shkole = Methods of teaching foreign languages in secondary school. Moscow: Education; 1991. 287 p. (In Russ.)

12. Grigor'yeva N.V. Formation of value orientation of students during Olympiads in foreign languages [Internet]. Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal = Siberian Pedagogical Journal. 2010; 12: 190–195. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-tsennostnoy-orientatsii-studentov->

pri-provedenii-olimpiad-po-inostrannym-yazykam. (In Russ.)

13. Kolesova T.V. Olympiad as a means of monitoring the quality of foreign language learning at a university. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Gumanitarnyye nauki* = News of higher educational institutions. Volga region. Humanitarian sciences. 2014; 1(29): 229-236. (In Russ.)

14. Kolesova T.V. Application of new information technologies for conducting language Olympiad among undergraduates. *Vestnik mariyskogo gosudarstvennogo universiteta* = Bulletin of the Mari State University. 2021; 3(15): 283-286. (In Russ.)

15. Koryakovtseva N.F. *Teoriya obucheniya inostrannym yazykam: produktivnyye obrazovatel'nyye tekhnologii* = The theory of teaching foreign languages: productive educational technologies. Moscow: Academy; 2010. 192 p. (In Russ.)

16. *Metodika obucheniya inostrannym yazykam: traditsii i sovremennost'* = Methods of teaching foreign languages: traditions and modernity. Ed. A.A. Mirolubova. Obninsk: Title; 2010. 464 p. (In Russ.)

17. Shchukin A.N., Frolova G.M. *Metodika prepodavaniya inostrannykh yazykov* = Methods of teaching foreign languages. Moscow: Academy; 2015. 288 p. (In Russ.)

18. Shchukin A.N. *Obucheniye inostrannym yazykam: Teoriya i praktika : uchebnoye posobiye dlya prepodavateley i studentov* = Teaching foreign languages: Theory and practice: a textbook for teachers and students. Moscow: Filomatis; 2004. 416 p. (In Russ.)

19. Hwang InKyo, Kim SeonJung, Kim JaeWook et al. *카자흐스탄인을 위한 종합 한국어*. Seoul: Korean Studies Department; 2015. 245 p.

20. Hwang InKyo, Kim SeonJung, Kim JaeWook et al. *카자흐스탄인을 위한 종합 한국어*. Seoul: Korean Studies Department; 2015. 260 p.

Сведения об авторе

Ирина Юрьевна Ларионова

К.п.н., доцент, профессор кафедры иностранных языков и переводческого дела

НАО Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова,

Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

Эл. почта: cotedazur.riviera@mail.ru

Information about the author

Irina Yu. Larionova

Cand. Sci. (Pedagogical), Associate professor, professor of the department of Foreign Languages and Translation Studies

Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,

Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

E-mail: cotedazur.riviera@mail.ru



УДК 004.9

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-2-50-58>Н.И. Пак¹, Е.В. Асауленко²¹ Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия² Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя
общеобразовательная школа № 7 им. В.П. Астафьева, Дивногорск, Россия

Технология конструирования структурно-ментальных схем для расчетных задач*

Цель исследования. Современные средства и методы обучения, как правило, неявно опираются на модель «черный ящик». В отличие от нее, модель «белый ящик» имеет явные дидактические преимущества. К сожалению, их сложно реализовать в образовательном процессе в связи с отсутствием доступных способов конструирования этой модели. Целью исследования является разработка технологии конструирования модели «белого ящика» в виде структурно-ментальной схемы расчетных задач в области элементарной физики. Эта технология предполагает использование вычислительных примитивов для построения задачных схем путем их суперпозиции.

Материалы и методы. Разработка технологии конструирования модели «белый ящик» в виде структурно-ментальной схемы расчетных задач в области элементарной физики. Использование вычислительных примитивов для построения задачных схем путем их суперпозиции. Определение сложности конкретной задачи через количество примитивов, участвующих в «маршруте» хода решения. Организация обучения студентов по модели «белый ящик» с визуализацией процесса формирования умений решать расчетные задачи.

Результаты. Схемы имеют возможность обеспечить прочность и полноту формирования умения решать задачи у обучаемого. При этом многообразие маршрутов и набор весов его путей составляют информационную модель обучения. В ка-

честве примера представлены структурно-ментальные схемы по теме «тепловые явления». Они показывают необходимость использования нескольких типов примитивов, в частности, примитивов-функций, примитивов-суммы. Структурно-ментальные схемы позволяют организовать обучение студентов по модели «белый ящик», визуализировать процесс формирования и развития у обучаемых умений решать расчетные задачи, тем самым обеспечивая контроль и самоконтроль учебной деятельности.

Заключение. Опираясь на положения ментального подхода, предложена технология построения структурно-ментальных схем, представляющих когнитивный образ мыслительной деятельности по решению расчетных задач. Базовой основой технологии являются вычислительные примитивы, с помощью которых конструируются задачные схемы путем их суперпозиции. Сложность конкретной задачи определяется количеством примитивов, участвующих в «маршруте» хода решения. Предложенная технология применима для построения структурно-ментальных схем расчетных задач в различных предметных областях.

Ключевые слова: когнитивные схемы, ментальный подход, обучение решению задач, вычислительный примитив, структурно-ментальная схема, «белый ящик».

Nikolay I. Pak¹, Evgeniy V. Asaulenko²¹ Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia² Municipal budgetary educational institution, secondary school No. 7 named after V.P. Astafyev, Divnogorsk, Russia

Technology for designing structural-mental schemes for calculation tasks

The purpose of the study. Modern teaching tools and methods, as a rule, implicitly rely on the “black box” model. In contrast, the “white box” model has clear didactic advantages. Unfortunately, they are difficult to implement in the educational process due to the lack of available ways to construct this model. The purpose of the study is to develop a technology for constructing a “white box” model in the form of a structural and mental scheme of calculation tasks in the field of elementary physics. This technology involves the use of calculation primitives to design task schemes by superposition.

Materials and methods. Development of technology for constructing the “white box” model in the form of a structural and mental scheme of calculation tasks in the field of elementary physics. The use of calculation primitives to construct task schemes by superposition. Determining the complexity of a specific task through the number of primitives involved in the “route” of the solution. Organization of students’ training according to the “white box” model with visualization of the process of forming skills to solve calculation tasks.

Results. Schemes have the ability to ensure the strength and completeness of the formation of the ability to solve problems of the student. At the same time, the variety of routes and the set of weights of the

paths make up the information model of learning. As an example, structural and mental schemes on the topic “thermal phenomena” are presented. They show the need to use several types of primitives, in particular, function primitives, sum primitives. Structural and mental schemes allow students to organize training according to the “white box” model, visualize the process of formation and development of students’ skills to solve calculation tasks, thereby ensuring control and self-control of educational activities.

Conclusion. Based on the provisions of the mental approach, a technology for constructing structural and mental schemes representing a cognitive way of thinking in solving computational problems is proposed. The basic technology is computational primitives, with the help of which problem schemes are constructed by superposition. The complexity of a particular task is determined by the number of primitives involved in the “route” of the solution. The proposed technology is applicable to the construction of structural and mental schemes of computational problems in various subject areas.

Keywords: cognitive schemes, mental approach, problem solving training, computational primitive, structural-mental scheme, “white box”.

* Исследование выполнено при поддержке Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках реализации проекта № 2021012106985: «Формирование и развитие вычислительного мышления обучаемых на основе автоматизированных и когнитивных средств обучения».

Введение

Современная реальность отражает значительный научно-технологический прогресс во многих направлениях жизнедеятельности, что неизбежно проявляется в сфере обучения. Обучаться и переобучаться необходимо глубоко, качественно, а главное — быстро. Более значимыми становятся тренды самостоятельного обучения, дистанционного обучения, обучения без отрыва от производства. В приоритете оказываются не только специальные знания и узкоспециализированные умения, но также широкие универсальные умения, которые называют гибкими навыками (soft skills) [16]. Одним из подобных умений является способность находить выходы из проблемных ситуаций, решать задачи с привлечением необходимых ресурсов для достижения запланированной цели. Культура мышления успешного разрешения проблемных ситуаций в обучении в большей степени формируется при решении задач. Особую значимость учебные задачи имеют при обучении точным и естественным наукам (математике, физике, химии и др.).

Требование уметь решать задачи зафиксировано в федеральном образовательном стандарте. В частности, в стандарте основного общего образования второго поколения [14] в предметных результатах обучения явно указано требование к сформированности у обучающихся умения решать расчетные задачи по учебному предмету «Физика». С переходом к стандартам третьего поколения [15] требование уметь решать расчетные задачи конкретизируется и расширяется. Под расчетной задачей будем понимать описание некоторой ситуации, сопровождающееся проблемным вопросом получения значения некоторой величины с помощью логических умозаключений и мате-

матических действий над заданными значениями величин, характеризующих свойства и отношения объектов. Решением (ответом) расчетной задачи является числовое значение неизвестной величины.

Решение задачи представляет сложный мыслительный процесс. В работе [5] представлена графоподобная схема решения расчетных физических задач, убедительно показывающая многокомпонентность этого умения.

В реальной традиционной практике формирование умения решать задачи осуществляется с использованием модели «черный ящик» (ЧЯ) [4]. Под ЧЯ обычно понимается объект (в нашем случае — ученик), устройство которого неизвестно. Исследователь оказывает на него различные воздействия и наблюдает отклик с целью установления закономерностей между входным и выходным сигналом [17]. Предполагается, что информация об уровне подготовки обучающегося отсутствует до проведения процедуры контроля (итогового, промежуточного или текущего). Широкое распространение модели ЧЯ в дидактике обусловлено рядом объективных исторических причин. Однако, модель имеет ряд недостатков и в настоящее время ее дидактический потенциал во многом исчерпан [3]. В этой связи представляет большую привлекательность модель «белый ящик» (БЯ), которая была обоснована Н. Винером [9, стр. 33]. Для реализации идеи использования БЯ в обучении необходимо смоделировать устройство, которое представляет механизм умения решать задачи. Структура этого устройства должна быть известна и доступна для наблюдения и анализа. В процессе обучения производится настройка БЯ так, чтобы он отражал реальный опыт ученика. При этом сам БЯ будет являться моделью умения ученика

решать задачи. Наличие такой объективной модели реализованной, например, в электронной вычислительной машине, имеет ряд преимуществ в организации обучения, среди которых отметим возможность мгновенного контроля с детальным анализом умений обучающегося и, как следствие, адекватного оперативного управления обучением.

Целью настоящей работы является разработка технологии конструирования модели «белый ящик» в виде структурно-ментальной схемы расчетных задач, формируемой на основе вычислительных примитивов по физике.

Процесс решения расчетной задачи представляет собой преобразование исходных данных с целью получить результат — числовое значение некоторой величины, определенной заданными условиями. Для построения желаемой модели БЯ с позиций расчетных задач и описания технологии ее конструирования обратимся к методологическим основам ментального подхода и современным исследованиям разума [7]. Наиболее фундаментальные идеи относительно применения воспринимаемой информации к когнитивным процессам изложены И. Кантом [11, стр. 156]. Согласно его представлениям, существует некоторый посредник между информацией, данной в восприятии, и мышлением. Это посредствующее звено Кант называет схемами. Идея схем в дальнейшем получила развитие в когнитивной психологии.

Дж. Андерсон [1, стр. 157] представляет эти схемы подобно фреймам — структурам данных, развитым в теории искусственного интеллекта. Подобные схемы мыслятся хранилищами информации о вещах и являются модельным отражением категорий. Э. Толмен, опираясь на результаты экспериментов с ориентацией крыс в пространстве лабиринтов,

вводит понятие «когнитивные карты», которые есть ничто иное, как схемы лабиринтов. Перевод статьи с описанием этого исследования опубликован в [10]. Приведенные Э. Толменом эксперименты на латентное обучение, опыты с пространственной ориентацией убедительно, хотя и косвенно показывают, что поведение крыс может быть объяснено тем, что у животного формируются схемы. Эксперименты с гипотезами показывают, как животное пытается выбрать соответствующую схему для решения нестандартной проблемной ситуации. Опыты на поиск стимула доказывают, что схемы формируются активным преобразованием чувственной информации. Э. Толмен в работе проводит параллель с человеческой психикой и проецирует результаты экспериментов с животными на человеческое поведение и обучение. У. Найссер расширяет понятие схемы на восприятие [12] и, помещая ее в структуру перцептивного цикла, подчеркивает ее влияние на все когнитивные процессы. Схема воспринимает чувственный образ, и направляет когнитивную активность воспринимающего индивида, определяя выбор следующего объекта для восприятия. По определению У. Найссера, схема представляет ту часть перцептивного цикла, которая является внутренней по отношению к воспринимающему субъекту. При этом понятие «схема» обобщает все внутренние когнитивные процессы. Б.М. Величковский [8, стр. 36] развивает данное понятие и выделяет схемы сцен — фреймы и схемы событий — сценарии.

Возможно, что в силу специфики предмета психологии, исследователи не рассматривают устройство схем, их внутреннюю структуру и не пытаются построить модель этих схем. В то же время, с точки зрения нейробиологов, когни-

тивные процессы рассматриваются как функции ансамблей нейронов. При этом современные методы позволяют визуализировать активность отдельных нейронов [18], что позволяет наблюдать активность нейронов в процессе работы мозга. Результаты подобных исследований являются прямым доказательством существования схем. Достигнутые успехи в изучении когнитивных процессов в двух полярных областях (психологии и нейрофизиологии) все же не позволяют создать модель схемы пригодную для построения БЯ, которую можно будет использовать в дидактических целях. Таким образом несмотря на широкое использование понятия «схема», имеющее достаточно прочную методологическую основу в различных науках о мозге, остаются открытыми вопросы структурного представления этих схем для построения модели БЯ.

На физиологическом уровне схемы представляют собой ансамбли нейронов головного мозга. Человеческий мозг состоит из очень большого числа нервных клеток, и надежда на возможность моделирования схем, через рассмотрение отдельных клеток очень мала. Поэтому целесообразно использовать не физиологический, а информационный взгляд на существование подобных структур. Н.И. Пак [7] предлагает концептуальную модель схемы в виде графа, содержащего терминальные и нетерминальные узлы. Ребра такого графа представляют различные операции над данными, они могут иметь веса являющиеся мерами моторики, эмоций и др. Узлы графа могут быть терминальными — узлы данные, и нетерминальными — схемы более низкого уровня, комбинированными. Уже подобное представление ментальной схемы позволяет определить новые задачи обучения — целенаправленное

формирование у обучающегося схем, соответствующих образовательным запросам.

Согласно вышеизложенной концептуальной модели схем и применительно к обучению решению расчетных задач, следует назначить терминальным узлам соответствующие исходные данные и искомое значение неизвестной величины. В этом случае нетерминальные узлы будут представлять математические выражения, способы преобразования и расчета значений величин.

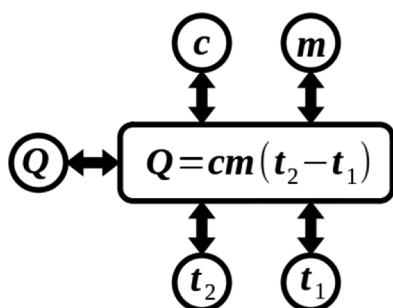
Такие структуры названы структурно-ментальными схемами. Они могут быть применены для формализованного описания умения обучающегося решать расчетные задачи, для описания алгоритма решения каждой частной физической задачи [6], а также для автоматизации обучения решению расчетных задач [13].

В следующем разделе описываются вычислительные примитивы — объекты, модели элементарных схем. Далее, на их основе описывается технология конструирования структурно-ментальных схем для расчетных задач. В последнем разделе статьи обсуждаются возможные области применения структурно-ментальных схем.

Основной текст статьи

Вычисления, составляющие суть любой расчетной задачи, производятся на основе известных закономерностей (законов, правил, формул). При этом, непосредственно математическое выражение (формула) выступает математической моделью относительно математических объектов, выражаемых известными закономерностями. Математический элемент, состоящий из математической модели и входящих в нее величин, будем называть вычислительным примитивом (ВП). Такой объект удобно изображать в виде

графа (примитивной схемы), центральной нетерминальной вершиной которого будет математическое выражение, а периферийные терминальные узлы — величины, входящие в данное выражение. Пример ВП представлен на рис. 1, где изображена математическая модель выражения количества теплоты, необходимого для нагревания тела или отдаваемого им при остывании.



Составлено авторами.

Compiled by the authors.

Рис. 1. Пример вычислительного примитива-функции (Q — количество теплоты, c — удельная теплоемкость, m — масса, t_1 , t_2 — температуры).

Fig. 1. An example of a computational primitive function (Q — amount of heat, c — specific heat capacity, m — mass, t_1 , t_2 — temperatures).

Двунаправленные связи между узлами графа наделены следующим смыслом. Связи, направленные от нетерминального узла к терминальному, соответствуют операциям вычисления значения с использованием математического выражения (формулы). Связи, имеющие обратное направление от терминального узла к нетерминальному, соответствуют операциям подстановки значений в центральное математическое выражение.

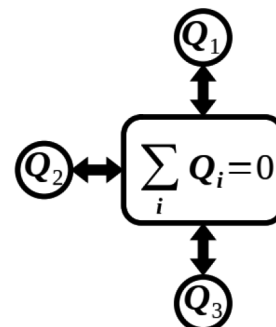
Основное свойство для вычислительного примитива — это выполнение И-преобразования. Оно определяет однозначное вычисление значения одной из терминальных величин примитива, когда значения всех остальных величин известны. Свойство

соответствует математической операции подстановки известных значений в выражение и вычисление единственного искомого. Описанный объект на рис. 1 назовем примитив-функция.

Примитивами подобного вида возможно описать множество различных ситуаций. Однако, иногда встречаются выражения, которые содержат суммы в общем виде, где количество слагаемых может быть различным в зависимости от частных ситуаций, к которым применяются данные выражения. Примером такого выражения в физике может послужить уравнение теплового баланса, которое представляется в следующем виде: $\sum Q_i = 0$. Такая сумма может содержать различное количество слагаемых, в зависимости от того о каких тепловых процессах идет речь в задаче, и в различных задачах количество слагаемых будет отличаться. Подобная ситуация не позволяет перечислить все терминальные вершины ВП для выражений с суммой в общем виде. В этом случае разумно ввести понятие «примитив-сумматор». При вычислении или выражении какого-либо значения величины, входящие параметры в сумме могут заменяться нулями (исключаются из суммирования), если они не фигурируют в проблемной ситуации. Таким образом, благодаря этому приему, примитив-сумматор также выполняет И-преобразование. Пример подобного примитива-сумматора, построенного на основе уравнения теплового баланса, представлен на рис. 2.

Вычислительные примитивы рассмотренных двух видов (примитив-функция и примитив-сумматор) отражают подавляющее большинство закономерностей в расчетных задачах по физике. Для других математических операций, ко-

торые могут встречаться при решении расчетных задач (например, дифференцирование или интегрирование) следует вводить дополнительные соответствующие примитивы.



Составлено авторами.

Compiled by the authors.

Рис. 2. Пример вычислительного примитива-сумматора, содержащего уравнение теплового баланса.

Fig. 2. An example of a computational adder primitive containing the heat balance equation.

Одни и те же величины могут входить в несколько различных выражений, т.е. вычислительные примитивы могут иметь одинаковые терминальные вершины. В этом случае возникает возможность объединения нескольких примитивов в сетевую структуру через общие для них терминальные вершины. Такая сеть, во-первых, является моделью предметной области, отражающей структуру взаимосвязей между различными величинами посредством математических закономерностей. Во-вторых, она представляет модель когнитивной схемы формирующейся при обучении решать расчетные задачи в данной области, а также управляющих процессом обучения. Из-за такой двойственности в назначении этих структур они названы структурно-ментальными схемами (СМС).

Решение задачи на СМС представляется в виде пути проходящем от терминальных узлов — величин, значения ко-

торых даны по условию расчетной задачи, к единственному терминальному узлу – величине, значение, которое требуется вычислить. В том случае, если невозможно провести путь от узлов данных к узлу цели через нетерминальные узлы выполняющие И-преобразования в соответствии со свойствами примитивов, через которые проходит путь, задача не имеет решения. Если же такой путь возможен – задача решается.

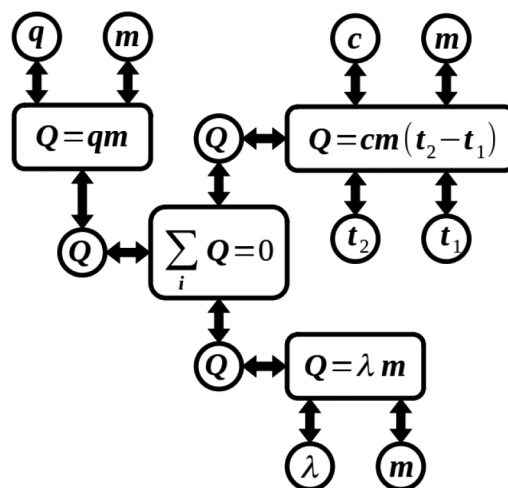
В структурно-ментальных схемах могут быть три вида связей: связи от нетерминального узла (выражения) к терминальному узлу (величине), они обозначают вычисление значения величины; связи от терминального узла (величины) к нетерминальному узлу (выражению), обозначают подстановку значения; связи между терминальными узлами, обозначающие отождествление величин. Если связи снабдить весами, то они могут обозначать уровень сформированности данной связи в когнитивной схеме обучающегося. Набор весов в комплекте с СМС составляют модель умения решать расчетные задачи.

Процесс создания СМС начинается с выбора предметной области, в которой имеют место математические закономерности определяющие возможность составлять и решать задачи. Далее следует выбрать основные закономерности, по которым формируются вычислительные примитивы. При этом предпочтение следует отдавать основным закономерностям, которые не выводятся из других выражений (опытным законам, определениям). Иногда встречаются формулы, которые являются следствиями от основных закономерностей. СМС, состоящие одновременно из примитивов, с основными и с производными выражениями, будут показывать формальные альтернативные пути решения задач, которые

будут соответствовать выводу производных выражений. При проектировании СМС подобных ситуаций следует избегать, чтобы исключить путаницу в идентификации пути решения задачи обучающимся. Часто от решения задачи остается только ответ – одно единственное значение рассчитанной величины. Это обусловлено, во-первых, спецификой расчетных задач, во-вторых, особенностями формы контроля (например, при тестировании, если расчетная задача сформулирована в виде задания открытого или закрытого вида). При этом невозможно в точности определить ход решения задачи. В связи с этим, предпочтительно иметь расчетные задачи, которые имеют единственный ход решения. В противном случае необходимо предусмотреть отслеживание способа решения задачи обучающимся, что сравнительно не сложно при экспертной проверке, однако, в случае автоматизации контроля представляет самостоятельную нетривиальную задачу.

Таким образом, алгоритм составления СМС может быть следующим: выбор предметной области в которой достаточно много закономерностей, выражаемых математическими выражениями; выбор основных выражений, которые составят суть вычислительных примитивов; выделение множества величин, описывающих предметную область и входящих в выбранные основные выражения; определение выражений второго порядка, выводимых из основных и по возможности отказ от их использования при составлении СМС; проверка связности вычислительных примитивов, основанных на выбранных выражениях (т.е. в СМС не должно быть изолированных участков, все ВП должны быть связаны друг через друга); объединение вычислительных примитивов в единую СМС.

В качестве примера, иллюстрирующего технологию конструирования структурно-ментальной схемы, рассмотрим тему «Тепловые явления» (рис. 3).



Составлено авторами.
Compiled by the authors.

Рис. 3. Возможная структурно-ментальная схема по теме «Тепловые явления» (Q – количество теплоты, q – удельная теплота сгорания топлива, m – масса, c – удельная теплоемкость, λ – удельная теплота плавления, t_1 , t_2 – температуры)

Fig. 3. Possible structural and mental diagram on the topic “Thermal Phenomena” (Q – amount of heat, q – specific heat of combustion of fuel, m – mass, c – specific heat capacity, λ – specific heat of fusion, t_1 , t_2 – temperatures)

Формулировка одной из расчетных задач по этой теме может выглядеть следующим образом:

Какое количество каменного угля требуется для того, чтобы нагреть до кипения воду массой 10 кг, находящуюся при температуре 20°C?

Решение данной задачи в виде пути на СМС представлено на рис. 4.

Понимание верного решения задачи обучающимся как акта укрепления фрагмента его когнитивной схемы, соответствующего частной СМС задачи, очевидно несет в себе намного больше информации, чем понимание того, что обучающийся получил верный ответ на задачу. Накопление и анализ этой информации позволяет понять какие операции обучающийся выполнял и насколько часто. Представленная модель БЯ в виде структурно-ментальной схемы позволяет провести детальный

анализ сформированности умения обучающегося решать расчетные задачи.

Структурно-ментальные схемы, технология построения которых представлена в работе могут использоваться для различных целей.

Визуализация схемы и структурности верно решенных обучающимся задач позволяет провести качественный контроль умения решать расчетные задачи. Очевидно, если в процессе обучения учитывается только количество задач, решенных обучающимся, контроль умения является поверхностным. Число решенных задач не может гарантировать полного разнообразия в проработке различных операций встречающихся при решении расчетных задач.

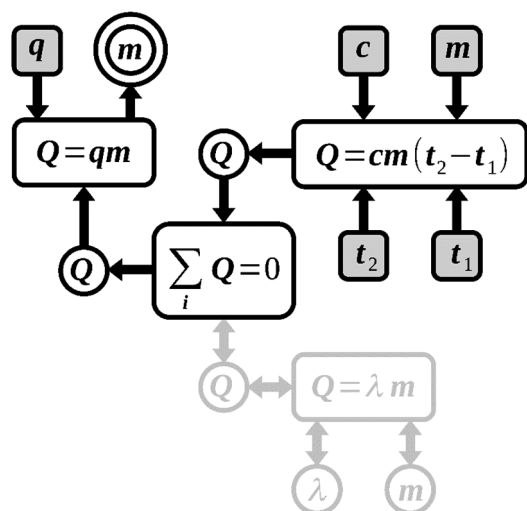
Рассмотрение частных СМС верно решенных обучающимся задач позволяет учесть содержание каждой задачи. Наложение частных СМС выявит

связи, которые обучающийся проработал наиболее тщательно. Если же некоторые связи при таком анализе окажутся не задействованными, это однозначно означает, что задачи с данными операциями обучающийся не решал, и они составляют пробелы в его умениях.

Часто осознание собственных потребностей обучающимся на таком глубоком уровне невозможно, поскольку для понимания таких дефицитов необходим, во-первых, «взгляд со стороны», во-вторых, опыт в данной области. Определить индивидуальные пробелы в знаниях у обучающегося способен опытный наставник, но не сам обучающийся, который, очевидно не является экспертом в изучаемой предметной области. Компьютерная система способная строить модели схем обучающихся и настраивать эти модели в соответствии уровнем сформированности умения у обучающегося вполне может в автоматизированном режиме определять индивидуальные дефициты обучающихся.

Заключение

Предлагаемая технология составления СМС обеспечивает возможность построения модели «белый ящик» для дидактических целей. Структурно-ментальная схема и набор весов ее связей составляют информационную модель умения обучающегося решать расчетные задачи. Она позволяет не только детально рассмотреть какие именно операции при решении задач освоены обучающимся, но также учесть продолжительность промежутков времени между успешными решениями. А это очень важно при анализе прочности усвоения рассматриваемого умения, если учитывать эффекты забывания и организации своевременного повторения. Такая модель будет детально отражать реальный опыт обучающегося. Практическая



Составлено авторами.

Compiled by the authors.

Рис. 4. Пример представления решение задачи по теме «Тепловые явления», в виде пути на структурно-ментальной схеме. Тут терминальные узлы — данные выделены скругленными прямоугольниками с серым фоном, двойным кругом обозначен терминальный узел — цель решения. Бледно-серым отмечена та часть СМС, которая не задействована в решении данной задачи.

Fig. 4. An example of presenting a solution to a problem on the topic “Thermal Phenomena”, in the form of a path on a structural-mental diagram. Here the terminal nodes - the data is highlighted in rounded rectangles with a gray background, the terminal node - the goal of the solution - is indicated by a double circle. The part of the structural-mental schemes that is not involved in solving this problem is marked in pale gray.

реализация модели БЯ на основе структурно-ментальных схем описана в [2]. Модель умения решать задачи построенная по принципу «белого ящика» организована следующим образом. При регистрации пользователя, в системе создается копия СМС отдельно для данного пользователя. Ребрам этой схемы приписываются веса, отражающие уровень проработки той операции которой соответствует связь. При решении обучающимся задачи веса ребер, входящих в частную схему задачи увеличиваются. Когда обучающийся верно решает задачу, система автоматически увеличивает вес тех связей, которые соответствуют операциям, встречающимся в решении этой задачи. Так происходит настройка «белого ящика» непосредственно в процессе обучения.

Наличие системы, в которой имеется модель умения обучающегося формирующаяся по принципу «белый ящик», позволяет организовать персонализированный контроль и процесс персонализированного обучения. Наблюдая состояние модели — белого ящика, можно получить информацию о том, какие задачи следует предложить обучающемуся для упражнений, чтобы удовлетворить его индивидуальные образовательные потребности.

Графовидная структура СМС позволяет визуализировать процесс обучения. При работе с классическим задачиком, в котором собраны за-

дачи по различным разделам какой-либо науки, обучающемуся недоступно представление того, насколько хорошо сформировано его умение решать расчетные задачи. Единственная метрика доступная в данном случае — это процент решенных задач. Очевидно, что одно единственное число не может дать подробной информации о том, насколько широко сформировано умение и насколько оно прочно. Визуализация в данном случае просто необходима. Обладая информацией о подробном составе и состоянии своего умения решать задачи, обучающийся сможет самостоятельно выбрать задания необходимые для дальнейшего совершенствования. Таким образом, визуализация СМС даёт возможность организовать эффективный процесс самостоятельной работы обучающихся по формированию умения решать расчетные задачи.

Визуализация с помощью частной СМС позволяет указать обучающемуся ход решения задачи. Часто визуальный канал восприятия информации является доминантным, и подача информации в таком виде оказывается предпочтительной. Также, изучение частной СМС, может существенно упростить понимание хода решения. При этом, что немало важно, обладание подобной графической инструкцией не избавляет учащегося от необходимости самостоятельного выполнения всех операций решения, но, напротив, моти-

вирует к попыткам, поскольку ход решения становится понятным, прозрачным, а успех решения более вероятным.

Помимо вышесказанного, наличие СМС предметной области, позволит составить разнообразные задачи. Комплект таких задач может гарантированно покрывать все возможные операции с математическими законами, описывающими предметную область.

В работе предложена технология конструирования структурно-ментальных схем, которая может быть представлена в виде следующей последовательности этапов:

- выбор предметной области, в которой распространены математические закономерности;
- выбор основных математических выражений;
- выделение множества величин, описывающих выбранную предметную область;
- составление набора вычислительных примитивов;
- проверка связности вычислительных примитивов, основанных на выбранных выражениях;
- объединение вычислительных примитивов в единую структурно-ментальную схему.

Созданные структурно-ментальные схемы обеспечивают дидактический процесс по модели «белый ящик».

Предложенная технология применима для конструирования СМС для расчетных задач из различных предметных областей.

Литература

1. Андерсон Дж. Р. Когнитивная психология. Пер. с англ. С. Комаров; гл. ред. Е. Строганова. 5-е изд. СПб.: Питер, 2002. Серия «Мастера психологии». 496 с.
2. Асауленко Е.В. Автоматизация процесса организации персонализированной самостоятельной работы студентов по решению задач на основе когнитивного подхода: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Асауленко Евгений Васильевич. Красноярск, 2020. 205 с.

3. Асауленко Е.В. Анализ процесса развития методов контроля знаний с позиции теории черного ящика // Педагогическое образование в России. 2016. № 5. С. 41–46.
4. Асауленко Е.В. О применении модели черного ящика при контроле знаний // Сибирский учитель. 2016. № 6 (109). С. 57–61.
5. Асауленко Е.В. Тестирование знаний учащихся на основе машинного анализа ментальных карт // Вестник Красноярского государственного педагогического уни-

верситета им. В.П. Астафьева. 2013. № 4. С. 239–243.

6. Асауленко Е.В. Формирование способностей ученика решать вычислительные физические задачи на основе ментальных схем // Педагогическая информатика. 2017. № 2. С. 11–19.

7. Баженова И.В., Бабич Н., Пак Н.И. От проективно-рекурсивной технологии обучения к ментальной дидактике: монография. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2016. 160 с.

8. Величковский Б.М. Когнитивная наука. Основы психологии познания : в 2 т. Том 1 : учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2022. 405 с.

9. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 2-е издание М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. 344 с.

10. Гальперин П.Я., Ждан А.Н. История психологии. Период открытого кризиса (начало 10-х середина 30-х годов XX в). 2-е изд. доп. М.: Издательство Московского университета, 1992. 364 с.

11. Кант И. Сочинения. В 8 томах. Т. 3. М.: ЧОРО, 1994. 741 с.

12. Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. Пер. с англ. В.В. Лучкова. М.: Прогресс, 1981. 232 с.

13. Пак Н.И., Асауленко Е.В. Автоматизация процесса обучения решению вычислитель-

ных задач с позиций когнитивного подхода // Информатизация образования и методика электронного обучения : материалы II Международной научной конференции (Красноярск, 25–28 сентября 2018 года). Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. С. 227–231.

14. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. N 1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».

15. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».

16. Сорокопуд Ю.В., Амчиславская Е.Ю., Ярославцева А.В. Soft Skills («Мягкие навыки») и их роль в подготовке современных специалистов // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 1(86). С. 194–196.

17. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. Пер. с англ. Д.Г. Лахути. Под ред. В.А. Успенского. М.: Издательство иностранной литературы, 1959. 432 с.

18. Barykina N.V., Ivashkina O.I., Anokhin K.V. и др. FGCaMP7, an improved version of fungi-based ratiometric calcium indicator for in vivo visualization of neuronal activity // International Journal of Molecular Sciences. 2020. № 8(21). 3012 с.

References

1. Anderson J.R. Kognitivnaya psikhologiya = Cognitive psychology. Tr. from Eng: Komarov, ed. E. Stroganova. 5th ed. Saint Petersburg: Piter; 2002. Series “Masters of Psychology”. 496 p. (In Russ.)

2. Asaulenko Ye.V. Avtomatizatsiya protsesssa organizatsii personifitsirovannoy samostoyatel'noy raboty studentov po resheniyu zadach na osnove kognitivnogo podkhoda = Automation of the process of organizing personalized independent work of students to solve problems based on the cognitive approach: dissertation of Cand. Sci. (Pedagogy): 13.00.02. Krasnoyarsk; 2020. 205 p. (In Russ.)

3. Asaulenko Ye.V. Analysis of the development process of knowledge control methods from the perspective of the black box theory. Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii = Pedagogical education in Russia. 2016; 5: 41–46. (In Russ.)

4. Asaulenko Ye.V. On the use of the black box model in knowledge control. Sibirskiy uchitel' = Siberian teacher. 2016; 6 (109): 57–61. (In Russ.)

5. Asaulenko Ye.V. Testing students' knowledge based on machine analysis of mental maps. Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.P. Astaf'yeva = Bulletin of the Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University. 2013; 4: 239–243. (In Russ.)

6. Asaulenko Ye.V. Formation of student's abilities to solve computational physical problems based on mental schemes. Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics. 2017; 2: 11–19. (In Russ.)

7. Bazhenova I.V., Babich N., Pak N.I. Ot proyektivno-rekursivnoy tekhnologii obucheniya k mental'noy didaktike: monografiya = From projective-recursive teaching technology to mental didactics: monograph. Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2016. 160 p. (In Russ.)

8. Velichkovskiy B.M. Kognitivnaya nauka. Osnovy psikhologii poznaniya = Fundamentals of cognitive psychology: in 2 volumes. Volume 1: textbook for universities. Moscow: Yurayt Publishing House; 2022. 405 p. (In Russ.)

9. Viner N. Kibernetika, ili upravleniye i svyaz' v zhivotnom i mashine = Cybernetics, or control and communication in animals and machines. 2nd edition. Moscow: Science; Main editorial board of publications for foreign countries; 1983. 344 p. (In Russ.)

10. Gal'perin P.Ya., Zhdan A.N. Istoriya psikhologii. Period otkrytogo krizisa (nachalo 10-kh sredina 30-kh godov XX v) = History of psychology. The period of open crisis (early 10s - mid 30s of the 20th century). 2nd ed. add. Moscow: Mos-

cow University Publishing House; 1992. 364 p. (In Russ.)

11. Kant I. Sochineniya = Essays. In 8 volumes. Vol. 3. Moscow: CHORO; 1994. 741 p. (In Russ.)

12. Naysser U. Poznaniye i real'nost'. Smysl i printsipy kognitivnoy psikhologii = Cognition and reality. The meaning and principles of cognitive psychology. Tr. from Eng. V.V. Luchkova. Moscow: Progress; 1981. 232 p. (In Russ.)

13. Pak N.I., Asaulenko Ye.V. Automation of the learning process for solving computational problems from the perspective of a cognitive approach. Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronogo obucheniya : materialy II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = Informatization of education and e-learning methods: materials of the II International Scientific Conference (Krasnoyarsk, September 25–28; 2018). Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2018: 227-231. (In Russ.)

14. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of December 17; 2010 No. 1897 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta osnovnogo

obshchego obrazovaniya» = «On approval of the federal state educational standard of basic general education» (In Russ.)

15. Order of the Ministry of Education of the Russian Federation of May 31; 2021 No. 287 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta osnovnogo obshchego obrazovaniya» = «On approval of the federal state educational standard of basic general education» (In Russ.)

16. Sorokopud Yu.V., Amchislavskaya Ye.Yu., Yaroslavtseva A.V. Soft Skills and their role in the training of modern specialists. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = World of science, culture, education. 2021; 1(86): 194-196. (In Russ.)

17. Ashby W.R. Vvedeniye v kibernetiku = Introduction to cybernetics. Tr. from Eng. D.G. Lakhuti. Ed. V.A. Uspenskogo. Moscow: Foreign Literature Publishing House; 1959. 432 p. (In Russ.)

18. Barykina N.V., Ivashkina O.I., Anokhin K.V. et al. FGCaMP7, an improved version of fungi-based ratiometric calcium indicator for in vivo visualization of neuronal activity. International Journal of Molecular Sciences. 2020; 8(21). 3012 p.

Сведения об авторах

Николай Инсебович Пак

Д.п.н., профессор кафедры информатики и информационных технологий в образовании Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия
Эл. почта: nik@kspu.ru

Евгений Васильевич Асауленко

Учитель
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №7 им. В.П. Астафьева, Дивногорск, Россия
Эл. почта: evgeniy.asaulenko@mail.ru

Information about the authors

Nikolay I. Pak

Dr. Sci. (Pedagogy), Professor of Department of Informatics and Information Technologies in Education
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: nik@kspu.ru

Evgeny V. Asaulenko

Teacher
Municipal budgetary educational institution secondary school No. 7 named after V.P. Astafiev, Divnogorsk, Russia
E-mail: evgeniy.asaulenko@mail.ru



УДК 519.233.3

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2024-2-59-72>

А.А. Типикин, А.А. Прусаков, Н.А. Тимошенко

Военный учебно-научный центр Военно-морского флота
«Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза
Н.Г. Кузнецова, Санкт-Петербург, Россия

Программная реализация критерия Эппса-Палли в среде моделирования Matlab

Цель работы. Системы моделирования и платформы программирования дают широкие возможности по использованию статистических инструментов в научно-исследовательской деятельности. Так как нормальное распределение является одним из наиболее часто встречающихся законов распределения, то критерий проверки выборки на нормальность имеет высокую востребованность среди инструментов статистического оценивания, среди которых критерий Эппса-Палли имеет статус одного из наиболее мощных тестов для проверки отклонения распределения от нормального. Есть ряд реализаций данного теста на языках R и Python. Однако в одной из наиболее популярных систем моделирования Matlab данный тест не реализован. Таким образом, цель данного исследования разработать программную реализацию критерия Эппса-Палли в среде Matlab и проверить корректность проводимых расчетов.

Материалы и методы. Вычисление статистики Эппса-Палли реализовано двумя методами — классическим, с помощью циклов, и матрично-векторным — с помощью операций линейной алгебры. Классический метод требует вычисления промежуточных величин, необходимых для получения статистики критерия, с помощью двух независимых циклов, причем второй цикл является двойным, в котором один цикл вложен в другой. Матрично-векторный метод требует меньше строк кода за счет выполнения расчетов с помощью операций линейной алгебры над матрицами и векторами. Критические значения статистики для объема выборки от 8 до 1000 элементов получены с помощью двухмерной линейной интерполяции табличных значений. Для выборки свыше 1000 элементов использована аппроксимация бета-функцией III рода.

Результаты. Оценка вычислительной эффективности способов показала, что циклический подход примерно в три раза

превосходит матрично-векторный по показателю затрачиваемого времени, что предположительно связано с обработкой незначительных элементов в треугольных матрицах при выполнении покомпонентных операций. Корректность программной реализации теста Эппса-Палли проверена на нескольких примерах, которые подтвердили соответствие рассчитываемых значений статистики критерия, а также критических значений статистики, известным данным. Проведена статистическая оценка критерия по эмпирическим значениям ошибки первого рода. Получено соответствие значений ошибок задаваемым уровням значимости. Проведены сравнительные оценки критерия Эппса-Палли с критериями Андерса-Дарлинга и Шапиро-Уилка по показателю эмпирической мощности критерия. Результаты оценок табулированы.

Программная реализация критерия Эппса-Палли опубликована на Интернет-ресурсе MATLAB Central и доступна для свободного использования.

Заключение. Разработанная программная реализация критерия Эппса-Палли является новым исследовательским инструментом, ранее отсутствовавшим в среде моделирования Matlab. Обоснован выбор алгоритма расчета статистики критерия по показателю времени, затрачиваемого на расчеты. Корректность расчетных алгоритмов подтверждается совокупностью выборочных проверок и статистическими оценками, соответствующими известным теоретическим положениям.

Ключевые слова: критерий Эппса-Палли, нормальное распределение, моделирование, программная реализация, вычислительная эффективность, ошибка первого рода, мощность критерия.

Alexey A. Tipikin, Alexander A. Prusakov, Nikolay A. Timoshenko

Military Training and Scientific Center of the Navy «Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov»,
St. Petersburg, Russia

Software Implementation of the Epps-Pulley Criterion in Matlab Modeling Environment

Purpose. Modeling systems and programming platforms provide ample opportunities for the use of statistical tools in research activities. Since the normal distribution is one of the most common distribution laws, the criterion for checking the sample for normality is in high demand among statistical assessment tools, among which the Epps-Pulley test has the status as one of the most powerful tests to check the deviation of the distribution from the normal one. There are a number of implementations of this test in the R and Python languages. However, this test is not implemented in one of the most popular Matlab modeling software. Thus, the purpose of this study is to develop a software implementation of the Epps-Pulley criterion in the Matlab environment and verify the correctness of the performed calculations.

Materials and Methods. We implemented the calculation of Epps-Pulley statistics by two methods — classical, using cycles, and matrix-vector, using linear algebra operations. The classical method requires calculating the intermediate values necessary to obtain the criterion statistics using two independent cycles, the second cycle being a double one, in which one cycle is nested into the other. The matrix-vector method requires fewer code by performing calculations using linear algebra operations on matrices and vectors. We obtained

critical statistical values for the sample size from 8 to 1000 observations with two-dimensional linear interpolation of tabular values. We used an approximation by a beta function of the third kind for a sample of over 1000 elements.

Results. An assessment of the computational efficiency of the methods showed that the cyclic approach is about three times higher than the matrix-vector approach in terms of consumed time, which is presumably due to the processing of insignificant elements in triangular matrices when performing component-by-component operations. The correctness of the software implementation of the Epps-Pulley criterion was tested on several examples, which confirmed the compliance of the calculated values of the criterion statistics, as well as the critical values of statistics, with known data. We carried out a criterion statistical evaluation based on the empirical values of the error of the first kind. We obtained the error values correspondence to the specified significance levels. We performed comparative estimates of the Epps-Pulley test with the Anders-Darling and Shapiro-Wilk tests in terms of the criterion empirical power and tabulated the evaluation results. We published the software implementation of the Epps-Pulley test on the MATLAB Central Internet resource and for free use.

Conclusion. We developed software implementation of the Epps-Pulley criterion as a new research tool that was previously unavailable in the Matlab modeling environment. We used the time spent on calculations to make a reasonable choice of the calculation algorithm for the criterion statistics. We confirmed correctness of the calculation algorithms by a set of selective

checks and statistical estimates that showed the compliance with well-known theoretical provisions.

Keywords: Epps-Pulley criterion, normal distribution, simulation, software implementation, calculation efficiency, error of the first kind, criterion power.

Введение

Проверка распределения погрешностей (остатков) моделирования на нормальность является неотъемлемой частью проверки практически любой разработанной модели на адекватность [1, 2]. В настоящее время существует множество критериев оценки нормальности распределения, среди которых как широко известные критерии Пирсона и Колмогорова [3, 4], так и более современные Андерса-Дарлинга, Шапиро-Уилка и Эппса-Палли [5–7] и др.

В работах [8, 9] установлено, что критерий Эппса-Палли является одним из наиболее мощных. В частности, по этому показателю он превосходит критерии Шапиро-Уилка, Д'Агостино, Дэвида-Хартли-Пирсона, однако имеет недостаток – при малых объемах выборки неспособен отличать от нормального закона, распределения с более плоскими плотностями вероятностей (с коэффициентом эксцесса $E_s \leq 2$); но этот недостаток также свойственен и критерию Шапиро-Уилка [10]. Ряд достоинств критерия Эппса-Палли описан в работе [7].

В то же самое время многие научные и инженерные системы компьютерной математики, используемые в интересах моделирования, имеют в своем составе пакеты статистического анализа, которые позволяют интегрировать процесс статистической проверки моделей. В достаточно популярной системе моделирования Matlab при наличии пакета расширения Statistics and Machine Learning для проверки нормальности распределения предлагается использовать

критерии Пирсона, Колмогорова-Смирнова и Лиллиефорса [11]. Критерий Шапиро-Уилка реализован пользовательским сообществом [12], однако критерий Эппса-Палли в данной системе отсутствует, при том что он реализован на языках Python и R [13–15].

Таким образом, целью работы является расширение возможностей по использованию современных критериев проверки на нормальность в системах компьютерного моделирования путем реализации критерия Эппса-Палли в системе моделирования Matlab.

Методы расчета статистики критерия Эппса-Палли

Порядок расчета статистики критерия Эппса-Палли приведен в [16, 17] и общем выражается формулой:

$$T_{EP} = 1 + \frac{N}{\sqrt{3}} + B - A, \quad (1)$$

где

$$A = \sqrt{2} \sum_{j=1}^N \exp \left(-\frac{(x_j - \bar{x})^2}{4m_2} \right); \quad (2)$$

$$B = \frac{2}{N} \sum_{k=2}^N \sum_{j=1}^{N-1} \exp \left(-\frac{(x_j - \bar{x})^2}{2m_2} \right), \quad (3)$$

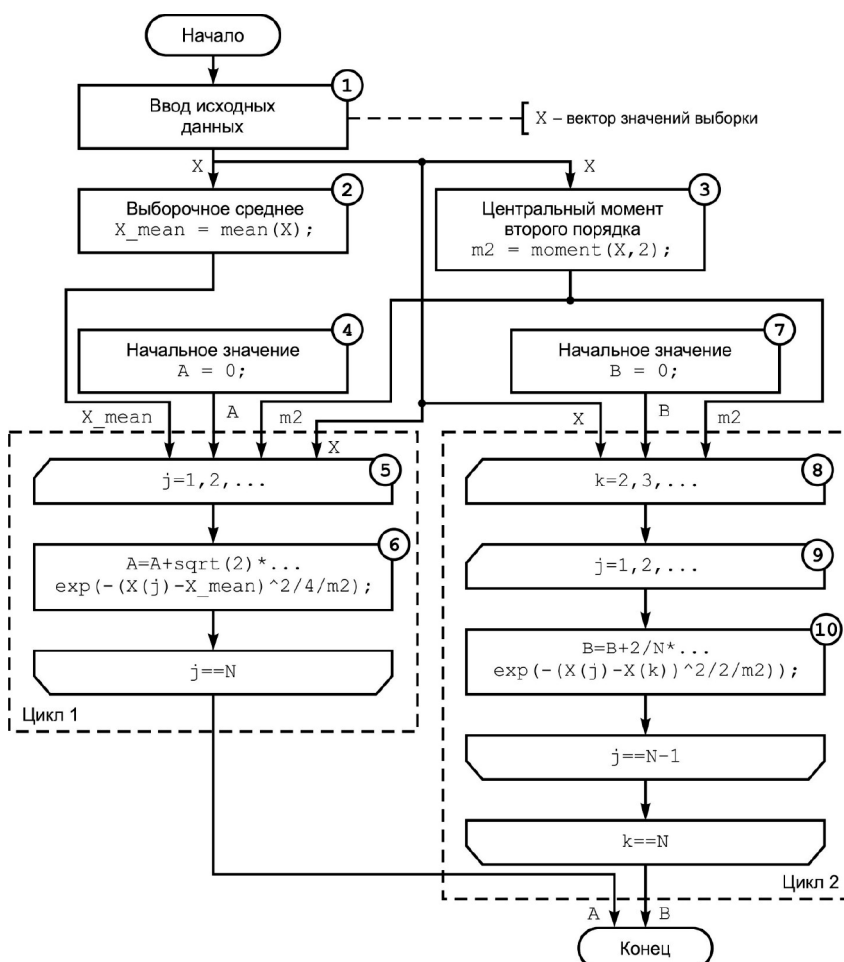


Рис. 1. Алгоритм расчета величин A и B с помощью циклов
Fig. 1. The algorithm for calculating the A and B values using cycles

В формулах (1)–(3) введены обозначения N – объем выборки, $\bar{x}$ – среднее выборочное, m_2 – центральный момент 2-го порядка.

Как видно из формул (2) и (3) величины A и B вычисляются с помощью многократного суммирования, что обычно традиционно реализуется в виде цикла [13, 18]. Алгоритм расчета величин A и B с помощью циклов показан на рис. 1.

Если учитывать, что система моделирования Matlab изначально оптимизирована для выполнения матричных операций, то логично предположить, что избавление от циклов и переход к операциям линейной алгебры повысит вычислительную эффективность алгоритма. Тогда величины A и B могут быть рассчитаны по формулам:

$$A = \sqrt{2} \sum \left\langle \exp \left(-\frac{(\mathbf{X} - \bar{x})^{(2)}}{4m_2} \right) \right\rangle;$$

$$B = \frac{2}{N} \sum \left\langle \mathbf{L} \left\langle \exp \left(-\frac{(\mathbf{Xj} - \mathbf{Xk})^{(2)}}{2m_2} \right) \right\rangle \right\rangle,$$

где

$$\begin{aligned} \mathbf{Xk} &= (\mathbf{U}_1 \langle \times \rangle \mathbf{X}_1)^T; \\ \mathbf{Xj} &= \mathbf{L}_1 \langle \times \rangle \mathbf{X}_2; \\ \mathbf{X} &= \{x_1, x_2, \dots, x_N\}; \\ \mathbf{X}_1 &= \{x_2, x_3, \dots, x_N\}; \\ \mathbf{X}_2 &= \{x_1, x_2, \dots, x_{N-1}\}, \end{aligned}$$

здесь обозначены: $\mathbf{U}_1$ – верхняя треугольная матрица размера $(N-1) \times (N-1)$, все ненулевые элементы которой равны единице, $\mathbf{L}_1$ – нижняя треугольная матрица размера $(N-1) \times (N-1)$, все ненулевые элементы которой равны единице, $\mathbf{L}\langle \dots \rangle$ – оператор преобразования матрицы в нижнюю треугольную матрицу (приравниваются нулю все элементы выше главной диагонали), $\sum \langle \dots \rangle$ – оператор суммирования всех элементов матрицы (вектора), $\langle \times \rangle$ – оператор покомпонентного умножения, $\mathbf{X}^{(2)}$ – покомпонентное возведение в квадрат.

Следовательно, алгоритм вычисления величин A и B вместо циклов (см. рисунок 1)

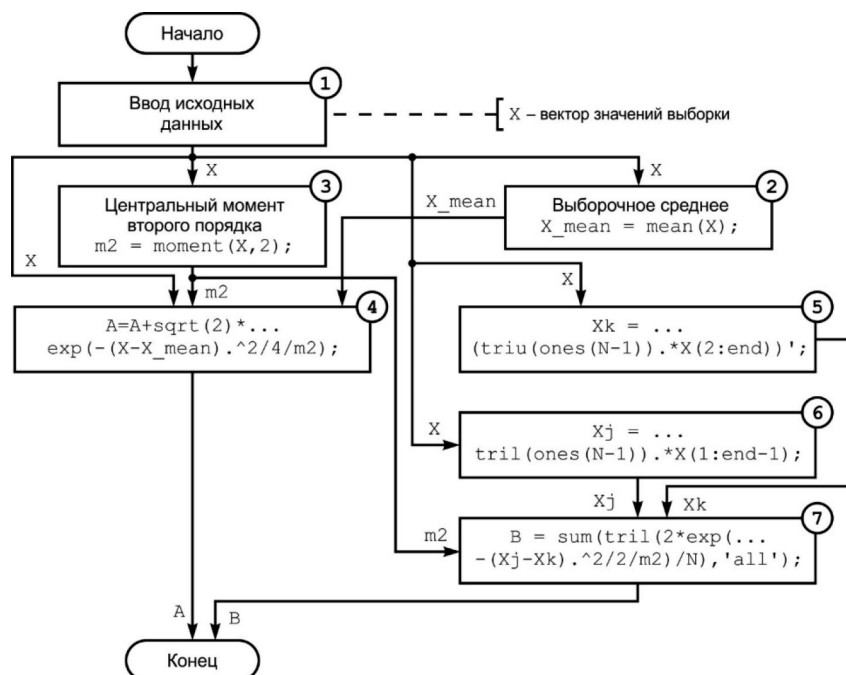


Рис. 2. Алгоритм вычисления величин A и B с помощью операций линейной алгебры

Fig. 2. The algorithm for calculating A and B values using linear algebra operations

может быть представлен операциями над матрицами и векторами. Алгоритм вычисления величин A и B с помощью операций линейной алгебры показан на рис. 2, причем операции в блоках 4, 5 и 6 могут выполняться параллельно.

Сравнение вычислительной эффективности способов расчета статистики

Для сравнения вычислительной эффективности по критерию наименьшего затрачиваемого времени проведены расчеты вычисления статистики критерия Эппса-Палли с различными объемами выборки. Для каждой выборки выполнено по 500 расчетов. На рисунках 3 и 4 изображены гистограммы распределения времени, затрачиваемого на вычисление статистики критерия Эппса-Палли с помощью матрично-векторных операций и с помощью циклических расчетов при объеме выборки 5000 наблюдений.

Средние значения затрачиваемого времени сведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, по показателю времени, затрачиваемого на проведение расчетов, вариант 2 имеет приблизительно трехкратное преимущество над вариантом 1. Предположительно это объясняется дополнительным временем, связанным с выполнением операций с незначимыми (нулевыми) элементами в треугольных матрицах. Возможно, это время можно уменьшить, если оптимизировать вычислительные алгоритмы, но для этого требуется низкоуровневый доступ к памяти электронной-вычислительной машины, который в Matlab не обеспечивается.

Расчет критических значений статистики

Критические значения статистики Эппса-Палли для объемов выборки от 8 до 200 и уровней значимости от 0,01 до 0,1 приведены в [16]. В работе [8] представлены данные для объемов выборки от 8 до 1000 и уровней значимости от 0,01 до 0,15. Указанные сведения

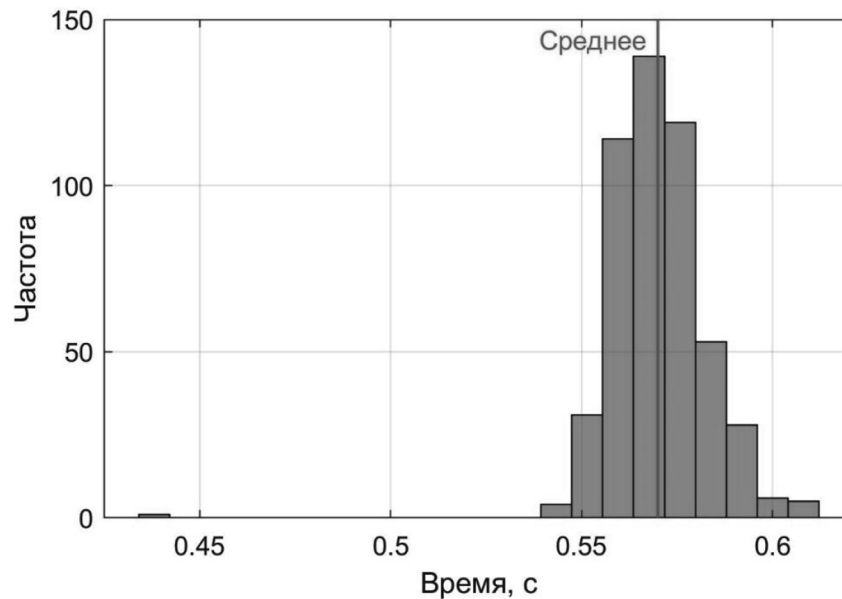


Рис. 3. Время, затрачиваемое на вычисление статистики критерия Эппса-Палли с помощью матрично-векторных операций при объеме выборки 5000 наблюдений

Fig. 3. The time consumed for the Epps-Pulley statistics calculation using matrix-vector operations with a sample size of 5000 observations

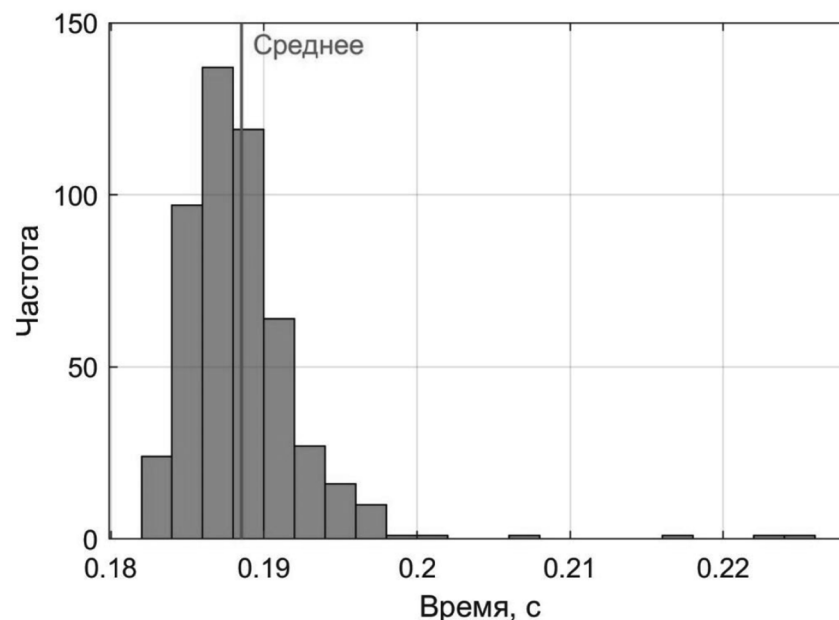


Рис. 4. Время, затрачиваемое на вычисление статистики критерия Эппса-Палли с помощью циклических расчетов при объеме выборки 5000 наблюдений

Fig. 4. The time consumed for the Epps-Pulley statistics calculation using cyclic calculations with a sample size of 5000 observations

Таблица 1 (Table 1)

Средние значения времени, затрачиваемого на вычисления
Average values of the time consumed for calculations

Объем выборки	100	500	1000	5000	10000	15000
	Время, с					
Матрично-векторный способ (вариант 1)	$2,14 \cdot 10^{-4}$	$5,06 \cdot 10^{-3}$	$2,24 \cdot 10^{-2}$	0,570	2,26	4,97
Циклический способ (вариант 2)	$1,85 \cdot 10^{-4}$	$2,00 \cdot 10^{-3}$	$7,66 \cdot 10^{-2}$	0,189	0,75	1,68

могут быть использованы в табличном виде. Для получения промежуточных критических значений статистики выполняется двухмерная линейная интерполяция.

При объеме выборки более 1000 наблюдений целесообразно использовать приближенные распределения статистики критерия с помощью бета-распределения III рода с предельными параметрами [8]. Кумулятивная функция бета-распределения записывается как [4]:

$$F(x | a, b) = \frac{B(x | a, b)}{B(a, b)} = \frac{1}{B(a, b)} \int_0^x t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt; \\ x \in [0, 1], a > 0, b > 0, \quad (4)$$

где бета-функция имеет вид:

$$B(a, b) = \frac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b)} = \int_0^1 t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt,$$

здесь $\Gamma(z)$ — гамма-функция, выражаемая формулой:

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt. \quad (5)$$

Если в формуле (4) вместо x подставить производящую функцию

$$g(x | \delta, \alpha, \beta) = \frac{\delta \frac{x - \alpha}{\beta}}{1 + (\delta - 1) \frac{x - \alpha}{\beta}},$$

то получим бета-распределение III рода, аппроксимирующее распределение статистики Эппса-Палли:

$$F(x | \theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4) = \frac{B(g(x | \theta_2, \theta_3, \theta_4) | \theta_0, \theta_1)}{B(\theta_0, \theta_1)}, \quad (6)$$

с предельными значениями параметров [8]:

$$\theta_0 = 1,7669; \theta_1 = 2,1668; \\ \theta_2 = 6,7594; \theta_3 = 0,91; \\ \theta_4 = 0,0016,$$

Графики кумулятивной функции ($F(x)$) и плотности вероятности ($f(x)$) бета-распределения III рода, полученные по

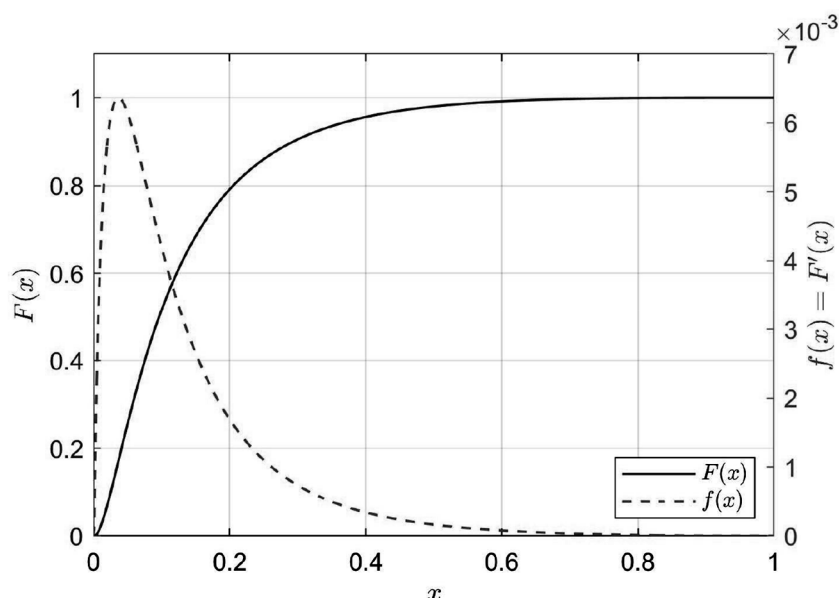


Рис. 5. Графики кумулятивной функции ($F(x)$) и плотности вероятности ($f(x)$) бета-распределения III рода с предельными параметрами

Fig. 5. Graphs of the cumulative function ($F(x)$) and probability density ($f(x)$) of the beta distribution of the III kind with limiting parameters

формуле (6) с предельными параметрами, показаны на рис. 5.

Оценка корректности реализации критерия

Код функции `epstest`, выполняющей проверку нормальности по критерию Эппса-Палли доступен на ресурсе Matlab-Central [19]. Данная функция возвращает результат проверки, расчетную величину статистики и критическое значение статистики Эппса-Палли. Если расчетное значение статистики не превышает критическое, то результат проверки равен 0 (нулевая гипотеза не отклоняется на заданном уровне значимости), в ином случае – 1 (нулевая гипотеза отклоняется на заданном уровне значимости).

Корректность тестирования гипотез проверена на нескольких примерах. Один из них – применение критерия Эппса-Палли для проверки нормальности распределения результатов измерения прочности вискозной нити [16]. Нормальный вероятностный график измеренных значений показателя прочности вискозной нити показан на рис. 6.

Как видно из рисунка, данные измерений сильно отклоняются от нормального распределения в хвостах. Это дает основание предполагать о несоответствии закона распределения выборки нормальному закону. Тестирование по критерию Эппса-Палли отвергает нулевую гипотезу на уровне значимости 0,01. При этом

рассчитанное значение статистики 0,612 совпадает с данными примера. Однако критическое значение 0,57 отличается, что связано с различиями в таблицах критических значений в [8] и [16].

Если выполнить логарифмическое преобразование значений выборки по формуле $\ln(204 - x)$, то преобразованные значения показателя прочности вискозной нити гораздо лучше совпадают с прямой нормального распределения, как это показано на рис. 7.

Теперь тестирование по критерию Эппса-Палли не отвергает гипотезу о нормальном распределении данных. Расчетное значение статистики составляет 0,006, что также совпадает с примером.

Другой пример представляет собой данные измерений скорости света, выполненные С.Ньюкомом [20]. Гистограмма результатов измерений показана на рис. 8.

Как видно из рис. 8 в массиве данных присутствуют выбросы, искажающие результаты тестирования. В этом случае гипотеза о нормальности распределения отвергается на уровне значимости 0,01.

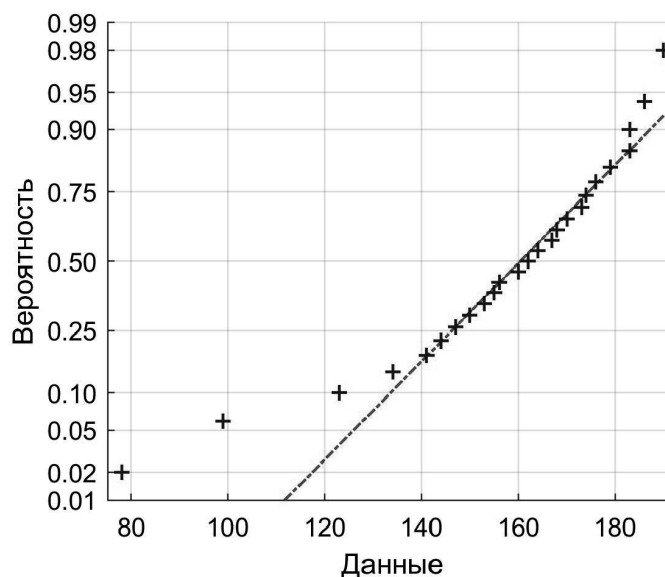


Рис. 6. Нормальный вероятностный график значений показателя прочности вискозной нити

Fig. 6. Normal probabilistic graph of the values of the viscose filament strength index

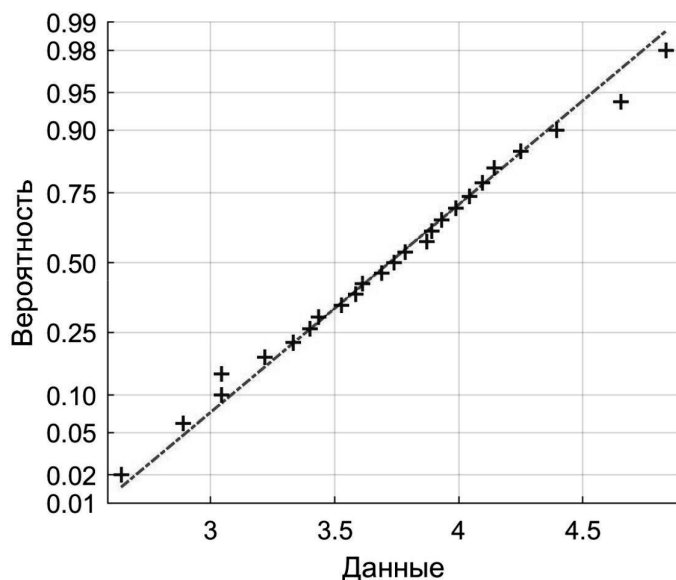


Рис. 7. Нормальный вероятностный график преобразованных значений показателя прочности вискозной нити

Fig. 7. Normal probabilistic graph of the transformed values of the viscose filament strength index

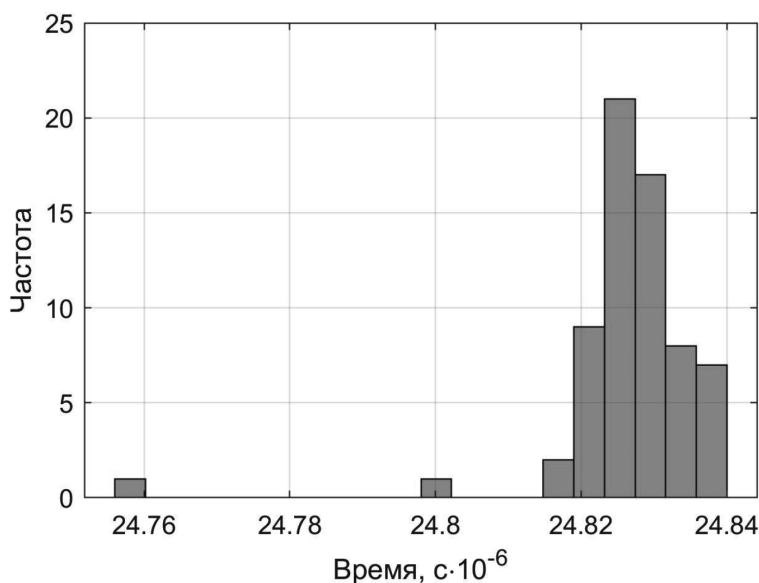


Рис. 8. Гистограмма результатов измерений скорости света, выполненных С. Ньюкомом

Fig. 8. Histogram of the speed of light measurements results performed by S. Newcomb

Рассчитанное значение статистики 4,12 превышает критическое значение, равное 0,58.

Если из выборки убрать все величины, выходящие за трехкратное абсолютное отклонение от медианы, рассчитываемое по формуле:

$$MAD = c \cdot \text{med}(|x_i - \text{med}(\mathbf{X})|),$$

где

$$c = -\frac{1}{\sqrt{2}} \text{erfcinv} \frac{3}{2};$$

erfcinv — обратная дополнительная функция ошибок, то повторное тестирование не отклоняет нулевую гипотезу на уровне значимости 0,01, при этом рассчитанное значение статистики составляет 0,11.

Кроме совпадений на результатах отдельных примеров интерес представляет статистическая оценка результатов тестирования. Для этого взяты

по 10000 выборок (повторений) с нормальным распределением $\mathcal{N}(0, 1)$ объемами {10; 20; 30; 40; 50; 100; 150; 300} наблюдений. Для каждой выборки проведено тестирование с помощью критериев Андерса-Дарлинга [11], Шапиро-Уилка [12] и Эппса-Палли [19]. Эмпирическая вероятность ошибки первого рода должна приблизительно соответствовать заданному уровню значимости. В табл. 2 приведены полученные вероятности ошибки первого рода для указанных критериев при уровнях значимости {0,15; 0,1; 0,05; 0,025; 0,01}.

В табл. 2 в каждой ячейке для заданных уровня значимости и объема выборки указаны три эмпирических значения вероятности ошибки первого рода, верхняя из которых соответствует результатам тестирования по критерию Андерса-Дарлинга, средняя — Шапиро-Уилка и нижняя — Эппса-Палли. Внизу таблицы приведены значения средних абсолютных погрешностей, рассчитанных по формуле:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_j - \alpha|,$$

где N — количество учитываемых выборок разного объема; α — уровень значимости, и средних относительных погрешностей:

$$MARE = \frac{MAE}{\alpha}.$$

Из табл. 2 видно, что критерии Андерса-Дарлинга и Эппса-Палли имеют приблизительно равные погрешности при определении вероятности ошибки первого рода, в то время как аналогичные погрешности для критерия Шапиро-Уилка существенно выше, что может свидетельствовать о неточностях при программной реализации данного критерия.

Эмпирическая мощность критерия относительно некоторых конкурирующих гипотез

Одной из наиболее важных для критерия Эппса-Палли конкурирующих гипотез является обобщенное нормальное распределение, функция плотности распределения вероятностей которого имеет вид [8]:

$$f(x) = \frac{\theta_2}{2\theta_1\Gamma(1/\theta_2)} \exp\left(-\left(\frac{|x-\theta_0|}{\theta_1}\right)^{\theta_2}\right),$$

где гамма-функция $\Gamma(z)$ выражается формулой (5).

Также в качестве конкурирующих гипотез имеет смысл рассматривать логистическое распределение и распределение Лапласа, определяемые соответствующими функциями плотностей распределения вероятностей [8, 21]:

$$f(x) = \frac{1}{2\theta_1} \exp\left(-\frac{|x-\theta_0|}{\theta_1}\right);$$

$$f(x) = \frac{\frac{\pi}{\theta_1\sqrt{3}} \exp\left(-\frac{\pi(x-\theta_0)}{\theta_1\sqrt{3}}\right)}{\left(1 + \exp\left(-\frac{\pi(x-\theta_0)}{\theta_1\sqrt{3}}\right)\right)^2}.$$

Для представления о характере данных функций их графики показаны на рис. 9.

На рис. 9 изображено стандартное нормальное распределение $\mathcal{N}(0, 1)$, другие распределения имеют параметры:

обобщенное нормальное:

$\theta_0 = 0, \theta_1 = 2, \theta_2 = 4$;

Лапласа: $\theta_0 = 0, \theta_1 = 1$;

логистическое: $\theta_0 = 0, \theta_1 = 0,7$.

Методом отсечки по уровню [22] сгенерированы по 10000 выборок объемами {10; 20; 30; 40; 50; 100; 150; 300} наблюдений. Для уровней значимости {0,15; 0,1; 0,05; 0,025; 0,01} проведено тестирование каждой выборки с помощью критериев Андерса-Дарлинга [11], Шапиро-Уилка [12] и Эппса-Палли [19].

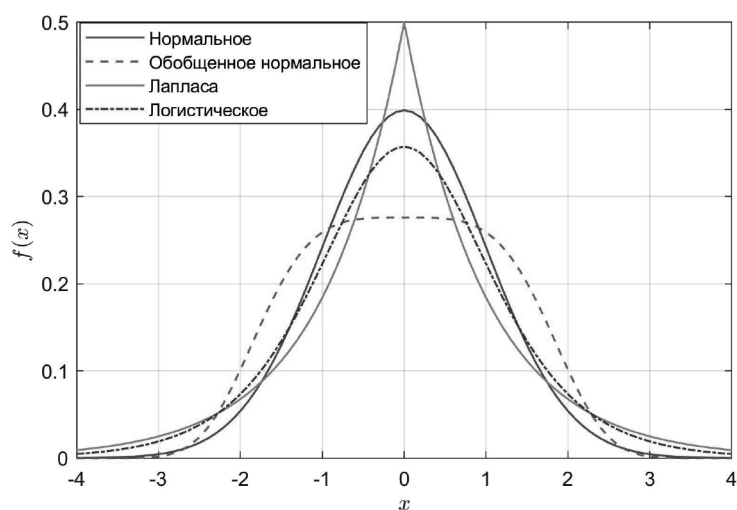


Рис. 9. Графики функций плотности распределения вероятностей

Fig. 9. Graphs of probability density functions

Доля проверок, отклонившая ложную гипотезу, должна приблизительно соответствовать мощности критерия. Полученные результаты для критерия Эппса-Палли в целом соответствуют сведениям, приведенным в [8]. Наибольшее расхождение (до 5%) получено при оценке мощности с конкурирующей гипотезой в виде распределения Лапласа. Однако, данная разница объясняется, во-первых, эмпирическим характером по-

лученных значений мощности критерия, причем точность полученных оценок в работе [8] не указана; во-вторых, отсутствием данных в источнике [8] о конкретных значениях параметров распределений конкурирующих гипотез.

Поэтому дальнейшее сравнение возможно провести только между реализованными (эмпирическими) значениями мощности различных критериев, полученных способом, указанным выше. Количе-

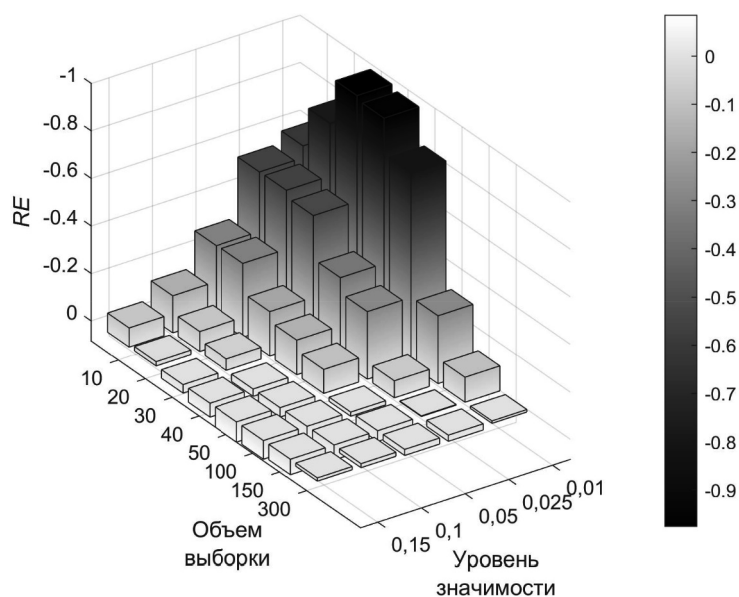


Рис. 10. Относительная разница эмпирических мощностей критериев Андерса-Дарлинга и Эппса-Палли

Fig. 10. The relative difference in the empirical power of the Anders-Darling and Epps-Pulley tests

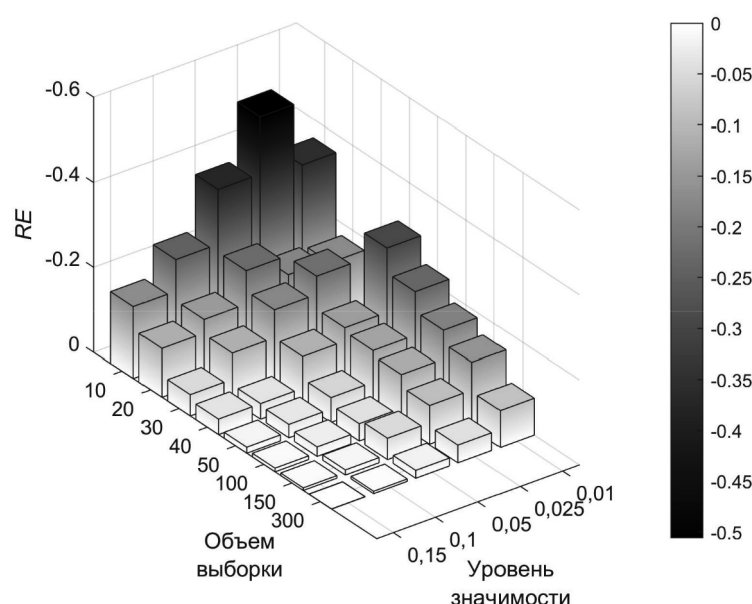


Рис. 11. Относительная разница эмпирических мощностей критериев Шапиро-Уилка и Эппса-Палли

Fig. 11. The relative difference in the empirical power of the Shapiro-Wilk and Epps-Pulley tests

ственные оценки представлены в табл. 3, 4 и 5. В качестве примера на рис. 10 и 11 показана относительная разница эмпирических мощностей критериев Андерса-Дарлинга и Шапиро-Уилка относительно критерия Эппса-Палли при конкурирующей гипотезе в виде обобщенного нормального распределения, которая рассчитана по формуле:

$$RE = \frac{x - x'}{x},$$

где x — эмпирическая мощность критерия Эппса-Палли для заданного количества повторений при определенных уровне значимости и объеме выборки, а x' — эмпирическая мощность критерия Андерса-Дарлинга или Шапиро-Уилка соответственно.

Из рис. 10 видно, что критерий Эппса-Палли уступает критерию Андерса-Дарлинга по показателю эмпирической мощности при

малых выборках и уровнях значимости. При больших выборках и более высоких уровнях значимости критерий Эппса-Палли незначительно выигрывает. Из рис. 11 видно, что критерий Эппса-Палли во всех случаях проигрывает критерию Шапиро-Уилка, однако следует иметь в виду недостатки, реализации данного критерия, связанные с несоответствием эмпирической вероятности ошибки первого рода заданному уровню значимости, что было описано выше. В целом из таблиц 3, 4 и 5 можно сделать выводы, что критерии Андерса-Дарлинга и Эппса-Палли дают соизмеримые результаты. Критерий Шапиро-Уилка по показателю эмпирической мощности превосходит критерий Эппса-Палли, однако данный результат может быть подвергнут сомнению в силу вышеуказанных причин.

Выводы

Разработанная функция `epptest` позволяет выполнять проверку гипотез о нормальности распределения выборки в среде моделирования Matlab на основе одного из наиболее мощных критериев. Исследована вычислительная эффективность двух методов расчета статистики критерия Эппса-Палли. Выявлено, что классический способ с применением циклов, примерно в три раза превосходит матрично-векторный по показателю времени, затрачиваемого на расчеты. Реализация процедуры тестирования дает корректные результаты на известных примерах, расчетные и критические значения статистики совпадают. Статистическая оценка результатов тестирования показала, что вероятность ошибки первого рода соответствует заданным уровням значимости, а погрешность оценки сравнима с реализованным критерием Андерса-Дарлинга. Сравнительная оценка критериев Андерса-Дарлинга, Шапиро-Уилка и Эппса-Палли по показателю эмпирической мощности показала примерную соизмеримость результатов для критериев Андерса-Дарлинга и Эппса-Палли. Критерий Шапиро-Уилка превзошел по мощности критерии Андерса-Дарлинга и Эппса-Палли для всех рассмотренных конкурирующих гипотез, однако в силу наличия расхождений между эмпирической ошибкой первого рода и заданными уровнями значимости для данного критерия, его превосходство может быть поставлено под сомнение. Программная реализация критерия Эппса-Палли опубликована на Интернет-ресурсе MATLAB Central и доступна для свободного использования [19].

Таблица 2 (Table 2)

**Эмпирические вероятности ошибки первого рода для критериев
Андерса-Дарлинга, Шапиро-Уилка и Эппса-Палли**
**Empirical probabilities of error of the first kind for the Anders-Darling, Shapiro-Wilk
and Epps-Pulley tests**

Объем выборки	Уровень значимости				
	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01
10	0,1521	0,0999	0,053	0,0257	0,0114
	0,1783	0,1185	0,0632	0,0316	0,0133
	0,1496	0,0977	0,0513	0,0268	0,0118
20	0,1544	0,0981	0,0525	0,0256	0,0117
	0,182	0,1227	0,0613	0,0311	0,0125
	0,1469	0,1004	0,0531	0,0252	0,0113
30	0,1566	0,1036	0,0478	0,024	0,0102
	0,186	0,1235	0,06	0,0285	0,0106
	0,1514	0,0979	0,0465	0,0232	0,0096
40	0,147	0,0996	0,0482	0,0241	0,0093
	0,1785	0,1237	0,0621	0,0306	0,0112
	0,1459	0,101	0,0501	0,0255	0,01
50	0,1451	0,1074	0,0446	0,0261	0,0106
	0,1762	0,1301	0,0563	0,0321	0,0118
	0,1437	0,1045	0,0452	0,028	0,0122
100	0,1442	0,1008	0,0481	0,0257	0,0089
	0,1738	0,12	0,0589	0,0302	0,0127
	0,1484	0,1032	0,0481	0,0267	0,0101
150	0,1548	0,094	0,0487	0,0256	0,0085
	0,1751	0,1137	0,0627	0,0295	0,011
	0,1529	0,0921	0,0488	0,0242	0,0089
300	0,1501	0,099	0,053	0,0256	0,0106
	0,1718	0,1163	0,0628	0,0305	0,0121
	0,1503	0,1016	0,0544	0,0243	0,0101
MAE	0,0040	0,0027	0,0026	0,0008	0,0010
	0,0277	0,0211	0,0109	0,0055	0,0019
	0,0025	0,0029	0,0025	0,0013	0,0009
MARE	0,03	0,03	0,05	0,03	0,10
	0,18	0,21	0,22	0,22	0,19
	0,02	0,03	0,05	0,05	0,09

Эмпирические значения мощности критериев Андерса-Дарлинга, Шапиро-Уилка и Эппса-Палли при выборе обобщенного нормального распределения в качестве конкурирующей гипотезы

Empirical values of the power of the Anders-Darling, Shapiro-Wilk, and Epps-Pulley tests with the generalized normal distribution as a competing hypothesis

Объем выборки	Уровень значимости				
	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01
10	0,1818	0,1184	0,0583	0,0271	0,009
	0,1966	0,1273	0,0612	0,0262	0,0076
	0,1682	0,1024	0,0446	0,0174	0,0056
20	0,2152	0,1507	0,0788	0,041	0,0146
	0,2356	0,1593	0,0736	0,031	0,0096
	0,2114	0,139	0,0601	0,0263	0,0082
30	0,2707	0,1925	0,1023	0,0545	0,0247
	0,2949	0,2041	0,1014	0,0434	0,0128
	0,2808	0,1837	0,0862	0,0356	0,0125
40	0,3264	0,2347	0,1388	0,0809	0,0341
	0,3594	0,2511	0,1346	0,0685	0,0225
	0,3467	0,2422	0,1212	0,06	0,0174
50	0,3722	0,2853	0,1886	0,1058	0,0487
	0,4126	0,3065	0,1813	0,0933	0,0332
	0,4068	0,2971	0,1713	0,0824	0,0269
100	0,6131	0,512	0,3802	0,2551	0,1474
	0,6712	0,5663	0,4028	0,2665	0,1362
	0,6654	0,5539	0,387	0,238	0,1147
150	0,7805	0,7067	0,5755	0,444	0,2957
	0,84	0,7632	0,6329	0,4833	0,3093
	0,8349	0,7541	0,6025	0,4429	0,2675
300	0,9735	0,9549	0,9074	0,8441	0,7368
	0,9873	0,9769	0,9485	0,9028	0,8092
	0,9869	0,9714	0,9312	0,8666	0,7445

Таблица 4 (Table 4)

Эмпирические значения мощности критериев Андерса-Дарлинга, Шапиро-Уилка и Эппса-Палли при выборе распределения Лапласа в качестве конкурирующей гипотезы
Empirical values of the power of the Anders-Darling, Shapiro-Wilk, and Epps-Pulley tests with the Laplace distribution as a competing hypothesis

Объем выборки	Уровень значимости				
	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01
10	0,2757	0,2092	0,1409	0,0918	0,055
	0,3004	0,2338	0,1565	0,1025	0,057
	0,2515	0,1952	0,1271	0,0863	0,0485
20	0,3947	0,3245	0,2436	0,181	0,1236
	0,4248	0,3505	0,2665	0,1974	0,1302
	0,3498	0,2881	0,2165	0,161	0,1071
30	0,4878	0,4229	0,3255	0,2622	0,187
	0,5191	0,4562	0,3518	0,2833	0,2005
	0,4391	0,3825	0,2881	0,2325	0,1603
40	0,5641	0,4987	0,4041	0,3342	0,258
	0,5954	0,5302	0,4288	0,3606	0,2734
	0,5225	0,4529	0,3657	0,2958	0,2236
50	0,6438	0,5715	0,4821	0,3933	0,3253
	0,6651	0,5979	0,5	0,4103	0,3402
	0,598	0,5316	0,4328	0,3494	0,2843
100	0,8436	0,8018	0,7358	0,6649	0,5808
	0,8556	0,8152	0,7454	0,678	0,5899
	0,8218	0,7749	0,6952	0,6249	0,5356
150	0,9372	0,9128	0,8752	0,8225	0,756
	0,9374	0,9174	0,8825	0,8246	0,7607
	0,9237	0,8961	0,8544	0,7881	0,7159
300	0,9964	0,9931	0,9901	0,9825	0,9683
	0,9959	0,9914	0,9895	0,9815	0,9669
	0,995	0,9912	0,9859	0,9773	0,9577

Эмпирические значения мощности критериев Андерса-Дарлинг, Шапиро-Уилка и Эппса-Палли при выборе логистического распределения в качестве конкурирующей гипотезы

Empirical values of the power of the Anders-Darling, Shapiro-Wilk, and Epps-Pulley tests with the logistic distribution as a competing hypothesis

Объем выборки	Уровень значимости				
	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01
10	0,192	0,1411	0,0786	0,0503	0,0233
	0,2292	0,174	0,0987	0,0631	0,0275
	0,1925	0,1486	0,084	0,0532	0,0245
20	0,2405	0,1713	0,1029	0,0634	0,035
	0,2929	0,2212	0,1462	0,0982	0,0535
	0,2361	0,1707	0,1072	0,0683	0,0364
30	0,2611	0,204	0,1247	0,083	0,0438
	0,3377	0,2707	0,1882	0,1294	0,0785
	0,2668	0,2049	0,1277	0,085	0,0481
40	0,2883	0,2211	0,1433	0,096	0,0475
	0,3826	0,3066	0,2206	0,1568	0,0964
	0,2888	0,2239	0,1487	0,1005	0,0507
50	0,3125	0,2472	0,1611	0,1092	0,0557
	0,4057	0,348	0,2475	0,1839	0,1183
	0,3148	0,2511	0,1671	0,1151	0,059
100	0,4154	0,3401	0,2417	0,1653	0,0994
	0,5473	0,4738	0,3789	0,2916	0,2093
	0,4282	0,3496	0,2489	0,1745	0,1063
150	0,5136	0,4226	0,3218	0,2224	0,1536
	0,6509	0,5795	0,4794	0,3864	0,2958
	0,5375	0,4414	0,3404	0,235	0,1591
300	0,7175	0,6508	0,5329	0,4289	0,3132
	0,8344	0,7885	0,7026	0,6263	0,5186
	0,7559	0,6815	0,5673	0,4574	0,334

Литература

1. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения технотенозов: Монография. Калининград: Издательство КИЦ «Технотеноз», 2019. 940 с.
2. Murray-Smith D. J. Testing and Validation of Computer Simulation Models. Principles, Methods and Applications. New York: Springer, 2015. 258 p. DOI: 10.1007/978-3-319-15099-4
3. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. 3-е изд. М.: Наука, 1983. 416 с.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: Физматлит, 2006. 816 с.
5. Волчихин В.И., Иванов А.И., Безяев А.В., Куприянов Е.Н. Нейросетевой анализ нормальности малых выборок биометрических данных с использованием хи-квадрат критерия и критериев Андерсона-Дарлинга. // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 2. С. 205–217. DOI: 10.15507.2658-4123.029.201902.205-217.
6. Ivanov A.I., Vjatchanin S.E., Malygina E.A., Lukin V.S. Precision statistics: neuroet networking of chi-square test and Shapiro-Wilk test in the analysis of small selections of biometric data. // Надежность и качество сложных систем. 2019. № 2(26). Р. 27–34. DOI: 10.21685/2307-4205-2019-2-4.
7. Ebner B., Henze N. Bahadur efficiencies of the Epps–Pulley test for normality. // Journal of Mathematical Sciences. 2021. № 273. Р. 861–870. DOI: 10.1007/s10958-023-06547-2.
8. Лемешко Б.Ю. Критерии проверки отклонения распределения от нормального закона. Руководство по применению. Монография. Новосибирск: НГТУ, 2014. 192 с.
9. Лемешко Б.Ю. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход. Новосибирск: НГТУ, 2011. 888 с.
10. Razali N.M., Wah Y.B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. // Journal of Statistical Modeling and Analytics. 2011. Vol. 2. № 1. Р. 21–33.
11. Statistics and Machine Learning Toolbox User's Guide. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/stats/stats.pdf. (Дата обращения 15.12.2023).
12. BenSaida A. Shapiro-Wilk and Shapiro-Francia normality tests. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/13964-shapiro-wilk-and-shapiro-francia-normality-tests>. (Дата обращения: 15.01.2024).
13. Назаров А.А. Проверка нормальности распределения с использованием критерия Эппса-Палли средствами Python. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/AANazarov/MyModulePython.git>. (Дата обращения: 15.01.2024).
14. Kelly D.E. Oceanographics Analysis with R. New York: Springer-Verlag, 2018. 280 p. DOI: 10.1007/978-1-4939-8844-0.
15. The R project for Statistical Computing. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.r-project.org>. (Дата обращения: 15.01.2024).
16. ГОСТ Р ИСО 5479–2002. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения. М.: Госстандарт России, 2002.
17. International Standard ISO 5479-1997. Statistical interpretation of data – Test for departure from the normal Distribution. Geneva: International Standardization Organization, 1997.
18. Altar R.R., Samanta D., Konar D., Bhattacharrya S. Software Source Code: Statistical Modeling. Berlin: De Gruyter, 2021. 358 p. DOI: 10.1515/9783110703399.
19. Tipikin A.A. Epps-Pulley test for departure from normal distribution. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/158036-eptest>. (Дата обращения: 15.01.2024).
20. Stigler S.M. Do robust estimators work with real data? // The Annals of Statistics. 1977. Vol. 5. № 6. Р. 1055–1098. DOI: 10.1214/aos/1176343997.
21. Бессонов А.А. Искусственный интеллект и математическая статистика в криминалистическом изучении преступлений. Монография. М.: Проспект, 2021. 816 с.
22. Karamandis M., Beutler F. Ensemble slice sampling. // Statistics and Computing. 2021. Vol. 31, 61. Р. 1–18. DOI: 10.1007/s11222-021-10038-2.

References

1. Gnatyuk V.I. Zakon optimal'nogo postroeniya tekhnocenzov: Monografiya. [The law of optimal construction of technocenzos: Monograph]. Kaliningrad: Izdatel'stvo KIC «Tekhnocenz». 2019. 940 p. (In Russ.)
2. Murray-Smith D.J. Testing and Validation of Computer Simulation Models. Principles, Methods and Applications. New York: Springer, 2015. 258 p. DOI: 10.1007/978-3-319-15099-4
3. Bol'shev L.N., Smirnov N.V. Tablicy matematicheskoy statistiki [Tables of mathematical statistics]. 3rd ed. M.: Nauka, 1983. 416 p. (In Russ.)
4. Kobzar' A.I. Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnyh rabotnikov [Applied mathematical statistics. For engineers and scientists]. M.: Fizmatlit, 2006. 816 p. (In Russ.)
5. Volchikhin V.I., Ivanov A.I., Bezyaev A.V., Kupriyanov E.N. Nejrosetevoy analiz normal'nosti malyh vyborok biometricheskikh dannyh s ispol'zovaniem hi-kvadrat kriteriya i kriteriev Andersona-Darlinga. Inzhenernye tekhnologii i sistemy [The Neural Network Analysis of Normality of Small Samples of Biometric Data through Using the Chi-Square Test and Anderson–Darling Criteria]. // Inzhenernye tekhnologii i sistemy [Engineering Technologies and Systems]. 2019. Vol. 29. No. 2. P. 205–217. DOI: 10.15507.2658-4123.029.201902.205-217.

6. Ivanov A.I., Vjatchanin S.E., Malygina E.A., Lukin V.S. Precision statistics: neuroet network-ing of chi-square test and Shapiro-Wilk test in the analysis of small selections of biometric data. // *Nadezhnost' i Kachestvo Slozhnyh Sistem* [Reliability and Quality of Complex Systems]. 2019. No. 2(26). P. 27–34. DOI: 10.21685/2307-4205-2019-2-4.
7. Ebner B., Henze N. Bahadur efficiencies of the Epps–Pulley test for normality. // *Journal of Mathematical Sciences*. 2021. No. 273. P. 861–870. DOI: 10.1007/s10958-023-06547-2.
8. Lemeshko B.Yu. Kriterii proverki otkloneniya raspredeleniya ot normal'nogo zakona. *Rukovodstvo po primeneniyu. Monografiya* [Tests for checking the departure of the distribution from the normal law. Application guide. Monograph]. Novosibirsk: NGTU, 2014. 192 p. (In Russ.)
9. Lemeshko B.Yu. Statisticheskij analiz danyh, modelirovanie i issledovanie veroyatnostnyh zakonomernostej. *Komp'yuternyj podhod*. [Statistical data analysis, modeling, and probabilistic patterns research. Computational approach]. Novosibirsk: NGTU, 2011. 888 p. (In Russ.)
10. Razali N.M., Wah Y.B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. // *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. 2011. Vol. 2. No. 1. P. 21–33.
11. Statistics and Machine Learning Toolbox User's Guide. [Internet]. Available from: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/stats/stats.pdf. (Retrieved 15.12.2023).
12. BenSaida A. Shapiro-Wilk and Shapiro-Francia normality tests. [Internet]. Available from: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/13964-shapiro-wilk-and-shapiro-francia-normality-tests>. (Retrieved: 15.01.2024).
13. Назаров А.А. Proverka normal'nosti raspredeleniya s ispol'zovaniem kriteriya Epps-Pulley sredstvami Python. [Checking the normality of the distribution using the Epps-Palley test with Python tools]. [Internet]. Available from: <https://github.com/AANazarov/MyModulePython.git>. (Retrieved: 15.01.2024).
14. Kelly D.E. *Oceanographics Analysis with R*. New York: Springer-Verlag, 2018. 280 p. DOI: 10.1007/978-1-4939-8844-0.
15. The R project for Statistical Computing. [Internet]. Available from: <https://www.r-project.org>. (Retrieved: 15.01.2024).
16. GOST R ISO 5479–2002. Proverka otkloneniya raspredeleniya veroyatnostej ot normal'nogo raspredeleniya [Test for departure from normal distribution]. M.: Gosstandard Rossii, 2002. (In Russ.)
17. International Standard ISO 5479-1997. Statistical interpretation of data – Test for departure from the normal Distribution. Geneva: International Standardization Organization, 1997.
18. Altar R.R., Samanta D., Konar D., Bhattacharrya S. *Software Source Code: Statistical Modeling*. Berlin: De Gruyter, 2021. 358 p. DOI: 10.1515/9783110703399.
19. Tipikin A. A. Epps-Pulley test for departure from normal distribution. [Internet]. Available from: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/158036-eptest>. (Retrieved: 15.01.2024).
20. Stigler S. M. Do robust estimators work with real data? // *The Annals of Statistics*. 1977. Vol. 5. № 6. P. 1055–1098. DOI: 10.1214/aos/1176343997.
21. Bessonov A.A. *Iskusstvennyj intellekt I matematicheskaya statistika v kriminalisticheskom izuchenii prestuplenij. Monografiya*. [Artificial intelligence and mathematical statistics in crime analysis. Monograph]. M.: Prospekt, 2021. 816 p. (In Russ.)
22. Karamandis M., Beutler F. Ensemble slice sampling. // *Statistics and Computing*. 2021. Vol. 31, 61. P. 1–18. DOI: 10.1007/s11222-021-10038-2.

Сведения об авторах

Алексей Алексеевич Типикин

Начальник отдела

Военный учебно-научный центр Военно-морского флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова, Санкт-Петербург, Россия

Александр Александрович Прусаков

Старший научный сотрудник

Военный учебно-научный центр Военно-морского флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия

Николай Александрович Тимошенко

Младший научный сотрудник

Военный учебно-научный центр Военно-морского флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия

Information about the authors

Alexey A. Tipikin

Head of Department

Military Training and Scientific Center of the Navy «Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russia

Alexander A. Prusakov

Senior Researcher

Military Training and Scientific Center of the Navy «Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russia

Nikolay A. Timoshenko

Junior research assistant

Military Training and Scientific Center of the Navy «Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russia