



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ  
НАУКОЕМКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**

**Научный журнал**

**№ 6 2024**



**MODERN  
HIGH  
TECHNOLOGIES**

**Scientific journal**

**No. 6 2024**



PH Academy of Natural History

# Современные наукоемкие технологии

## Научный журнал

Журнал издается с 2003 года.

**Журнал зарегистрирован** Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. **Свидетельство – ПИ № ФС 77-63399.**

«Современные наукоемкие технологии» – рецензируемый научный журнал, в котором публикуются статьи, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты завершённых исследований, проблемного или научно-практического характера, научные обзоры.

**Журнал включен** в действующий Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК РФ). К1.

Журнал ориентирован на ученых, преподавателей, инженерно-технических специалистов, сотрудников информационных технологий и информатики, использующих в своих исследованиях междисциплинарный подход. Авторы журнала уделяют особое внимание методологии преподавания технических дисциплин.

**Основные научные направления:** 1.2. Компьютерные науки и информатика, 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации, 2.5. Машиностроение, 5.8. Педагогика.

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

*Ледванов Михаил Юрьевич*, д.м.н., профессор

### Технический редактор

Доронкина Е.Н.

### ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

*Бизенкова Мария Николаевна*, к.м.н.

### Корректор

Галенкина Е.С.,

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Дудкина Н.А.

д.т.н., проф. Айдосов А. (Алматы); д.г.-м.н., проф. Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., проф. Алоев В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., проф. Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., проф. Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., проф. Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., проф. Беззубова М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А. (Челябинск); д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., проф. Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.-м.н., проф. Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., проф. Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., проф. Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., проф. Горбатюк С.М. (Москва); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., проф. Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., проф. Долгова В.И. (Челябинск); д.э.н., проф. Делятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Дресвянников А.Ф. (Казань); д.псх.н., проф. Дубовицкая Т.Д. (Сочи); д.т.н., доцент, Дубровин А.С. (Воронеж); д.п.н., доцент, Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загrevский О.И. (Томск); д.т.н., проф. Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., проф. Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., проф. Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., проф. Ижуткин В.С. (Москва); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., проф. Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., проф. Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., проф. Козлов О.А. (Москва); д.т.н., проф. Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., проф. Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., проф. Кузлякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузьяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., проф. Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Лавров Е.А. (Сумы); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Маргис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.п.н., проф. Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., проф. Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., проф. Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., проф. Осипов Г.С. (Ожно-Сахалинск); д.т.н., проф. Пен РЗ. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., проф. Петрова И.Ю. (Астрахань); д.т.н., проф. Пивень В.В. (Тюмень); д.э.н., проф. Потышняк Е.Н. (Харьков); д.т.н., проф. Пузырьков А.Ф. (Москва); д.п.н., проф. Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., проф. Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., проф. Рогов В.А. (Москва); д.т.н., проф. Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., проф. Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., проф. Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., проф. Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., проф. Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., проф. Страбькин Д.А. (Киров); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., проф. Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., проф. Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Шарафеев И.Ш. (Казань); д.т.н., проф. Шишков В.А. (Самара); д.т.н., проф. Шипицын А.Г. (Челябинск); д.т.н., проф. Яблокова М.А. (Санкт-Петербург); к.т.н., доцент, Хайдаров А.Г. (Санкт-Петербург)

ISSN 1812–7320

Электронная версия: [top-technologies.ru/ru](http://top-technologies.ru/ru)

Правила для авторов: [top-technologies.ru/ru/rules/index](http://top-technologies.ru/ru/rules/index)

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,940

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,355

Периодичность

12 номеров в год

Учредитель, издатель и редакция

ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес

105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя

440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Типография

ООО «НИЦ Академия Естествознания»

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

E-mail

edition@rae.ru

Телефон

+7 (499) 705-72-30

Подписано в печать

28.06.2024

Дата выхода номера

31.07.2024

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

18,25

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2024/6

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

## Modern high technologies Scientific journal

The journal has been published since 2003.

**The journal is registered** by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications. **Certificate – PI No. FS 77-63399.**

**"Modern high technologies"** is a peer-reviewed scientific journal that publishes articles with scientific novelty, representing the results of completed research, problematic or scientific-practical character, scientific reviews.

The journal is included in the current List of peer-reviewed scientific publications (**HCC RF**). **K1.**

The journal is oriented to scientists, teachers, engineering and technical specialists, employees of information technology and computer science, using an interdisciplinary approach in their research. The authors of the journal pay special attention to the methodology of teaching technical disciplines.

**Main scientific directions:** 1.2. Computer Science and Informatics, 2.3. Information technologies and telecommunications, 2.5. Engineering, 5.8. Pedagogy.

### CHIEF EDITOR

**Ledvanov Mikhail Yurievich**, Dr. Sci. (Medical), Prof.

### Technical editor

Doronkina E.N.

### EXECUTIVE SECRETARY

**Bizenkova Maria Nikolaevna**, Cand. Sci. (Medical)

### Corrector

Galenkina E.S.,

### EDITORIAL BOARD

Dudkina N.A.

D.Sc., Prof. A. Aidov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. Alov (Nalchik); D.Sc., Docent L.V. Arshinsky (Irkutsk); D.Sc., Prof. A.L. Akhtulov (Omsk); D.Sc., Prof. A.S. Bajov (St. Petersburg); D.Sc., Prof. S.D. Baubekov (Taraz); D.Sc., Prof. M.M. Bezzubtseva (St. Petersburg); D.Sc., Prof. N.P. Bezrukova (Krasnoyarsk); D.Sc., Docent V.V. Belozеров (Rostov-on-Don); D.Sc., Docent Bessonova L.P. (Voronezh); D.Sc., Docent Bobykina I.A. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Bondarev V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Butov A.Y. (Moscow); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Gavrilov V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Gavrilov V.I. (Moscow); D.Sc., Prof. Bystrov V.A. (Novokuznetsk). D.Sc., Prof. A.I. Gavrishin (Novocherkassk); D.Sc., Prof. S.G. Germanov-Galkin (Szczecin); D.Sc., Prof. G.N. Germanov (Moscow); D.Sc., Prof. S.M. Gorbatyuk (Moscow); D.Sc., Prof. A.N. Gotz (Vladimir); D.Sc., Prof. Dalinger V.A. (Omsk); D.Sc., Prof. Dolgova V.I., (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Dolyatovsky V.A. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.F. Dresvyannikov (Kazan); D.Sc., Prof. T.D. Dubovitskaya (Sochi); D.Sc., Docent I.V. Evtushenko (Moscow); D.Sc., Prof. N.F. Efreanova (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.I. Zavrzhnov (Michurinsk); D.Sc., Docent O.I. Zagrevsky (Tomsk); D.Sc., Prof. Izhutkin V.S. (Moscow); D.Sc., Docent Kibalchenko I.A. (Taganrog); D.Sc., Prof. Klemantovich I.P. (Moscow); D.Sc., Prof. Kozlov O.A. (Moscow); D.Sc., Prof. A.M. Kozlov (Lipetsk); D.Sc., Prof. Kuzlyakina V.V. (Vladivostok); D.Sc., Docent Kuzyakov O.N. (Tyumen); D.Sc., Prof. Kulikovskaya I.E. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. E.A. Lavrov (Sumi); D.Sc., Docent D.V. Lande (Kiev); D.Sc., Prof. L.B. Leontiev (Vladivostok); D.Sc., Docent V.A. Lomazov (Belgorod); D.Sc., Prof. L.S. Lomakina (Nizhny Novgorod); D.Sc., Prof. V.F. Lubentsov (Krasnodar); D.Sc., Prof. A.G. Madera (Moscow); D.Sc., Prof. V.F. Makarov (Perm); D.Sc., Prof. K.K. Markov (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.I. Matis (Barnaul); D.Sc., Prof. A.I. Melnikov (Irkutsk); D.Sc., Prof. G.J. Mikerova (Krasnodar); D.Sc., Prof. L.V. Moiseeva (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. T.I. Murashkina (Penza); D.Sc., Prof. V.K. Musaev (Moscow); D.Sc., Prof. E.N. Nadezhdin (Tula); D.Sc., Prof. E.G. Nikonov (Dubna); D.Sc., Prof. V.A. Nosenko (Volgograd); D.Sc., Prof. G.S. Osipov (Yuzhno-Sakhalinsk); D.Sc., Prof. R.Z. Pen (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. M.N. Petrov (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. I.Y. Petrova (Astrakhan); D.Sc., Prof. Piven V.V. (Tyumen); D.Sc., Prof. Potyshnyak E.N. (Kharkov); D.Sc., Prof. Puzryakov A.F. (Moscow); D.Sc., Prof. Rakhimbaeva I.E. (Saratov); D.Sc., Prof. Rezanovich I.V. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. A.F. Rogachev (Volgograd); D.Sc., Prof. Sikhimbaev M.R. (Karaganda); D.Sc., Prof. Skrypnik O.N. (Irkutsk); D.Sc., Prof. Sobyanin F.I. (Belgorod); D.Sc., Prof. Strabykin D.A. (Kirov); D.Sc., Prof. Sugak E.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. N.G. Taktarov (Saransk); D.Sc., Docent A.V. Tutolmin (Glazov); D.Sc., Prof. U.U. Umbetov (Kyzylorda); D.Sc., Prof. Fesenko Y.A. (St. Petersburg); D.Sc., Prof. Khoda L.D. (Neryungri); D.Sc., Prof. Chasovskikh V.P. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Chentsov S.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. Chervikov N.I. (Stavropol); D.Sc., Prof. A.G. Shchipsitsyn (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. M.A. Yablokova (St. Petersburg); Cand.Sc., Docent A.G. Khaidarov (St. Petersburg)

ISSN 1812–7320

Electronic version: [top-technologies.ru/ru](http://top-technologies.ru/ru)

Rules for authors: [top-technologies.ru/ru/rules/index](http://top-technologies.ru/ru/rules/index)

Impact-factor RISQ (two-year) = 0,940

Impact-factor RISQ (five-year) = 0,355

<b>Periodicity</b>	12 issues per year		
<b>Founder, publisher and editors</b>	LLC PH Academy of Natural History		
<b>Mailing address</b>	105037, Moscow, p.o. box 47		
<b>Editorial and publisher address</b>	440026, Penza, st. Lermontov, 3		
<b>Printing</b>	LLC SPC Academy of Natural History 410035, Saratov, st. Mamontova, 5		
<b>E-mail</b>	edition@rae.ru	<b>Telephone</b>	+7 (499) 705-72-30
<b>Signed for print</b>	28.06.2024	<b>Number issue date</b>	31.07.2024
<b>Format</b>	60x90 1/8	<b>Conditionally printed sheets</b>	18,25
<b>Circulation</b>	1000 copies	<b>Order</b>	CHT 2024/6

Distribution at a free price

Subscription index in the Russian Post electronic catalog: PA037

© LLC PH Academy of Natural History

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки (1.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8)**

### СТАТЬИ

О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ КЛИЕНТОВ БАНКА <i>Акимова И.В., Титова Н.В., Баландин И.А.</i> .....	8
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАКАТЫВАНИЯ КРУПНЫХ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННОЙ РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ <i>Афонин А.Н., Шкарлет С.А., Лозовая С.Ю.</i> .....	15
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ SPSS STATISTICS <i>Гусарова О.М., Денисов Д.Э.</i> .....	20
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕКСТА В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ КОНСПЕКТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ <i>Колотов М.А., Косачев И.С., Сметанина О.Н.</i> .....	25
ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ ПО ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ <i>Крайнев Д.В., Тихонова Ж.С., Рогачев А.В., Медников С.В., Чигиринская Н.В., Исламов А.М.</i> .....	30
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ КОДА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Нажимова Н.А., Нажимов А.В.</i> .....	37
МЕТОДЫ ДЕТЕКЦИИ КЛЮЧЕВЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ ТОЧЕК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ПРОНАЦИИ ЗАДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ <i>Недопекин А.Е., Жилин В.В.</i> .....	43
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ <i>Поляков Н.С., Галина Л.В.</i> .....	49
РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТИПА ОЧЕРЕДЬ В MICROSOFT EXCEL <i>Страбыкин Д.А.</i> .....	56
ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА МУРАВЬИНЫХ КОЛОНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АВИАТРАНСПОРТНЫХ МАРШРУТОВ <i>Судаков В.А., Кильмишкин Н.В., Титов Ю.П.</i> .....	63
ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛИАДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК В МОДУЛЯРНЫХ КОДАХ <i>Чистоусов Н.К., Калмыков И.А., Духовный Д.В., Ефременков И.Д., Кононов М.Н.</i> .....	71

---

**Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)**
**СТАТЬИ**

ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОВАРНОГО ЗАПАСА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ <i>Абрамова И.В., Быкова Д.А.</i> .....	77
РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛОЙ <i>Адамский С.С., Попкова Т.Н., Мокиевская Н.Е.</i> .....	82
РАЦИОНАЛИЗАТОРСКАЯ РАБОТА КАК КОМПОНЕНТ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ В ВОЕННОМ ВУЗЕ <i>Бирюкова И.П., Бакланов И.О.</i> .....	90
ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ» <i>Быков А.А., Киселева О.М.</i> .....	96
ДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СНАТГРТ-40 В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ <i>Вишленкова С.Г., Левина Е.А.</i> .....	100
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ BLACKBOARD ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ <i>Назарова Ж.А.</i> .....	107
ЗАНЯТИЯ С ДЕТЬМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНЫМ ТВОРЧЕСТВОМ <i>Польнская И.Н.</i> .....	112
ПРОФИЛЬНЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРОБЫ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ <i>Прончатова А.С.</i> .....	120
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НЕЭКОНОМИЧЕСКИХ ВУЗАХ <i>Сажина Н.М., Лебедева И.С., Редько А.Н.</i> .....	126
ЭМПИРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВУЗА <i>Шартдинов А.Ш.</i> .....	135
<b>НАУЧНЫЙ ОБЗОР</b>	
СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ <i>Драндров Г.Л., Ван Мэн</i> .....	140

---

## CONTENTS

**Technical sciences (1.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8)**

### ARTICLES

ABOUT THE DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING THE ACTIVITY OF THE BANK'S CUSTOMERS <i>Akimova I.V., Titova N.V., Balandin I.A.</i> .....	8
INCREASING THE EFFICIENCY OF ROLLING LARGE TRAPEZOIDAL THREADS USING A COMBINED CUTTING – DEFORMING PROCESSING <i>Afonin A.N., Shkarlet S.A., Lozovaya S.Yu.</i> .....	15
EVALUATION OF THE QUALITY OF MATHEMATICAL MODELS IN THE SPSS STATISTICS ENVIRONMENT <i>Gusarova O.M., Denisov D.E.</i> .....	20
MODELS AND METHODS OF TEXT ANALYSIS FOR SCORING STUDENTS' SUMMARIES <i>Kolotov M.A., Kosachev I.S., Smetanina O.N.</i> .....	25
THE ABILITY TO EVALUATE THE CUTTING PROPERTIES OF A COATED CARBIDE TOOL BASED ON ITS ELECTROPHYSICAL PROPERTIES <i>Kraynev D.V., Tikhonova Z.S., Rogachev A.V., Mednikov S.V.,            Chigirinskaya N.V., Islamov A.M.</i> .....	30
AUTOMATED CODE REVIEW SYSTEM FOR TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY <i>Nazhimova N.A., Nazhimov A.V.</i> .....	37
METHODS FOR DETECTING KEY ANATOMICAL POINTS TO DETERMINE THE ANGLE OF PRONATION OF THE POSTERIOR PART OF THE FOOT <i>Nedopekin A.E., Zhilin V.V.</i> .....	43
RESEARCH OF THE PROBLEM OF DIAGNOSTICS OF PIPELINE SURFACE THROUGH THE USE OF AUTOMATED TOOLS AT OIL AND GAS INDUSTRY ENTERPRISES <i>Polyakov N.S., Galina L.V.</i> .....	49
DESIGN AND EXPERIMENTAL STUDIES OF FUNCTIONAL MODELS OF QUEUE MEMORY DEVICES USING MICROSOFT EXCEL <i>Strabykin D.A.</i> .....	56
APPLICATION OF A MODIFICATION OF THE ANT COLONY METHOD FOR CLASSIFYING AIR TRANSPORT ROUTES <i>Sudakov V.A., Kilmishkin N.V., Titov Yu.P.</i> .....	63
A NUMERICAL METHOD FOR CALCULATING THE COEFFICIENTS OF A POLYADIC CODING SYSTEM FOR ERROR CORRECTION IN MODULAR CODES <i>Chistousov N.K., Kalmykov I.A., Dukhovny D.V., Efremkov I.D., Kononov M.N.</i> .....	71

---

**Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)**
**ARTICLES**

ORGANIZATION AND RESULTS OF STUDYING THE VOCABULARY OF JUNIOR SCHOOLCHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITIES <i>Abramova I.V., Bykova D.A.</i> .....	77
A MANAGEMENT IT-SYSTEM MODULES DEVELOPMENT FOR SECONDARY SCHOOLS <i>Adamskiy S.S., Popkova T.N., Mokievskaya N.E.</i> .....	82
RATIONALIZATION WORK AS A COMPONENT OF CADETS' EDUCATIONAL ACTIVITIES AT MILITARY UNIVERSITY <i>Biryukova I.P., Baklanov I.O.</i> .....	90
ELEMENTS OF THE ELECTIVE COURSE «MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT» <i>Bykov A.A., Kiseleva O.M.</i> .....	96
DIDACTIC POTENTIAL OF CHATGPT-4O IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES AT A PEDAGOGICAL UNIVERSITY <i>Vishlenkova S.G., Levina E.A.</i> .....	100
THE USE OF THE BLACKBOARD ELECTRONIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE STUDY OF DESCRIPTIVE GEOMETRY AND COMPUTER GRAPHICS ENGINEERING <i>Nazarova Zh.A.</i> .....	107
CLASSES WITH CHILDREN WITH DISABILITIES IN ARTS AND CRAFTS <i>Polynskaya I.N.</i> .....	112
SPECIALIZED PEDAGOGICAL TESTS AS A MEANS OF FORMING THE INFORMATION COMPETENCE OF PUPILS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CLASSES <i>Pronchatova A.S.</i> .....	120
MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ECONOMIC EDUCATION IN NON-ECONOMIC UNIVERSITIES <i>Sazhina N.M., Lebedeva I.S., Redko A.N.</i> .....	126
EMPIRICAL RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF STUDENTS OF THE MILITARY TRAINING CENTER OF THE UNIVERSITY <i>Shartdinov A.Sh.</i> .....	135
<b>REVIEW</b>	
BLENDED LEARNING IN PHYSICAL EDUCATION OF STUDENTS <i>Drandrov G.L., Wang Meng</i> .....	140

## СТАТЬИ

УДК 004.9

DOI 10.17513/snt.40056

**О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ КЛИЕНТОВ БАНКА**<sup>1,2</sup>Акимова И.В., <sup>3</sup>Титова Н.В., <sup>1</sup>Баландин И.А.<sup>1</sup>Пензенский государственный университет, Пенза, e-mail: ulrih@list.ru, da-mc@mail.ru;<sup>2</sup>Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет) (филиал), Пенза, e-mail: ulrih@list.ru;<sup>3</sup>ФКВООУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала А.В. Хрулёва», Пенза, e-mail: nvtitova77@mail.ru;

В своем исследовании авторы поднимают актуальную проблему мониторинга активности клиентов банка. Ряд современных исследований показывает ценность мониторинга клиентов как важной части банковской экосистемы. Поэтому появляется необходимость в разработке информационной системы, которая возьмет на себя целиком или частично деятельность по оценке клиента. Авторы берут за основу RFM-анализ как метод сегментации потребителей. На основе технологии сегментации предлагается построить маркетинговую сегментационную модель, которая будет выполнять разделение клиентов в зависимости от следующих параметров: ценность для банка и склонность к оттоку. В итоге предлагается проводить перекрёстный анализ на основе формализации основополагающих маркетинговых характеристик клиентов банка. В результате каждому технологическому сегменту будут присвоены определенные маркетинговые характеристики. Данная модель ляжет в основу разрабатываемой информационной системы, которую предлагается разработать в виде веб-приложения. Для данной разработки предлагается выбрать микросервисную архитектуру, а в качестве инструмента реализации выбран язык программирования Python 3.11 и фреймворк Django 4.2. В разработке веб-приложения используется технология, построенная на модели «клиент – сервер». Описаны специальные функции, для определения клиентов в зависимости от ценности для банка, на основе описанной ранее технологии сегментации. Таким образом, разработанное веб-приложение позволяет анализировать активность клиента банка на основании RFM-анализа, определять принадлежность клиента к одному из пяти сегментов и предлагать сотруднику банка типовые рекомендации для клиента данного сегмента.

**Ключевые слова:** мониторинг, RFM-анализ, сегментационная модель, информационная система**ABOUT THE DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM  
FOR MONITORING THE ACTIVITY OF THE BANK'S CUSTOMERS**<sup>1,2</sup>Akimova I.V., <sup>3</sup>Titova N.V., <sup>1</sup>Balandin I.A.<sup>1</sup>Penza State University, Penza, e-mail ulrih@list.ru, da-mc@mail.ru;<sup>2</sup> Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University) (branch), Penza, e-mail ulrih@list.ru;<sup>3</sup>Military Academy of Logistics named after General A.V. Khrulev, Penza, e-mail nvtitova77@mail.ru;

In their study, the authors raise the urgent problem of monitoring the activity of bank customers. A number of modern studies show the value of customer monitoring as an important part of the banking ecosystem. Therefore, there is a need to develop an information system that will take over all or part of the client's assessment activities. The authors take RFM analysis as a basis as a method of segmentation of consumers. Based on segmentation technology, it is proposed to build a marketing segmentation model that will separate customers depending on the following parameters: value to the bank and tendency to outflow. As a result, it is proposed to conduct a cross-analysis based on the formalization of the fundamental marketing characteristics of the Bank's customers. As a result, certain marketing characteristics will be assigned to each technology segment. This model forms the basis of the information system being developed, which is proposed to be developed in the form of a web application. For this development, it is proposed to choose a microservice architecture, and the Python 3.11 programming language and the Django 4.2 framework are chosen as the implementation tool. The technology based on the client-server model is used in the development of a web application. Special functions are described to identify customers depending on the value for the bank, based on the segmentation technology described earlier. Thus, the developed web application allows you to analyze the activity of the bank's client based on RFM analysis, determine whether the client belongs to one of the five segments and offer typical recommendations to the bank's employee for the client of this segment.

**Keywords:** monitoring, RFM analysis, segmentation model, information system

Современное состояние рыночной экономики определяет условия для успешной деятельности предприятий различной сферы деятельности. Уже не является достаточным наличие качественной продукции,

широкого спектра качественных услуг. Стабильность в доходах предприятия, в том числе и банковской сферы, стала определяться лояльностью клиентской аудитории, которая выступает влиятельным фактором

при определении объема продаж, широты услуг и уровня прибыли. Поэтому большую важность получает уровень знаниях предприятием своей клиентской базы, охват выстраиваемых отношений, качественный учет потребностей, приносимой выгоды и расстановки в их приоритетах. Согласно актуальным экономическим исследованиям [1], низкий уровень лояльности клиента может влиять на снижение прибыли предприятия, даже на 25 и более процентов. Поэтому прибыльность компании во многом определяется выбранной маркетинговой стратегией.

Маркетинговая концепция построения и управления взаимоотношениями с клиентом отражена в трудах российских и зарубежных специалистов, таких как Васин Ю.В., Куц С.П., Лаврентьев Л.Г., Лопатинская И.В., Самолубова А.Б., Самсонов А.В., Берри Л., Соловьев Б.А., Черкашин П.А., Битнер М.Дж., Бребах Г., Вархавтиж В., Вебстер Ф., Винд Й., Вундерман Л., Годин С., Гордон Я., Дэвис Ф.В., Гренроос Ч., Забин Д., Котлер Ф., Ламбен Ж.-Ж., Лаутерборн Р.Ф., МакКенна Р., Манродт К.Б., Маршак Р.Т., Ньюэлл Ф., Пепперс Д., Раихельд Ф.Ф., Рассел Дж., Роджерс М., Сейболд П., Танненбаум С.И., Тил Т., Хаммер М., Цайтамл В.А., Шульц Д.Е., Эбратт Р. и другие.

Мониторинг клиентов становится важной составляющей банковской экосистемы. Поэтому появляется необходимость в разработке информационной системы, которая возьмет на себя целиком или частично деятельность по оценке клиента.

Цель исследования заключается в проектировании и разработке информационной системы мониторинга клиентов банка на основе RFM-анализа.

#### *Постановка проблемы*

Роль мониторинга в последние годы значительно возрастает, что объясняется увеличением темпов экономического развития, трансформацией экономической системы, активным ростом рынков. В банковской сфере происходит постоянный мониторинг клиентов, направленный в основном на две цели: мониторинг на стадии отбора заемщиков и мониторинг использования кредита заемщиком [2; 3]. Причем объектами мониторинга выступают не только предприятия, но и частные лица. Далее опишем виды мониторингов более подробно.

Под первым видом мониторинга предполагается понимать принятие банком так называемых издержек проверки, то есть издержек, связанных с затратами на проверку информации о заемщике.

Второй вид мониторинга осуществляет уже после заключения кредитного дого-

вора. В результате проведения такого вида мониторинга предполагается банком выполнить проверку целевого использования кредита, его эффективности для банка и самого заемщика, также выполнение условий кредитного договора. В качестве активных действий можно предположить отказ от дальнейшего кредитования или полного обслуживания. Еще один вид мониторинга связан с проверкой безопасности.

Различные виды мониторинга имеют различные алгоритмы выполнения. Имеет место и совмещение различных видов мониторинга.

Обеспечение прибыли организации является одним из критериев ее эффективного управления, полноценного стратегического планирования. Для обеспечения данной цели важным аспектом выступает привлечение клиентов, а также дальнейшее превращение его из вновь полученного в постоянного. Такой процесс носит название «жизненный цикл клиента» (англ. Customer life cycle, CLF).

В экономической литературе можно встретить следующее определение: «Жизненный цикл клиента – это процесс, в рамках которого потребитель становится постоянным клиентом компании. В нем можно выделить пять этапов: привлечение, интерес, оценка, покупка, лояльность» [4]. Схематически CLF представлен на рисунке 1.

Важной составляющей деятельности маркетинговой службы банка является индивидуализация взаимодействия с клиентами, одной из составляющих выступает получение и анализ обратной связи от клиента. Для решения данной задачи необходимо четко организовать получение и анализ индивидуальных обращений клиента, а также маркетинговый анализ получаемой о клиенте информации.

Предполагается реализовывать оценку ценности клиента предприятия на весь прогнозируемый период сотрудничества для реализации максимально эффективного целевого взаимодействия. Результатом будет построение сегментационной модели, которая будет базироваться на предложенных факторах поведенческой лояльности. Основой будет выступать RFM-анализ как метод сегментации потребителей: давность (Recency), частота (Frequency) и сумма (Monetary) [5; 6].

Каждый показатель предлагается оценивать по трехбалльной системе. В исследовании «Маркетинговая стратегия целевого взаимодействия с клиентами» К.А. Балашова предлагается при учете ограничений осуществлять сегментацию всех пользователей кредитных карт [7] банка со сроком обслуживания более 180 дней.



Рис. 1. Схематическое изображение жизненного цикла клиента

		средняя частота реализации транзакции		
		менее 1 раза в период	1-2 раза в период	2раза в период
среднемесечная задолженность (в % о кредитного лимита)	0-43%	низкая	низкая	средняя
	43-82%	низкая	средняя	высокая
	82-100%	средняя	высокая	очень высокая

Рис. 2. Матрица разделения клиентов в зависимости от их ценности для банка

		средняя частота реализации транзакции		
		менее 1 раза в период	1-2 раза в период	2раза в период
дата последней транзакции	более 74 дней назад	средняя	высокая	очень высокая
	38-74 дня назад	низкая	средняя	высокая
	менее 38 дней назад	норма	низкая	средняя

Рис. 3. Матрица разделения клиентов по частоте транзакций

		риск оттока клиентов				
		норма	низкий	средний	высокий	очень высокий
ценность клиентов	низкая	5				
	средняя	4			3	1
	высокая			2		
	очень высокая			2		

Рис. 4. Итоговая маркетинговая сегментационная модель

Далее на основе предложенной технологии исследователями в области маркетинга предлагается построить маркетинговую сегментационную модель, которая будет выполнять разделение клиентов в зависимости от следующих параметров: ценность для банка и склонность к оттоку. В свою очередь параметр ценности клиента определяется через сопоставление анализа показателей, который отражает среднюю частоту осуществления транзакций в прошлом (Frequency) и среднемесячную задолженность клиента (Monetary Value). Ниже на рисунках 2 и 3 представлена матрица такого разделения клиентов в зависимости от их ценности для банка.

В дальнейших исследованиях, с опорой на выводы, сделанные в исследовании К.А. Балашова, предлагается не использовать работу с показателем «Потенциальная ценность клиента». Это объясняется сложностью определения данного параметра. В исследовании О.А. Третьяк указывается на существование нескольких подходов к идее ценности (стоимости) клиента в течение его жизненного цикла [5]. Существует более 10 альтернативных способов оценки клиента, таких как ABC-анализ, основанный на определении доли выручки или прибыли, которую приносит клиент, LTV-анализ, основывающийся на прогнозной сумме доходов от клиента за весь его жизненный цикл, потенциал вариативности,

основанный на степени новых покупателей, которых может привлечь клиент, и т.д.

Таким образом, предлагается провести перекрёстный анализ на основе выполнения формализации указанных маркетинговых характеристик клиентов банка. В результате каждому технологическому сегменту будут присвоены определенные маркетинговые характеристики. Далее на рис. 4 представлена итоговая сегментационная модель.

Как видно из рисунка 4, результатом является выделение пяти уникальных маркетинговых сегментов, в отношении которых сотрудник банка должен придерживаться определенных рекомендаций.

*Предлагаемые решения*

Для решение обозначенной проблемы предлагается разработка информационной системы мониторинга клиентов банка на основе RFM-анализа. Данная информационная система будет реализована в виде веб-приложения [8; 9].

Для данной разработки предлагается выбрать микросервисную архитектуру.

Архитектура микросервисов является основополагающим стилем для распределенных систем. Это метод построения приложений, который отделяет компоненты приложения и позволяет им самостоятельно настраиваться, самовосстанавливаться и масштабироваться независимо по мере масштабирования системы.

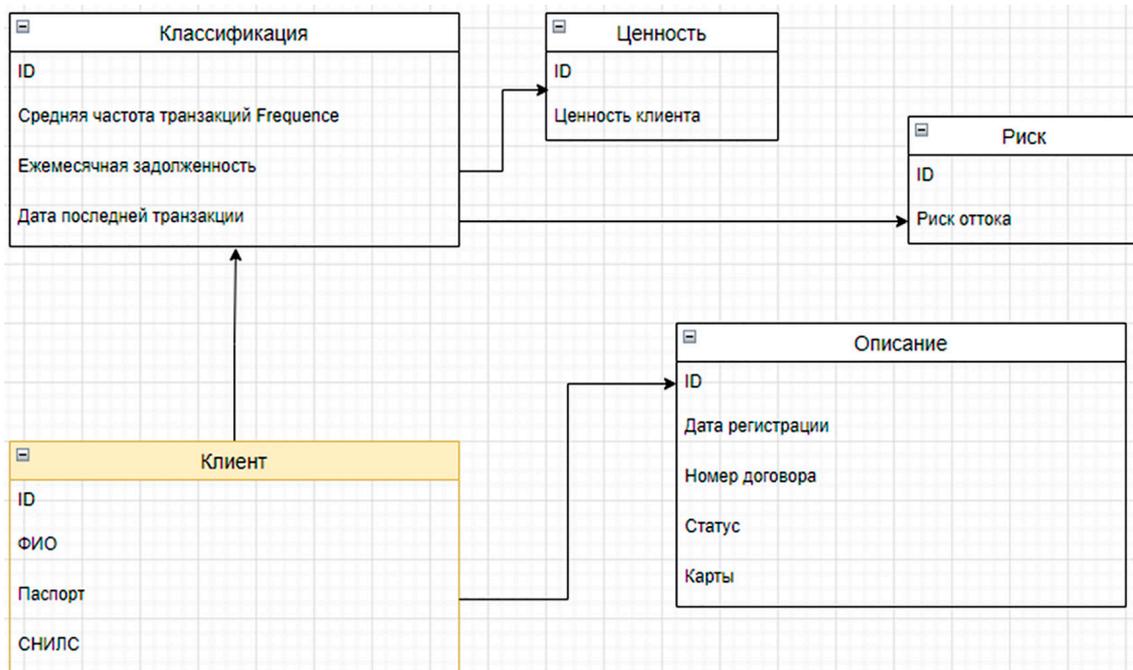
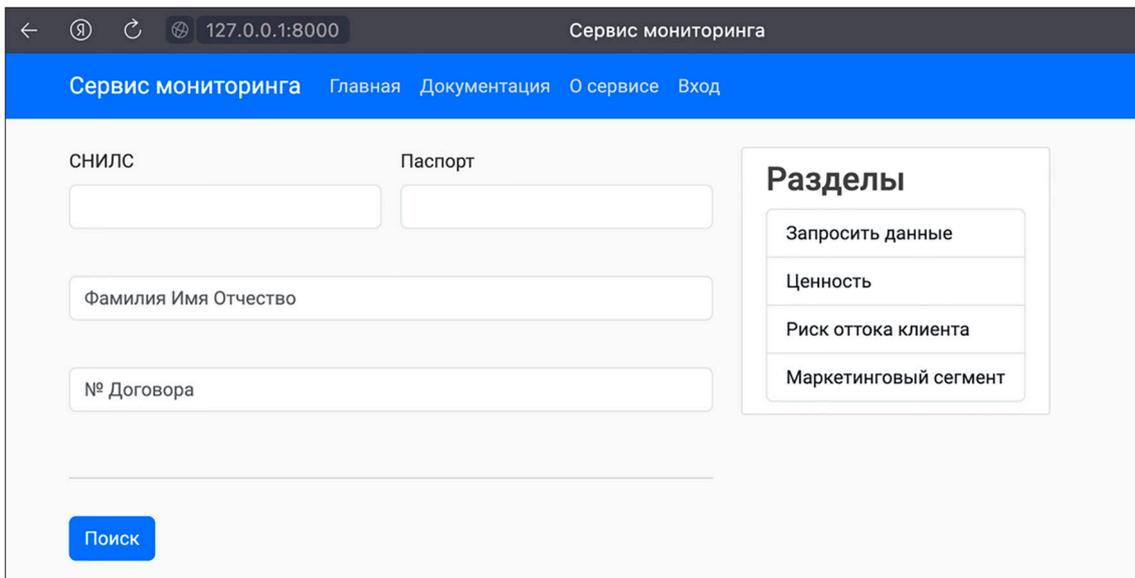
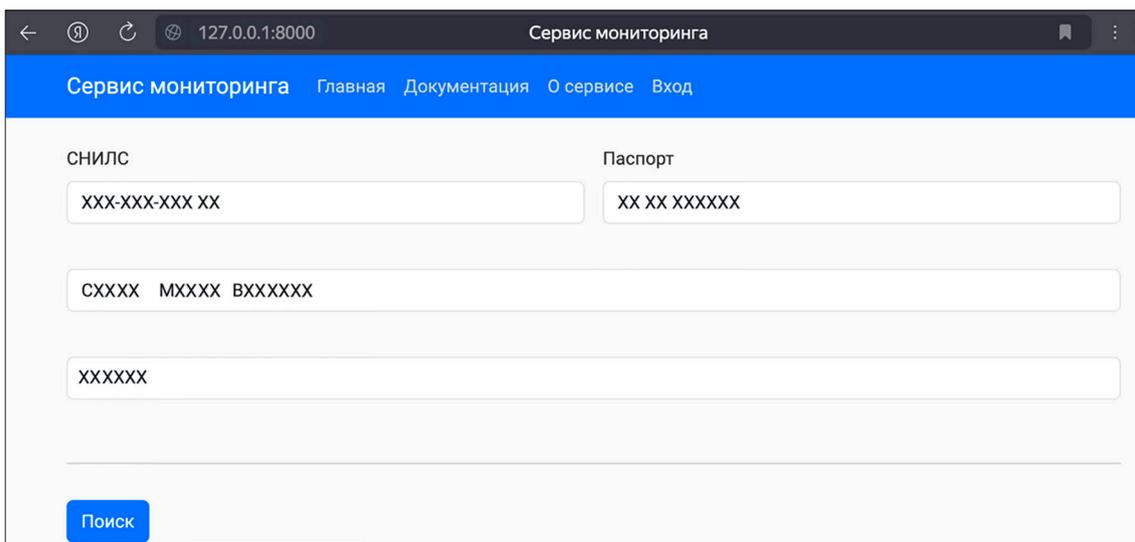


Рис. 5. ER-модель



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '127.0.0.1:8000' and the page title 'Сервис мониторинга'. The navigation bar includes links for 'Главная', 'Документация', 'О сервисе', and 'Вход'. The main content area features a form with the following fields: 'СНИЛС' and 'Паспорт' (two separate input boxes), 'Фамилия Имя Отчество' (a single wide input box), and '№ Договора' (a single wide input box). A blue 'Поиск' button is located at the bottom left. On the right side, there is a 'Разделы' (Sections) sidebar with four items: 'Запросить данные', 'Ценность', 'Риск оттока клиента', and 'Маркетинговый сегмент'.

Рис. 6. Вид системы. Окно «Запросить данные по клиенту»



This screenshot shows the same 'Request data by client' window as Figure 6, but with sample data entered into the form fields. The 'СНИЛС' field contains 'xxx-xxx-xxx xx', the 'Паспорт' field contains 'xx xx xxxxxx', the 'Фамилия Имя Отчество' field contains 'СXXXX МXXXX ВXXXXXX', and the '№ Договора' field contains 'XXXXXX'. The 'Поиск' button remains visible at the bottom left.

Рис. 7. Окно «Запросить данные по клиенту». Ввод данных

При разработке веб-сервиса на языке программирования Python возникает потребность использования фреймворка. При выборе фреймворка желательно оценить размер и сложность своего проекта. Если разработка представляет собой большую систему с изрядным количеством функций, то нужно выбрать фреймворк full-stack. Если же проект относительно небольшое приложение или сервис, тогда стоит обратить внимание на микрофреймворки.

Таким образом, информационная система сервиса мониторинга активности клиентов банка написана с использованием языка

программирования Python 3.11 и фреймворка Django 4.2. В разработке веб-приложения используется технология, построенная на модели «клиент – сервер».

При разработке системы было выполнено построение ER-модели. Для заданной предметной области можно выделить наличие пяти основных сущностей в схеме базы данных. В информационной системе описана функция для определения клиентов в зависимости от ценности для банка, на основе описанной ранее технологии сегментации.

Вид разработанного приложения приведен ниже (рис. 6).

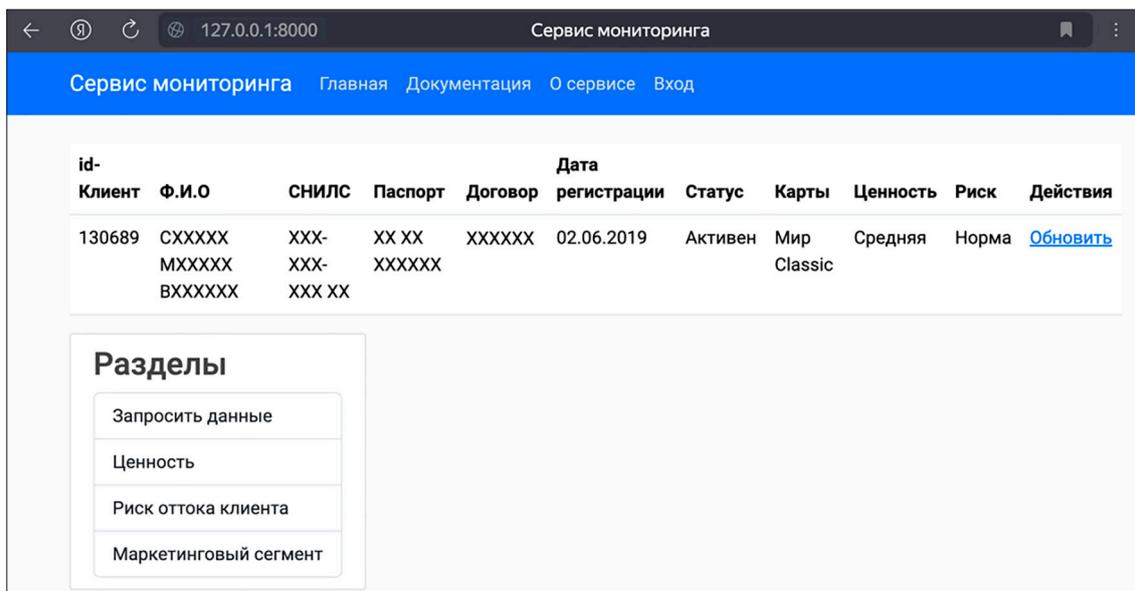


Рис. 8. Вывод информации по клиенту

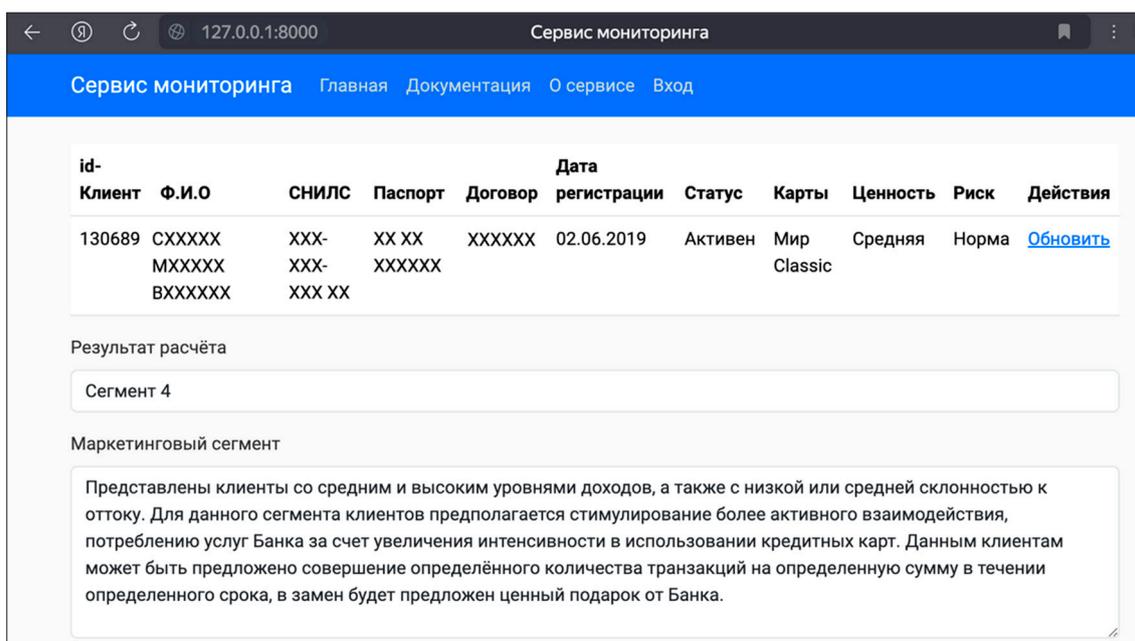


Рис. 9. Вывод сегмента клиента

Для расчёта показателей «Ценность» и «Риск оттока» организованы специальные пункты меню (рис. 7). Вычисления осуществляются с помощью специальных функций, которые классифицируют клиента банка.

После подсчёта всех данных происходит подсчёт сегмента с рекомендациями по клиенту (рис. 9). Упрощенный вид функции для определения вида клиента представлен далее.

*Листинг программы*

```

if value == 'низкая' and risk_ot == 'норма':
    segment = 5
if value == 'низкая' and risk_ot == 'низкий':
    segment = 5
if value == 'низкая' and risk_ot == 'высокий':
    segment = 5

```

### Заключение

В ходе проведенного исследования была рассмотрена сущность понятия «мониторинг клиента банка» с точки зрения RFM-анализа. Был проведен перекрёстный анализ на основе формализации основополагающих маркетинговых характеристик клиентов банка. В результате каждому полученному сегменту присвоены определенные маркетинговые характеристики.

Далее была спроектирована и разработана информационная система мониторинга активности клиентов на основе использования языка Python и фреймворка Django. За основу разработки с технических позиций была выбрана именно технология использования фреймворков, описаны их основные преимущества: простота диагностики и отладки, повышенная эффективность кода, ускоренная разработка и возможность тестирования.

Разработанное веб-приложение позволяет анализировать активность клиента банка на основании RFM-анализа, определять принадлежность клиента к одному из пяти сегментов и предлагать сотруднику банка типовые рекомендации для клиента данного сегмента. Аналога подобным информационным системам в данный момент на рынке программного обеспечения не представлено.

Данные, полученные в результате исследования, могут быть использованы при совершенствовании информационных систем, которые участвуют в экосистеме

как банка, так и другого крупного экономического предприятия.

### Список литературы

1. Цой М.Е., Щеколдин В.Ю., Лежнина М.Н. Построение сегментации на основе модифицированного RFM-анализа для повышения лояльности потребителей // Российское предпринимательство. 2017. № 21. С. 3113-3134.
2. Горюкова О.В. Основы финансового мониторинга в кредитных организациях: учебное пособие для магистрантов по направлению подготовки 080300 «Финансы и кредит». Иваново, 2012. 212 с.
3. Мхитарян С.В., Радченков С.М. Формирование программ лояльности банка через транзакционную активность клиентов // Научные труды Вольного экономического общества России. 2016. № 2. С. 405-409.
4. Боков И.С. Управление жизненным циклом клиента как средство повышения вовлеченности и лояльности потребителей и увеличения прибыли компании // E-Scio. 2019. № 9(36). URL: <https://e-scio.ru/wp-content/uploads/2019/09/%D0%91%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2-%D0%98-%D0%A1.pdf> (дата обращения: 10.04.2024).
5. Третьяк О.А. Ценность клиента в течение его жизненного цикла: развитие одной из ключевых идей маркетинга взаимоотношений // Российский журнал менеджмента. 2011. № 3. С. 55-68.
6. Каткова Я.И. Критерии маркетинговой результативности интернет-магазинов в России // Финансы: теория и практика. 2017. № 3. С. 257-272.
7. Балашов К.А. Маркетинговая стратегия целевого взаимодействия с клиентами: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Москва, 2007. 24 с.
8. Байнов А.М., Кривоногова А.Е., Николаев А.С. Обзор современных фреймворков и инструментов, используемых для разработки web-приложений // Наука без границ. 2020. № 1 (41). С. 19-23.
9. Сергачева М.А., Михалевская К.А. Анализ фреймворков для разработки современных веб-приложений // Кронос: естественные и технические науки. 2020. № 2 (30). С. 35-38.

УДК 621.99  
DOI 10.17513/snt.40057

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАКАТЫВАНИЯ КРУПНЫХ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫХ РЕЗЬБ С ПОМОЩЬЮ КОМБИНИРОВАННОЙ РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

**Афонин А.Н., Шкарлет С.А., Лозовая С.Ю.**

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
Белгород, e-mail: afonin@bsu.edu.ru*

Целью данного исследования является повышение эффективности получения крупных трапецеидальных резьб применением режущо-деформирующей обработки. Установлено, что достижение поставленной цели возможно путем выбора схемы деформирования, определяющей порядок перемещения материала из впадины резьбы в выступ. Для определения рациональной схемы деформирования проведен вычислительный эксперимент по моделированию режущо-деформирующей обработки методом конечных элементов с помощью системы автоматизированного проектирования DEFORM 3D. В результате проведенного моделирования для разных схем деформирования получены сведения о значениях нормализованного критерия разрушения Кокрофта – Лейтема и эквивалентных деформаций в заготовках из наиболее часто применяемых для изготовления крупных резьб трапецеидального профиля из сталей 45, 40X и ШХ15. Анализ результатов вычислительного эксперимента позволил определить ориентировочные области рационального применения рассмотренных схем деформирования. Данные результаты позволяют утверждать, что угловую схему деформирования для достижения наибольшей глубины упрочнения резьбы, а для повышения стойкости резьбонакатного инструмента целесообразно использовать возвратную схему. Предложены рекомендации по назначению размеров предварительно прорезаемой винтовой канавки для различных схем деформирования и материалов заготовки, то есть распределению припуска под предварительное нарезание и последующее накатывание резьбы.

**Ключевые слова:** трапецеидальная резьба, накатывание, схема деформирования, режущо-деформирующая обработка

## INCREASING THE EFFICIENCY OF ROLLING LARGE TRAPEZOIDAL THREADS USING A COMBINED CUTTING – DEFORMING PROCESSING

**Afonin A.N., Shkarlet S.A., Lozovaya S.Yu.**

*Belgorod State National Research University, Belgorod, e-mail: afonin@bsu.edu.ru*

The purpose of the study is to increase the efficiency of obtaining large trapezoidal threads using combined cutting and deforming processing. A conclusion is drawn about the importance of choosing a rational deformation scheme that determines the order of material movement from the thread root to the protrusion. To determine a rational deformation scheme, a computational experiment was carried out to simulate the process of cutting-deforming processing using the finite element method using the DEFORM 3D computer-aided design system. As a result of the simulation, the fields of distribution of equivalent strains and the normalized Cockcroft-Latham failure criterion were obtained in workpieces made from steels 45, 40X and ShKh15, which are most often used for the manufacture of large trapezoidal threads, during cutting-deformation processing of trapezoidal threads with different deformation patterns. Analyzing the of calculation results, it became possible to determine the approximate areas of rational application of the considered deformation schemes. In particular, it has been established that in order to achieve the greatest depth of thread hardening, it is recommended to use an angular deformation scheme, and to increase the durability of thread rolling tool, it is recommended to use a return scheme. Recommendations are proposed for assigning the dimensions of a pre-cut helical groove for various deformation schemes and workpiece materials, that is, the distribution of allowance for preliminary cutting and subsequent thread rolling.

**Keywords:** trapezoidal thread, rolling, cutting-deformation processing, deformation schemes

В транспортном машиностроении, горно-металлургической промышленности и других отраслях народного хозяйства широкое применение находят крупные трапецеидальные резьбы. По сравнению с другими типами резьб они обладают повышенной прочностью и износостойкостью. Однако, технологические процессы их изготовления вызывают значительные трудности. На сегодняшний день основной технологией получения крупных трапецеидальных резьб

является лезвийная обработка резанием с последующим резьбошлифованием. Такая технология является малопроизводительной и не всегда позволяет обеспечить высокие требования к качеству резьбы. Известно, что наиболее эффективным способом получения резьб является накатывание [1, 2], однако для получения крупных трапецеидальных резьб оно практически не применяется. Накатывание крупных трапецеидальных резьб может приводить к разрушению за-

готовки из-за значительных деформаций в зоне накатывания, приводящих к исчерпанию запаса пластичности материала. Избежать исчерпание запаса пластичности можно, уменьшив объем деформируемого металла за счет применения комбинированной режущо-деформирующей обработки (РДО) [3, 4], представляющей собой накатывание резьбы по предварительно нарезанной на заготовке винтовой канавке. Однако, в настоящее время этот способ получения резьб еще слабо изучен, что сдерживает его применение в промышленности. В частности, не изучено влияние на напряженно-деформированное состояние заготовки схемы деформирования, определяющей порядок перемещения материала при накатывании из впадины резьбы в выступ.

Целью исследования является повышение эффективности получения крупных резьб с трапецидальным профилем путем применения комбинированной РДО. Достижение поставленной цели предполагается за счет выбора рациональной схемы деформирования, обеспечивающей наилучшие условия для протекания пластической деформации при накатывании.

#### Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были изучены известные схемы деформирования при РДО резьб с трапецидальным профилем [5] (рис. 1). Получение той или иной схемы деформирования при РДО резьб обеспечивается за счет формы предварительно прорезанной винтовой канавки и формы витков резьбонакатного инструмента.

Моделирование процесса РДО выполнено с использованием метода конечных элементов (МКЭ) [6, 7] в пакете прикладных программ DEFORM 3D. При моделировании для сокращения времени расчета рассматривалось накатывание двух кольцевых канавок на одной четверти заготовки. Предварительное нарезание канавки не моделировалось, поскольку технологическая наследственность после него не оказывает существенного влияния на состояние материала заготовки [8]. В качестве материала заготовки рассматривались стали 45, 40Х и ШХ15, наиболее широко применяемые для изготовления крупных трапецидальных резьб. В качестве критерия разрушения материала накатываемой резьбы был принят нормализованный критерий Кокрофта – Лейтема [9].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что разница между силами, полученными при вычислительном и натурном [1] экспериментах, не превышает 10%, что подтверждает адекватность разработанной конечноэлементной модели.

Рассмотрим в качестве примера полученные в результате проведенного вычислительного эксперимента поля эквивалентных деформаций при РДО с разными схемами деформирования резьбы трапецидального профиля шагом 6 мм на заготовках диаметром 40 мм, изготовленной из углеродистой стали 45, которая является эталонным материалом в машиностроении. Данные результаты приведены на рис. 2.

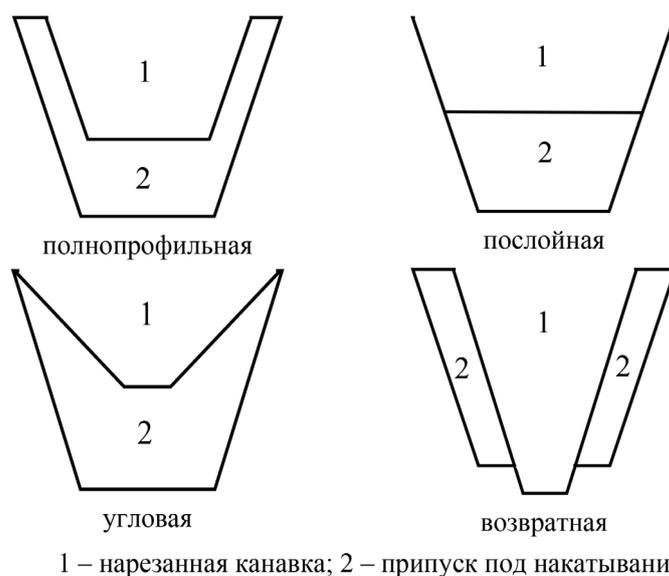


Рис. 1. Схемы деформирования при РДО резьб с трапецидальным профилем



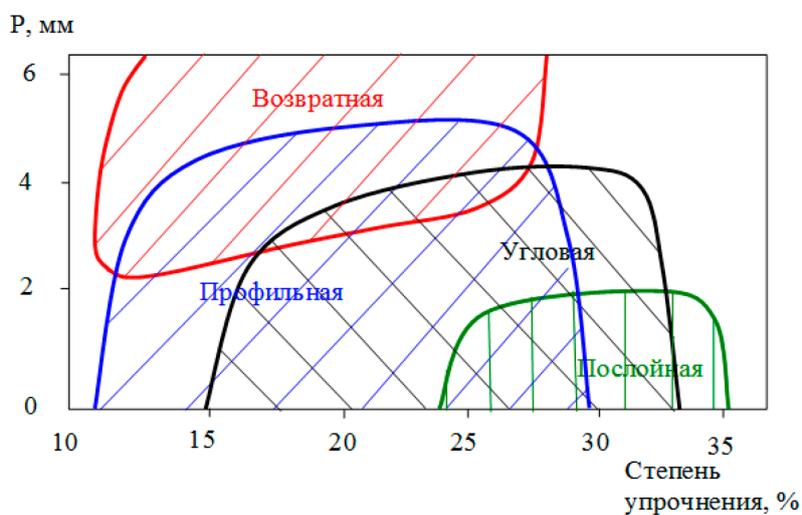
ния, приведет к существенным проблемам. Если они будут ближе к нулевой точке диаграммы, это вызовет снижение качества резьбы при росте себестоимости ее изготовления. Если будут дальше от нулевой точки диаграммы, то это будет приводить к повышенному износу инструмента и опасности разрушения заготовки. В случае выхода параметров резьбы за пределы областей рационального применения накатывания и РДО возможно только поверхностное упрочнение нарезанной резьбы обкатыванием без существенного изменения размеров винтовой канавки.

При повышении твердости материала заготовки рекомендуемые области использования схем деформирования при РДО резьб с трапецидальным профилем будут

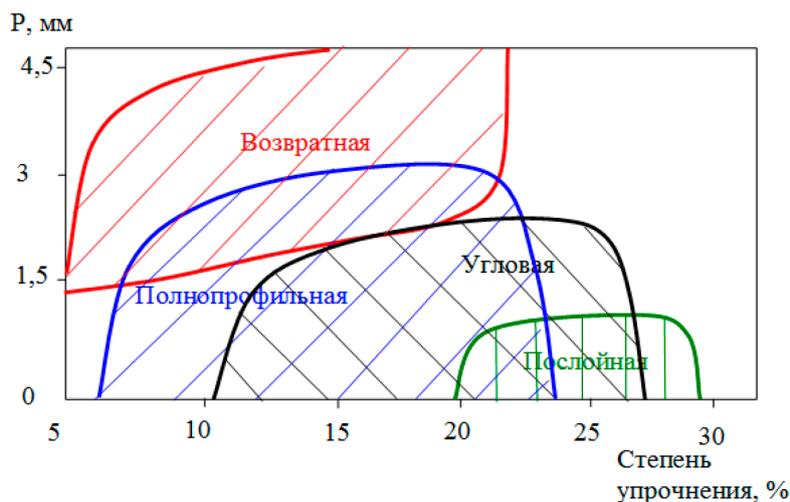
уменьшаться как по оси абсцисс, так и по оси ординат (рис 3б).

Полученные для стали 40Х результаты могут быть распространены и на другие виды материалов. Для более твердых и менее пластичных сталей рекомендуемые области использования схем деформирования будут сжиматься по направлению к нулевой точке графика, а для более пластичных наоборот, расширяться.

Для определения припуска под накатывание при РДО трапецидальных резьб с полнопрофильной схемой деформирования на заготовках из сталей в состоянии поставки получены графики потребной глубины предварительно нарезанной винтовой канавки в зависимости от шага накатываемой резьбы (рис. 4).



а



б

Рис. 3. Рекомендуемые области использования схем деформирования при РДО резьб с трапецидальным профилем на заготовках из стали 40Х в состоянии поставки (а) и упрочненной до HRC 30 (б)

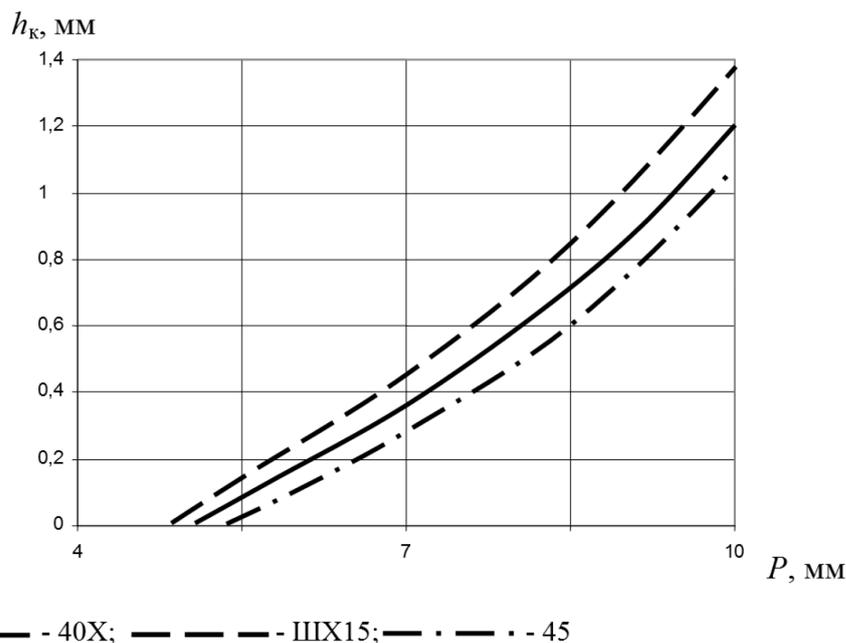


Рис. 4. Требуемая глубина предварительно нарезанной винтовой канавки при РДО с полнопрофильной схемой деформирования резьб с трапецеидальным профилем на заготовках из различных сталей в состоянии поставки

При формировании резьб на заготовках, упрочненных термической обработкой, величину канавки необходимо увеличивать в соответствии с ростом твердости материала заготовки, уменьшая припуск под накатывание. Для угловой схемы рекомендуемая глубина канавки будет больше на 25%, а для возвратной меньше на 30%.

Угол профиля предварительно прорезанной канавки при РДО в определяющей степени будет зависеть от механических свойств материала заготовки. Для более прочных и менее пластичных материалов данный угол профиля должен уменьшаться. Для более мягких и пластичных – увеличиваться. Однако, если угол прорезанной винтовой канавки будет меньше, чем угол профиля накатываемой резьбы, возникнет возвратная схема деформирования. Следовательно, для обеспечения угловой схемы угол профиля предварительно нарезанной канавки должен быть больше угла профиля получаемой резьбы.

### Заключение

Соблюдение приведенных выше рекомендаций по выбору схем деформирования и распределению припуска между нарезанием и накатыванием позволит существенно расширить область применения РДО для получения крупных трапецеидальных резьб. Это, в свою очередь, обеспечит повышение прочностных характеристик тяже-

лонагруженных резьбовых деталей, в особенности усталостной прочности, при одновременном снижении себестоимости изготовления по сравнению с применяемыми на сегодняшний день технологиями.

### Список литературы

1. Jianli Song, Zhiqi Liu, Yongtang Li. Cold Rolling Precision Forming of Shaft Parts. Springer. 2017. 288 p.
2. Киричек А.В., Афонин А.Н. Резьбонакатывание. Библиотека технолога. М.: Машиностроение, 2009. 312 с.
3. Григорьева А.В., Туранский Р.А., Шакиров Р.К., Песин М.В. Повышение усталостной прочности резьбы деталей машиностроения // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2014. Т. 2. С. 437-443.
4. Таурит Г.Э., Пуховский Е.С., Добрянский С.С. Прогрессивные процессы резьбоформирования. Киев: Техніка, 1975. 240 с.
5. Афонин А.Н. Схемы деформирования при режущо-деформирующей обработке резьб // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2012. № 2/292. С. 3-8.
6. Fu M.W. Design and Development of Metal-Forming Processes and Products Aided by Finite Element Simulation. Springer International Publishing AG. 2017. 258 p.
7. Krzysztof Kukielka. Application of the FEM Method to Modeling and Analysis of the Cold Thread Rolling Process // Modeling and Experimental Analysis of Metal Forming and Cutting. 2023. Vol. 16 (13). P. 4647.
8. Владимиров А.А., Афонин А.Н., Макаров А.В. Особенности механизма формирования микронеровности поверхности при вибрационном точении // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. № 2. С. 27-29.
9. Skripalenko M.M., Romantsev B.A., Galkin S.P., Skripalenko M.N., Danilin A.V. Comparative analysis of damage criteria for screw rolling using computer simulation // CIS Iron and Steel Review. 2020. Vol. 20. P. 29-32.

УДК 519.86

DOI 10.17513/snt.40058

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ SPSS STATISTICS

Гусарова О.М., Денисов Д.Э.

*ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,  
Смоленск, e-mail: omgusarova@mail.ru*

Целями исследования являются обобщение и систематизация методологических подходов и методики оценки качества математических моделей для решения широкого круга прикладных задач с использованием современных цифровых технологий. В ходе исследования использовались методы математической статистики и теории вероятностей, метод статистических наблюдений и выборочных совокупностей, методы стохастического моделирования, базирующиеся на аппарате корреляционно-регрессионного анализа. Статистические расчеты и анализ полученных результатов выполнены в среде SPSS Statistics. В качестве информационной базы для построения математических моделей использовались официальные статистические данные социально-экономического развития региональных субъектов в интервале 2010–2022 гг. В ходе исследования рассмотрены общесистемные подходы к построению многофакторных регрессионных моделей, выполнен обзор основных принципов построения системы факторов-регрессоров. Систематизированы критерии оценки качества регрессионных моделей. Приведены математические зависимости оценки критериев исследования качества проектируемых моделей. Обозначены рекомендуемые интервалы для определения статистической значимости регрессионных уравнений и факторов-регрессоров. Приведены фрагменты программирования для реализации функций корреляционно-регрессионного анализа в среде SPSS Statistics. Выполнены расчеты и обоснование результатов корреляционной зависимости и регрессионной статистики при построении математических моделей для показателей уровня развития регионального субъекта. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения результатов исследования при разработке стратегий развития региональных субъектов на краткосрочную и долгосрочную перспективу с использованием математического моделирования и современных цифровых технологий.

**Ключевые слова:** математические модели, многофакторная регрессия, критерии оценки качества регрессионных уравнений

## EVALUATION OF THE QUALITY OF MATHEMATICAL MODELS IN THE SPSS STATISTICS ENVIRONMENT

Gusarova O.M., Denisov D.E.

*Financial University under the Government of the Russian Federation, Smolensk,  
e-mail: om.gusarova@mail.ru*

This scientific article is dedicated to the generalization and systematization of some methodological approaches and methods of assessing the quality of mathematical models for solving a wide range of applied aims by using some modern digital technologies. While analysis, the method of statistical observations and sample populations, special methods of stochastic modeling based on the apparatus of correlation-regression analysis were put into practice. Statistical calculations and analysis of the results obtained are performed in the SPSS Statistics environment. During the study, the system-wide approaches to the construction of multivariate regression models were put into practice, and the basic principles of constructing a system of several factors-regressors were studied accordingly. The criteria for estimating the quality of regression models are systematized. Mathematical dependencies on the evaluation of the criteria for studying the quality of the designed models are given accordingly. Recommended intervals for determining the statistical significance of regression equations and regressor factors are indicated. Fragments of programming for the implementation of correlation-regression analysis functions in the SPSS Statistics environment are shown. Calculations and substantiation of the results of correlation-regression analysis in the construction of mathematical models for indicators of socio-economic development of a regional subject are put into practice. The practical value of the article under discussion is in the possibility of using the results of the research of the development of strategies in the development of regional centers in the short and long term by means of using mathematical modeling and modern digital technologies.

**Keywords:** mathematical models, multivariate regression, criteria for assessing the quality of regression equations

В стратегии развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года основными целями национального развития отечественной экономики являются «укрепление экономического суверенитета, увеличение численности населения страны и повышение уровня жизни граждан» [1, с. 1]. Авторы настоящей публикации в более ранних научных трудах

исследовали динамику ряда показателей уровня развития ряда региональных субъектов [2, 3]. В ходе проведенных исследований с целью выявления тенденций развития хозяйствующих субъектов были построены математические модели, характеризующие особенности развития региональных субъектов. При этом систематически возникал вопрос об уровне надежности и достовер-

ности построенных математических моделей и степени доверия к полученным результатам исследования.

Целями исследования являются обобщение и систематизация методологических подходов и методики оценки качества математических моделей для решения широкого круга прикладных задач с использованием современных цифровых технологий.

**Материалы и методы исследования**

При проведении исследования в качестве материалов использовались статистические данные по показателям социально-экономического развития региональных субъектов в интервале 2010–2022 гг.

Для получения достоверных результатов применялись методы математической статистики и теории вероятностей, метод статистических наблюдений и выборочных совокупностей, методы стохастического моделирования с использованием инструментария корреляционно-регрессионного анализа. Статистические расчеты и анализ полученных результатов осуществлялись в среде SPSS Statistics.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Для построения математических моделей показателей социально-экономического развития региональных субъектов представляется целесообразным использование инструментария корреляционно-регрессионного анализа, базирующегося на методах математической статистики и теории вероятностей.

Для оценки уровня социально-экономического развития регионального субъекта может быть использована многофакторная регрессионная модель, которая может быть записана в общем виде:

$$y(t) = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_m) + \varepsilon(t), \quad (1)$$

где  $y(t)$  – значение результативного признака, характеризующего уровень социально-экономического развития регионально-го субъекта;

$f$  – функция зависимости результативного признака и экзогенных факторов-регрессоров;

$x_1, x_2, x_3 \dots x_m$  – набор экзогенных факторов-регрессоров;

$\varepsilon(t)$  – стохастическая компонента, характеризующая различного рода технические погрешности и влияние случайных факторов.

Определение параметров уравнения множественной линейной регрессии может быть осуществлено с использованием метода наименьших квадратов. Важным

моментом при осуществлении спецификации модели является построение системы показателей для выбора факторов-регрессоров. При этом необходимо провести оценку корреляционных зависимостей между эндогенной переменной и экзогенными факторами-признаками.

Корреляционная матрица имеет вид:

$$R = \begin{pmatrix} r_{yy} & r_{yx_1} & \dots & r_{yx_m} \\ r_{yx_1} & r_{x_1x_1} & \dots & r_{x_1x_m} \\ r_{yx_2} & r_{x_2x_1} & \dots & r_{x_2x_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{yx_m} & r_{x_mx_1} & \dots & r_{x_mx_m} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где  $r_{yxi}$  – коэффициент корреляции, характеризующий влияние соответствующего фактора-регрессора на зависимую переменную;

$r_{xixj}$  – коэффициент парной корреляции между экзогенными переменными, рассматриваемыми в качестве факторов-регрессоров, оценивающий величину их взаимного влияния [4].

Для определения величины коэффициента парной корреляции между результативным признаком и фактором-регрессором может быть также использована формула:

$$r_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (\tilde{y}_x - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}, \quad (3)$$

где  $\sum (\tilde{y}_x - \bar{y})^2$  – сумма квадратов отклонений моделируемых значений результативного признака, обусловленная влиянием фактора-регрессора, от среднего значения  $y$ , рассчитанного по эмпирическим данным;

$\sum (y - \bar{y})^2$  – общая сумма квадратов отклонений эмпирических значений признака у относительно его среднего значения.

Метод наименьших квадратов позволяет определить параметры модели регрессии. В общем случае нахождение параметров множественной регрессии сводится к нахождению минимума функции  $G$ , характеризующей сумму отклонений эмпирических данных от моделируемых значений результативного признака с использованием регрессионной модели:

$$G = \sum_{i=1}^n f(y_i - \hat{y}_i) = \sum_{i=1}^n f(e_i), \quad (4)$$

где  $f$  – функция, характеризующая математическую форму измерения разброса эмпирических данных относительно моделируемых значений. В большинстве случаев в качестве математической формы используется ква-

драт разброса эмпирических и моделируемых значений результативного признака.

После осуществления этапа параметризации регрессионной модели необходимо осуществить исследование качества и достоверности разработанной регрессионной модели. С этой целью необходимо провести анализ ряда следующих характеристик.

Для оценки общего качества уравнения регрессии традиционно используется коэффициент детерминации, значение которого может быть определено по формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}_y^2} = 1 - \frac{ESS / n}{TSS / n} = 1 - \frac{ESS}{TSS}, \quad (5)$$

где

$$ESS = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (6)$$

– величина дисперсии остатков, характеризующих отклонения фактических и расчетных (моделируемых) значений эндогенной переменной;

$$TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = n\hat{\sigma}_y^2 \quad (7)$$

– величина общей дисперсии, характеризующей величину отклонений фактических значений признака-результата относительно среднего значения результативного признака.

Значение коэффициента детерминации может изменяться в пределах  $[0-1]$ , и, чем ближе его значение к 1, то есть чем меньше соотношение остаточной и общей дисперсии, тем более высоким признается общее качество построенного уравнения регрессии.

Для оценки статистической значимости уравнения регрессии и достоверности полученных результатов рекомендуется использовать величину F-критерия Фишера, значение которого может быть рассчитано как отношение факторной и остаточной дисперсии результативного признака:

$$F = QSS / ESS \quad (8)$$

где

$$QSS = \sum (\hat{y}_x - \bar{y})^2 \quad (9)$$

– факторная дисперсия.

Для оценки величины F-критерия Фишера также можно применить следующую формулу:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \times (n - m - 1), \quad (10)$$

где  $n$  – длина временного ряда результативного признака, отражающая количество исследуемых наблюдений,

$m$  – количество факторных признаков, включенных в уравнение регрессии.

Полученное расчетным путем значение F-критерия Фишера соотносят с его критическим значением, при этом необходимо учесть заданный уровень значимости  $\alpha(0,05$  или  $0,01)$  и число свободы  $v_1 = m - 1$ ,  $v_2 = n - m$ . Если  $F_{факт} > F_{табл}$ , то полученное уравнение регрессии признается статистически значимым, в противном случае уравнение регрессии признается статистически не значимым, и необходимо пересмотреть набор факторов-регрессоров [5].

Третьим направлением в оценке качества регрессионного уравнения является оценка статистической значимости факторов-регрессоров, которая может быть выполнена с использованием t-критерия Стьюдента по следующей формуле:

$$t_{b_i} = \frac{b_i}{\mu_{b_i}}, \quad (11)$$

где  $b_i$  – коэффициенты регрессии при факторных признаках;

$\mu_{b_i}$  – величина стандартной ошибки коэффициента регрессии при соответствующем факторе-регрессоре.

Расчетное значение t-критерия Стьюдента сравнивается с критическим значением критерия, определенным с учетом степеней свободы  $n-m$  и заданной вероятности расчетов  $\alpha(0,01; 0,05)$ . Если расчетное значение t-критерия превышает критическое, то делается вывод о статистической значимости соответствующего параметра регрессии и статистической значимости фактора-регрессора и правомерности его включения в регрессионное уравнение [6].

Данный математический аппарат реализован в среде SPSS Statistics, которая была использована при анализе уровня социально-экономического развития Смоленской области в динамике за 2010–2022 годы. В качестве результативного признака  $Y(t)$  по усмотрению исследователей был выбран показатель «валовой региональный продукт на душу населения», характеризующий уровень развития региона в целом. В качестве факторов-регрессоров по усмотрению исследователей выбраны следующие экзогенные переменные: стоимость основных фондов ( $X_1$ , млн руб.), численность населения региона ( $X_2$ , тысяч), численность занятого населения ( $X_3$ , тысяч), средняя заработная плата по региону ( $X_4$ , тыс. руб.), инвестиции в основные фонды ( $X_5$ , млн руб.).

Для выявления корреляционной зависимости обозначенной системы показателей

была использована функция «Корреляция» SPSS Statistics. Фрагмент реализации данной операции представлен следующим образом:

```
GET DATA
  /TYPE=XLSX
  /FILE='C:\Users\Desktop\!2024\Стат данные.xlsx'
  /SHEET=name 'Лист1'
  /CELLRANGE=FULL
  /READNAMES=ON
  /DATATYPEMIN PERCENTAGE=95.0
  /HIDDEN IGNORE=YES.
EXECUTE.
DATASET NAME Наборданных2 WINDOW=FRONT.
CORRELATIONS
  /VARIABLES=YBPII X1COC X2ЧН X3ЧЗН X4СЗП X5ИОС
  /PRINT=TWOTAIL NOSIG
  /MISSING=PAIRWISE.
```

Фрагмент полученной матрицы корреляционных зависимостей выбранной системы показателей представлен в таблице 1.

**Таблица 1**

Итоги расчетов корреляционных зависимостей системы показателей

	Y	X1	X2	X3	X4	X5
Y	1	,955**	-,993**	-,880**	,995**	,814**
X1	,955**	1	-,961**	-,872**	,961**	,767**
X2	-,993**	-,961**	1	,917**	-,995**	-,829**
X3	-,880**	-,872**	,917**	1	-,903**	-,855**
X4	,995**	,961**	-,995**	-,903**	1	,828**
X5	,814**	,767**	-,829**	-,855**	,828**	1

Источник: составлено авторами по [7].

\*\* – коэффициент корреляции признается значимым.

**Таблица 2**

Результаты построения многофакторной регрессии в SPSS Statistics

Сводка для модели						
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	F		
1	,996 <sup>a</sup>	,993	,989	267,900		
а. Предикторы: (константа), X5, X1, X3, X2						
Итоги регрессии						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	Бета-коэффициенты	t-статистика	Значимость	
1	(Константа)	3891,711	496,502	-	7,838	,000
	X1	-,001	,032	-,004	-,033	,975
	X2	-4,162	,505	-1,162	-8,248	,000
	X3	,721	,290	,210	2,488	,038
	X5	,001	,001	,033	,533	,608
а. Зависимая переменная: Y, BPII						

Источник: составлено авторами

По результатам расчетов можно утверждать, что все выбранные факторы-регрессоры имеют достаточно сильную корреляци-

онную связь с результативным признаком, что подтверждается значением коэффициентов корреляционной связи в интервале

(0,814–0,995). Следует отметить, что фактор-регрессор  $X_4$  (средняя заработная плата по региону) по усмотрению исследователей, исходя из экономического смысла, из рассмотрения был исключен. С факторами-регрессорами  $X_2$ ,  $X_3$  (численность населения региона и численность занятого населения) наблюдается тесная отрицательная связь резульгативного признака  $Y$  (ВРП на душу населения), что свидетельствует об ориентированности экономики региона на интенсивный путь развития, связанный с внедрением инноваций и современных технологий. Показатели  $X_1$  (стоимость основных фондов) и  $X_5$  (инвестиции в основные фонды) имеют устойчивую положительную корреляцию с эндогенной переменной  $Y$  (величина ВРП на душу населения). Результаты регрессионной статистики по итогам построения многофакторной модели представлены в таблице 2.

На основании полученных результатов можно записать уравнение множественной регрессии:

$$Y = 3891,711 - 0,001 * X_1 - 4,162 * X_2 + 0,721 * X_3 + 0,001 * X_5, \quad (12)$$

которое по F-критерию Фишера, равному 267,9, признается статистически значимым и имеет высокое качество, что подтверждают такие характеристики, как коэффициент детерминации  $R$ -квадрат = 0,993, значение которого достаточно близко к 1, и достаточно высокое значение коэффициента  $R = 0,996$  множественной корреляции, характеризующее тесноту связи факторов-регрессоров и эндогенной переменной.

В дополнение к данной модели множественной регрессии, исходя из целей и задачи исследования, могут быть построены следующие модели: многофакторная регрессия только со статистически значимыми факторами-регрессорами, модели парной регрессии от каждого из рассмотренных факторов, что позволит осуществить проведение более детального исследования каждой переменной, входящей в систему рассматриваемых показателей. В дополнение к этому может быть осуществлен трендовый анализ факторов-регрессоров, что позволит в автоматическом режиме в среде SPSS Statistics построить прогнозы по исследуемым показателям и таким способом определить прогнозные значения эндогенной переменной, формируемой под воздействием факторов-регрессоров. По усмотрению исследователей может быть определен другой набор экзогенных переменных для получения различных вариантов регрессионных моделей и повышения достоверности результатов. Выбор лучшей по качеству модели должен

осуществляться на основании экономико-статистического анализа рассматриваемой системы показателей, но обязательно с учетом математических методов оценки качества регрессий.

### Заключение

Рассмотренные методологические аспекты и методика оценки качества математических моделей актуальны и могут быть использованы для решения широкого круга прикладных задач, в том числе для моделирования и исследования динамики показателей, характеризующих уровень социально-экономического развития региональных субъектов.

Практическая значимость исследования заключается в том, что инвариантные многофакторные регрессионные модели могут быть применены для определения перспективных значений ряда показателей регионов, что актуально при разработке стратегий развития региональных субъектов на краткосрочную и долгосрочную перспективу с использованием математического моделирования и инструментария корреляционно-регрессионного анализа. Использование для построения математических моделей и проведения дальнейшего анализа среды SPSS Statistics, позволяющей автоматизировать большую часть статистических расчетов, отражает общую тенденцию расширения сфер применения цифровых технологий в научных исследованиях и практической деятельности.

### Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 года». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015?ysclid=1xa7zi8vdo7775326> (дата обращения: 11.04.2024).
2. Гусарова О.М., Денисов Д.Э., Сулеменков А.В. Математическое моделирование и численные методы оценки эффективности малого и среднего бизнеса // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 10. С. 32-38. DOI: 10.17513/snt.39788.
3. Гусарова О.М., Денисов Д.Э. Цифровые трансформации как фактор стимулирования развития бизнеса // Фундаментальные исследования. 2022. № 5. С. 40-45. DOI: 10.17513/fr.43251.
4. Орлова И.В. Оценивание параметров регрессионной модели с помощью ковариаций переменных и интерпретация коэффициентов регрессии // Мягкие измерения и вычисления. 2023. Т. 71, № 10-1. С. 5-12.
5. Задаев С.А., Орлова И.В. Опыт применения эконометрического инструментария для прогнозирования показателей национальных целей развития РФ // Фундаментальные исследования. 2022. № 10-1. С. 54-59. DOI: 10.17513/fr.43343.
6. Орлова И.В. К вопросу об оценке качества эконометрических моделей // Фундаментальные исследования. 2022. № 3. С. 92-99. DOI: 10.17513/fr.43220.
7. Росстат. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 25.04.2024).

УДК 004.89  
DOI 10.17513/snt.40059

## МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕКСТА В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ КОНСПЕКТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Колотов М.А., Косачев И.С., Сметанина О.Н.

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, Уфа,  
e-mail: mi-sha-9@mail.ru, ilyastalk@bk.ru, smoljushka@mail.ru

В статье рассматривается возможность применения анализа текстовых данных в задачах оценки конспектов обучающихся на английском языке по двум параметрам: содержание и формулировка. В первой части статьи отражены результаты исследований, решающих схожие задачи. В качестве набора данных взяты изложения учеников 3–12-х классов англоязычных школ, которые были предоставлены в рамках соревнования на Kaggle. В исследовании рассматривается возможность для решения задачи применения методов natural language processing для векторизации данных, а именно – использование feature-engineering, извлечение эмбединга текста с помощью TF-IDF и языковых моделей на основе BERT (RoBERTa, DeBERTa). В качестве моделей для оценивания работ обучающихся использованы линейная регрессия и градиентный бустинг в реализации catboost. Для оценки качества работы моделей выбраны метрики «средняя среднеквадратическая ошибка по столбцам» и «среднеквадратичная ошибка для каждого целевого признака». С использованием предложенных моделей и методов проведены эксперименты и получены оценки качества моделей по k-fold кросс-валидации. На основании полученных результатов обоснована возможность их применения на практике, а также потенциальные возможности развития данной темы.

**Ключевые слова:** обработка естественного языка, информационный анализ данных, анализ текста, схожесть текстов, градиентный бустинг, машинное обучение, языковая модель

## MODELS AND METHODS OF TEXT ANALYSIS FOR SCORING STUDENTS' SUMMARIES

Kolotov M.A., Kosachev I.S., Smetanina O.N.

Ufa University of Science and Technology, Ufa,  
e-mail: mi-sha-9@mail.ru, ilyastalk@bk.ru, smoljushka@mail.ru

The article discusses the possibility of using text data analysis in the tasks of assessing students' notes in English according to two parameters: content and wording. The first part of the article reflects the results of studies that solve similar problems. The following is the purpose of the study, analysis of the initial data and methods for solving the problem. The data set was taken from the summaries of students in grades 3–12 in English-language schools, which were provided as part of a competition on Kaggle. The study examines the possibility of solving the problem of using natural language processing methods for data vectorization, namely, the use of feature-engineering, text embedding extraction using TF-IDF and language models based on BERT (RoBERTa, DeBERTa). Linear regression and gradient boosting in the catboost implementation were used as models for evaluating students' work. To assess the quality of the models, the mean columnwise root mean squared error and root mean square error metrics were selected for each target feature. Using the proposed models and methods, experiments were carried out and estimates of the quality of the models were obtained using k-fold cross-validation. Based on the results obtained, the possibility of their application in practice, as well as potential opportunities for the development of this topic, is substantiated.

**Keywords:** natural language processing, information data analysis, text analysis, text similarity, gradient boosting, machine learning, language models

Задача оценки конспектов (изложений) является важной в учебном процессе, так как позволяет оценить способность обучающегося обобщать и структурировать полученную информацию. Такая форма контроля применяется повсеместно как в российских школах, так и в зарубежных. Однако процесс оценивания сложен в силу его трудоемкости, а также субъективности и наличия человеческого фактора. Поэтому возникает задача автоматизации процесса оценки конспекта с помощью современных технологий анализа данных с целью снижения нагрузки на преподавателей, а также улучшения процедуры оценивания работ обучающихся.

В статье отражены результаты анализа современного состояния проблемы автоматического анализа текста и его оценивания;

вопросы подготовки обучающего набора данных к анализу, непосредственно анализа, выбора моделей для обучения, сравнительного анализа итоговых результатов и их интерпретации.

Русскоязычных исследований по данному вопросу немного, что связано с проблематичностью сбора обучающего набора данных для поставленной задачи. Следует отметить публикацию Э.В. Некрасовой, П.Ю. Гусева [1], в которой используется логистическая регрессия для оценки курсовых проектов по пояснительной записке. Среди работ зарубежных авторов также мало статей, посвященных данному вопросу, однако в 2023 году проводилось соревнование, на основании данных которого проводится исследование [2].

Обзорную статью с опросом относительно применения методов машинного обучения и обработки естественного языка (на английском Natural Language Processing, сокращенно NLP) в задачах оценки текстов опубликовали зарубежные авторы [3]. В частности, они рассматривают применяющиеся в данный момент архитектуры нейронных сетей для данной задачи, а также мнение преподавателей по данному вопросу. Также задачу автоматической оценки текстов изучали Димитриос Аликаниотис, Хелен Яннакудакис, Марек Рей [4]. В их работе делался упор на повышение интерпретируемости результатов с использованием сети Long short-term memory (LSTM), при этом результат работы модели визуализировался, и модель выводила список слов, за которые модель повышала или понижала оценку. Китайские авторы [5] также применяли LSTM для решения данной задачи, однако они использовали иерархическую модель нейронной сети, так как с помощью такого подхода можно более точно оценить работу за счет оценки вклада каждого отдельного предложения в итоговую оценку.

Анализ современного состояния проблемы позволил выявить отсутствие комплексных решений по оценке работ обучающихся на английском языке. Предлагаемое авторами решение на основе методов NLP поможет снизить нагрузку на преподавателя и добавить большей объективности при оценивании текстов.

Постановка задачи для данного исследования может быть сформулирована следующим образом: разработать модель для автоматической оценки конспектов учеников. На вход подаются исходный текст и конспект ученика. На выходе модель выдает две оценки: за содержание и за формулировку. Решение должно быть выполнено с использованием методов машинного обучения.

Целью данного исследования является разработка модели, которая способна

оценивать конспекты/изложения на основе имеющегося изначально текста.

Для достижения поставленной цели необходимо поэтапно решить следующие задачи: сбор обучающего набора данных; анализ и предобработка данных; выбор моделей для обучения; сравнение итоговых результатов и их интерпретация. При решении задач обучения моделей и анализа данных будут использованы язык программирования Python, а также его библиотеки.

### Материалы и методы исследования

Набор данных. В качестве данных для решения использовался датасет открытого соревнования по машинному обучению на платформе Kaggle, а именно CommonLit – Evaluate Student Summaries [2]. Датасет включает 24 000 изложений, написанных учениками 3–12-х классов на английском языке на 4 различные темы. Для обучения использованы таблицы summaries\_train.csv (7165 строк и 5 столбцов) и prompts\_train.csv (4 строки и 4 столбца), параметры которых описаны в таблицах 1 и 2 соответственно.

Используемые модели и методы. Для решения задачи оценки изложений было принято решение использовать линейную регрессию и градиентный бустинг. Выбор моделей обусловлен простотой их применения, а также высокой точностью (в частности, градиентный бустинг) в задачах регрессии. Линейная регрессия выбрана в качестве базового варианта решения задачи. Выбор обусловлен простотой обучения с возможностью аппроксимировать линейные зависимости.

Анализ исходных данных позволил представить результаты в виде круговых диаграмм и диаграмм размаха (рис. 1-4). Тексты по тематике (рис. 1) распределены относительно равномерно. Диаграммы размаха с оценками за содержание (рис. 2) и формулировку (рис. 3) демонстрируют схожесть распределения оценок в текстах.

Таблица 1

Описание входных и выходных данных таблицы summaries\_train.csv

Параметр	Обозначение
Входные данные	
student_id	Id ученика; целое число
prompt_id	Id задания; целое число
text	Текст конспекта ученика; строка
Выходные данные	
content	Оценка за содержание; вещ. число
wording	Оценка за формулировку; вещ. число

Таблица 2

Описание входных и выходных данных таблицы prompts\_train.csv

Параметр	Обозначение
Входные данные	
prompt_id	Id задания; целое число
prompt_question	Текст вопроса, данного ученику; строка
prompt_title	Название текста, по которому ученик должен сделать конспект; строка
prompt_text	Текст, по которому ученик должен сделать конспект; строка



Рис. 1. Распределение количества конспектов по заданиям

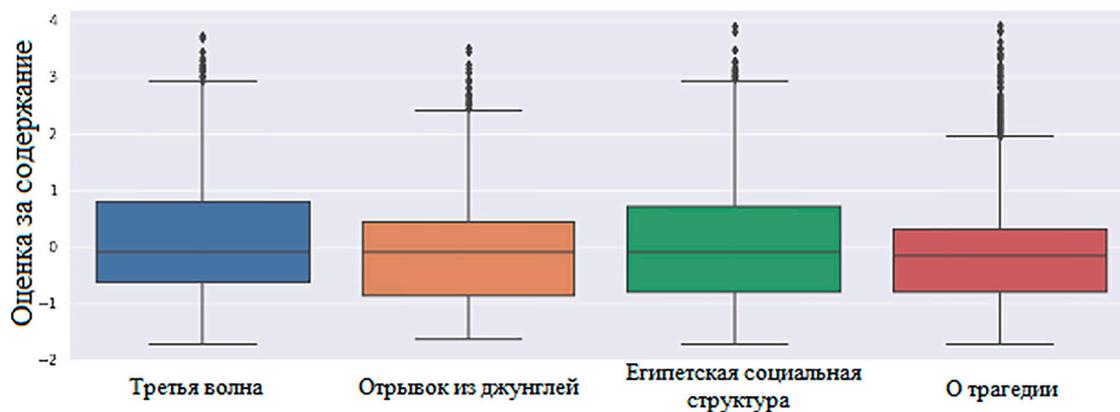


Рис. 2. Распределение оценки за содержание по каждому заданию

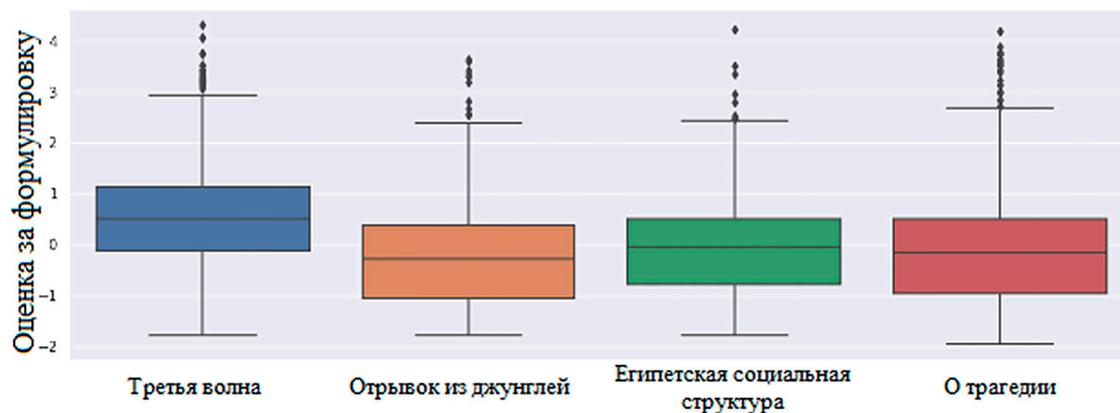


Рис. 3. Распределение оценки за формулировку по каждому заданию

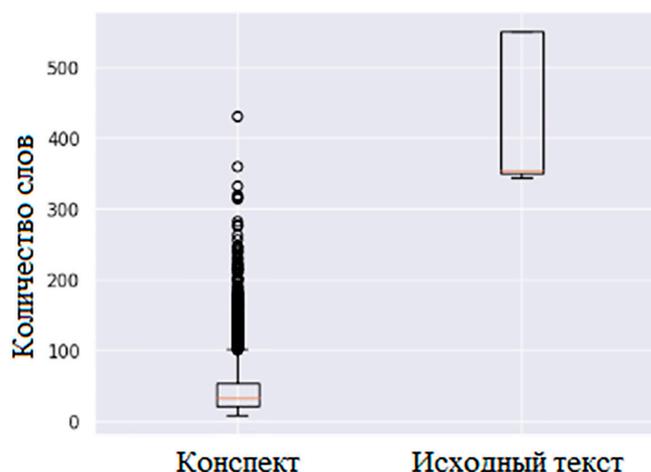


Рис. 4. Распределение количества слов в тексте у конспектов и исходного текста

На рисунке 4 представлены диаграммы распределения количества слов в сокращении и исходном тексте. Результаты анализа, представленные визуально, показывают, что исходные данные пригодны для дальнейшего использования.

Предобработка данных. Перед обучением моделей необходимо представить текст в числовом формате, а также извлечь признаки. Для представления текста в виде числового вектора будут использоваться методы feature-engineering [6], TF-IDF [7], а также языковые модели, основанные на архитектуре BERT (RoBERTa [8], DeBERTa [9]).

В качестве дополнительных признаков будут извлекаться количество слов в конспекте и исходном тексте, количество стоп-слов в конспекте, а также количество биграмм и триграмм (последовательность двух/трех смежных элементов из строки), которые присутствуют как в конспекте, так и в исходном тексте. Для извлечения признаков из текста использована библиотека nltk [10]. Также к данным применяются стандартные техники обработки естественного языка: очистка от стоп-слов, лемматизация.

Во избежание утечки данных выборка будет разделяться по id задания: на первой итерации модели обучаются на конспектах по первым трем заданиям и проверяются на конспектах четвертого задания, и т.д.

Проведены эксперименты с использованием трех способов векторизации текста, а также двух методов регрессии. Для каждой целевой переменной обучены отдельные модели регрессии.

При оценке качества регрессии для каждого целевого признака рассчитываются метрика RMSE (среднеквадратическая ошибка), а также MCRMSE (средняя среднеква-

дратическая ошибка по столбцам) – среднее значение метрик RMSE для каждого целевого признака. Оценка модели производится с помощью кросс-валидации.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Обучение моделей осуществлялось на признаках, полученных с помощью feature engineering. В результате обучения модель градиентного бустинга показала результат 0,63 MCRMSE, который превышает результаты модели линейной регрессии в 2,26 раза. Результаты экспериментального исследования с использованием векторизации TF-IDF показали, что значения MCRMSE для моделей значительно выросли (в 6 раз для линейной регрессии и в 4 раза для градиентного бустинга). Данный факт обусловлен тем, что при помощи создания новых признаков на основе имеющихся получилось добиться большей информативности по сравнению с использованием обычного TF-IDF.

На следующем шаге рассмотрены признаки, полученные с помощью языковых моделей. Использование признаков (модель RoBERTa) привело к снижению значения MCRMSE для модели линейной регрессии по сравнению с использованием вручную извлеченных признаков. Причем модель линейной регрессии показала себя лучше, чем градиентный бустинг на метриках MCRMSE и ContentRMSE.

На основе признаков модели DeBERTa полученные для моделей линейной регрессии и градиентного бустинга метрики снизились по сравнению с результатами, полученными на признаках модели RoBERTa. При этом итоговые метрики обеих моделей стали сопоставимы.

Таблица 3

## Результаты экспериментальных исследований

Способ векторизации	Модель	Content RMSE, баллов	Wording RMSE, баллов	MCRMSE, баллов
Feature engineering	linreg	1,02	3,49	2,26
	catboost	0,535	0,73	0,63
TF-IDF	linreg	11,8	14,36	13,08
	catboost	1,07	0,96	2,03
RoBERTa	linreg	0,71	0,85	0,78
	catboost	0,89	0,84	0,87
DeBERTa	linreg	0,58	0,72	0,65
	catboost	0,54	0,76	0,65
DeBERTa + feature engineering	linreg	0,58	0,72	0,65
	catboost	0,51	0,69	0,6

Объединение признаков, полученных с использованием модели DeBERTa, с признаками, извлеченными вручную, показало следующие результаты: для модели линейной регрессии (linreg) значение метрики не изменилось, а для градиентного бустинга значение метрик снизилось – MCRMSE на 7,7%, WordingRMSE на 9,2%, а ContentRMSE на 5,6%.

По результатам проведения кросс-валидации лучшее значение метрики MCRMSE было получено на модели градиентного бустинга (catboost), обученной на признаках из DeBERTa и признаках, которые были вручную извлечены из текста. Приведенные результаты отражены в таблице 3.

Результаты экспериментальных исследований показали, что применение заявленных методов возможно на практике. Однако для оценки формулировки можно рассмотреть и другие варианты моделей, для оценки смысловой схожести текстов модели позволили адекватно оценить работу учащегося.

### Заключение

Экспериментальные исследования показали возможность применения технологий машинного обучения на практике, что может привести к снижению нагрузки на преподавательский состав и улучшить процесс оценивания работ. При этом необходимо провести ряд дополнительных исследований и экспериментов для повышения эффективности оценки конспектов/изложений учащихся.

Для развития темы можно добавить распознавание рукописного текста и уже на его основе производить оценку, так как в большинстве школ контроль такого рода проводится в рукописном формате, а не в электронном. Также можно собрать аналогичный

набор данных на русском языке и сравнить влияние языка на итоговую оценку модели.

### Список литературы

1. Некрасова Э.В., Гусев П.Ю. Анализ текста на соответствие заданной теме с применением методов машинного обучения // Научный аспект [Электронный ресурс]. URL: <https://na-journal.ru/4-2022-informacionnye-tehnologii/3612-analiz-teksta-na-sootvetstvie-zadannoi-teme-s-primeneniem-metodov-mashinnogo-obucheniya> (дата обращения: 01.03.2024).
2. Система организации конкурсов по исследованию данных аспект [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/competitions/commonlit-evaluate-student-summaries> (дата обращения: 03.03.2024).
3. Bai X., Stede M. A Survey of Current Machine Learning Approaches to Student Free-Text Evaluation for Intelligent Tutoring // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2023. Vol. 33, No. 4. P. 992-1030. DOI: 10.1007/s40593-022-00323-0.
4. Automatic Text Scoring Using Neural Networks/ Dimitrios Alikaniotis, Helen Yannakoudakis, Marek Rei. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1606.04289> (дата обращения: 01.03.2024).
5. Fei Dong, Yue Zhang, and Jie Yang. Attention-based Recurrent Convolutional Neural Network for Automatic Essay Scoring // 21st Conference on Computational Natural Language Learning (CoNLL 2017) Vancouver, Canada, 2017. P. 153–162.
6. Rahul Sharma An NLP-based technique to extract meaningful features from drug SMILES. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589004224003481> (дата обращения: 06.04.2024).
7. Савченко Т.Ю. Обработка естественного языка для использования в машинном обучении: частотная векторизация, TF-IDF, word2vec // Аллея науки. 2018. Т. 4, № 6(22). С. 1000-1002.
8. Liu Y., Ott M., Goyal N., Du J., Joshi M., Chen D., Levy O., Lewis M., Zettlemoyer L., Stoyanov V. RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/1907.11692> (дата обращения: 04.03.2024).
9. Pengcheng He, Xiaodong Liu, Jianfeng Gao, Weizhu Chen. DeBERTa: Decoding-enhanced BERT with Disentangled Attention [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/abs/2006.03654> (дата обращения: 03.03.2024).
10. Bird S., Klein E., Loper E. Natural Language Processing with Python: Analyzing Text with the Natural Language Toolkit. O'Reilly Media, Inc. [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/nltk/nltk> (дата обращения: 01.03.2024).

УДК 537.311.3:621.91.01  
DOI 10.17513/snt.40060

## ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ ПО ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Крайнев Д.В., Тихонова Ж.С., Рогачев А.В., Медников С.В.,  
Чигиринская Н.В., Исламов А.М.

*Волгоградский государственный технический университет, Волгоград,  
e-mail: alexsandrogachev@ya.ru*

Эффективность процессов резания в металлообработке тесно связана с технологическими возможностями и надежностью режущего инструмента. В процессе лезвийной обработки на инструмент интенсивное воздействие оказывают множество разнообразных факторов, таких как обрабатываемый материал, скорость резания, температурные условия, геометрия инструмента, электрофизические свойства и др. Определение степени влияния отдельных факторов на режущие свойства не представляется возможным без оценки работоспособности инструмента. Статья посвящена исследованию возможности использования величины электрического сопротивления твердосплавного инструмента с многослойным покрытием в качестве критерия оценки режущих свойств инструмента. Описана методика измерения величины электрического сопротивления твердосплавных пластин с покрытием. Сделан акцент на необходимости предварительной подготовки измеряемых образцов, что связано с низкой электропроводностью покрытий. Приведены факторы, влияющие на величину электрического сопротивления. Выяснено, что электрофизические свойства инструмента в целом определяются свойствами наименее электропроводного слоя покрытия. Проведен анализ корреляционной связи электрического сопротивления с величиной термоЭДС, в результате которого сделан вывод об отсутствии функциональной зависимости между величинами. Результаты исследования позволяют сделать вывод о невозможности использования величины электрического сопротивления твердосплавного инструмента с многослойным покрытием в качестве критерия оценки режущих свойств инструмента.

**Ключевые слова:** электрическое сопротивление, режущие свойства, термоЭДС, инструмент с покрытием

## THE ABILITY TO EVALUATE THE CUTTING PROPERTIES OF A COATED CARBIDE TOOL BASED ON ITS ELECTROPHYSICAL PROPERTIES

Kraynev D.V., Tikhonova Z.S., Rogachev A.V., Mednikov S.V.,  
Chigirinskaya N.V., Islamov A.M.

*Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: alexsandrogachev@ya.ru*

The efficiency of cutting processes in metalworking is closely related to the technological capabilities and reliability of the cutting tool. In the process of blade processing, the tool is intensively affected by a variety of factors such as the material being processed, cutting speed, temperature conditions, tool geometry, electrophysical properties, etc. Determining the degree of influence of individual factors on cutting properties is not possible without evaluating the performance of the tool. The article is devoted to the study of the possibility of using the value of the electrical resistance of a carbide tool with a multilayer coating as a criterion for evaluating the cutting properties of the tool. A method for measuring the electrical resistance of coated carbide plates is described. The emphasis is placed on the need for preliminary preparation of the measured samples, which is associated with the low electrical conductivity of the coatings. The factors influencing the value of electrical resistance are given. It was found out that the electrophysical properties of the instrument as a whole are determined by the properties of the least electrically conductive coating layer. The analysis of the correlation between the electrical resistance and the value of the thermal EMF is carried out, as a result of which it is concluded that there is no functional dependence between the values. The results of the study allow us to conclude that it is impossible to use the value of the electrical resistance of a carbide tool with a multilayer coating as a criterion for evaluating the cutting properties of the tool.

**Keywords:** electrical resistance, cutting properties, thermal EMF, coated tool

Эффективность процессов резания в металлообработке тесно связана с технологическими возможностями и надежностью режущего инструмента, так как именно инструмент является ключевым элементом в процессе обработки металла и его характеристики непосредственно влияют на производительность и качество изготавливаемых деталей. В процессе лезвийной обработки на инструмент интенсивное

воздействие оказывают множество разнообразных факторов, таких как обрабатываемый материал, скорость резания, температурные условия, геометрия инструмента, электрофизические свойства и др. [1]. В связи с этим определение степени влияния отдельных факторов на режущие свойства, а также установление аналитических и математических зависимостей с целью оптимального управления и обеспечения

наибольшей эффективности процесса лезвийной обработки, в том числе при разработке и внедрении новых инструментальных технологий и методов, не представляются возможными без оценки работоспособности инструмента.

Целью данного исследования является определение возможности оперативной оценки режущих свойств инструмента с покрытием по его электрофизическим свойствам.

**Материал и методика исследования**

В качестве основного инструментально-го материала при проведении экспериментальных исследований применялись твердосплавные инструменты марки Sandvik [2]. Были отобраны пластины WNMG080408 PM4225 группы применимости «Р». Пластины имеют покрытие, нанесенное методом CVD, включающее в себя слои Ti(CN)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiN.

Для предварительной оценки режущих свойств инструментального материала выбран параметр термоЭДС в качестве управляемого фактора. Все пластины прошли предварительное тарирование по режущим свойствам по величине термоЭДС (табл. 1) на режимах пробного прохода при обработке стали 40X [3].

В рамках настоящего исследования величина термоЭДС пробного рабочего хода рассматривается в качестве эталонной меры для оценки существования корреляционной связи с электрофизическими свойствами серийно выпускаемого твердосплавного инструмента. Функциональная связь величины термоЭДС с режущей способностью твердосплавного инструмента была обоснована ранее [3].

Комплексные электрические свойства твердосплавного режущего инструмента с многослойными износостойкими покрытиями в рамках настоящего исследования

оценивались по величине полного электрического сопротивления образца.

Измерения электрического сопротивления проводили при помощи «Измерителя иммитанса» модели «E7-25», позволяющего измерять величины электрического сопротивления в диапазоне 10<sup>-5</sup>...10<sup>9</sup> Ом. Измерение полного электрического сопротивления материалов с низкой электропроводностью невозможно при использовании точечных контактных щупов (рис. 1). С учетом больших величин удельного электрического сопротивления материалов, составляющих износостойкое покрытие, для измерения полного электрического сопротивления необходима подготовка исследуемых образцов (рис. 2). Для обеспечения надежности измерений контактные поверхности исследуемого образца покрываются слоем материала с высокой электропроводностью (серебро, медь). К сформированным таким способом проводящим поверхностям припаиваются контактные провода измерительного прибора.



Рис. 1. Общий вид контактных щупов для измерения электрического сопротивления проводящих материалов

Подготовленный образец (рис. 3) рассматривается как элемент электрической цепи, представляющий собой три последовательно соединенных резистора с удельными сопротивлениями и линейными размерами (толщинами) соответственно r<sub>0</sub> / h<sub>0</sub> и r / h.

$$r_{\Sigma} \cdot h_{\Sigma} = 2 \cdot r_0 \cdot h_0 + r \cdot h$$

**Таблица 1**

ТермоЭДС пластин WNMG080408 PM4225, сталь 40X

интервал	1,00 мВ = 3,06 стандартных отклонения														
наибольшее значение	5,9 мВ														
наименьшее значение	4,9 мВ														
среднее значение	5,25 мВ														
стандартное отклонение	0,33 мВ														
коэффициент вариации	0,06														
№ пластины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
термоЭДС, мВ	4,9	5,9	5,1	5,1	5,1	5,6	4,9	4,9	5,0	5,2	5,4	5,9	5,2	5,3	5,6
№ пластины	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
термоЭДС, мВ	5,9	5,2	5,4	5,4	5,3	5,4	4,9	5,1	5,1	4,9	4,9	5,1	5,0	5,9	5,0

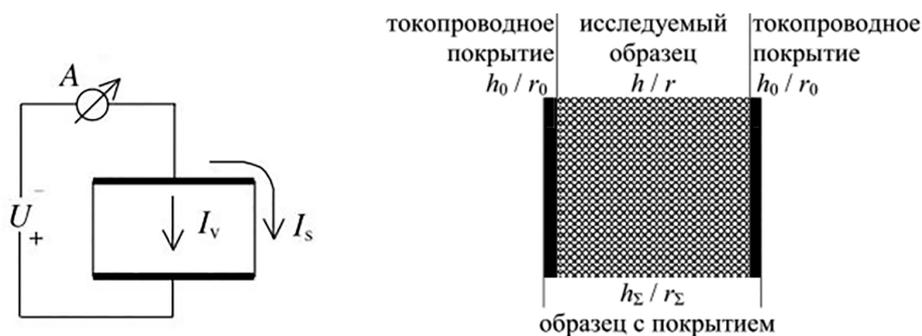


Рис. 2. Схема измерения полного электрического сопротивления материалов с низкой электропроводностью

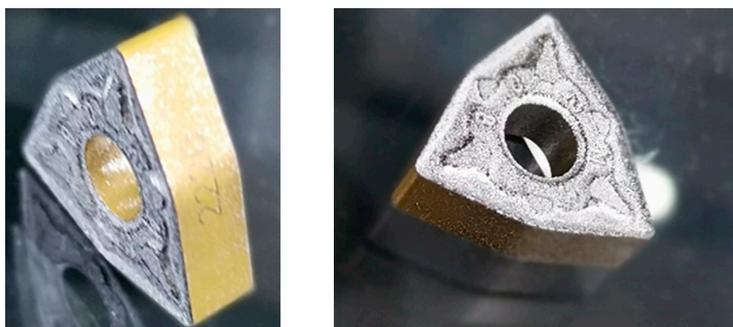


Рис. 3. Общий вид образца с передней поверхностью, подготовленной для измерения полного электрического сопротивления

Поскольку толщина проводящего слоя ( $h_0$ ) и удельное сопротивление ( $r_0$ ) на контактных поверхностях исследуемого образца малы по сравнению с толщиной ( $h$ ) и удельным сопротивлением ( $r$ ) собственно образца, можно считать, что погрешность измерений, вносимая за счет токопроводящего покрытия, незначительна.

Информационная способность свойств инструментального материала в настоящем исследовании оценивается с точки зрения возможности оперативной диагностики состояния одного из элементов технологической системы, а именно режущего инструмента. Важнейшей эксплуатационной характеристикой режущего инструмента, определяемой его состоянием в каждый момент времени, является режущая способность [1]. Количественно режущую способность инструмента, как правило, оценивают по величине периода стойкости [1, 4] (долговечности), т.е. по продолжительности работы инструмента от начала процесса резания до наступления «катастрофического» износа.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что процесс резания, а следовательно, и процесс изнашивания режущего

инструмента, представляет собой комплекс элементарных физико-химических явлений, интенсивность которых может количественно оцениваться по величине тех или иных сигналов, генерируемых элементами технологической системы в результате изменения определенных свойств элементов системы. Ранее [4, 5, 6] было обосновано, что одним из возможных методов оценки работоспособности режущего инструмента может быть термоЭДС пробного рабочего хода.

Однако контактные процессы между рабочими поверхностями режущего инструмента, обработанной поверхностью заготовки и прирезцовою поверхностью стружки, а также деформационные процессы в зоне стружкообразования могут проявляться не только в виде непосредственных электрических сигналов (термоЭДС), но и через изменение определенных – теплофизических и электромагнитных – свойств материала режущего инструмента. В данном исследовании рассмотрена возможность оценки режущих свойств твердосплавного инструмента с многослойными износостойкими. Особый акцент делается на возможности оперативного оценивания режущих свойств инструмента в производственных условиях.

Таблица 2

Удельное электрическое сопротивление составляющих покрытия

Расположение слоя по отношению к матрице		Материал	Удельное сопротивление при 20°C, Ом*см*10 <sup>-6</sup>		Температурный коэффициент сопротивления
3	внешний	TiN	металлоид	21,7...25,0	0,016
2	промежуточный	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	диэлектрик	1*10 <sup>16</sup> ...1*10 <sup>17</sup>	-8,16*10 <sup>12</sup>
1	внутренний	Ti[CN]	металлоид	23,2...27,0	0,016
0	твердый сплав (матрица)		металлоид	9,7...15,0	0,004

Примечание: термин «металлоид» в данном контексте используется в значении: «вещество, не являющееся металлом, но близкое к металлам по физическим свойствам»

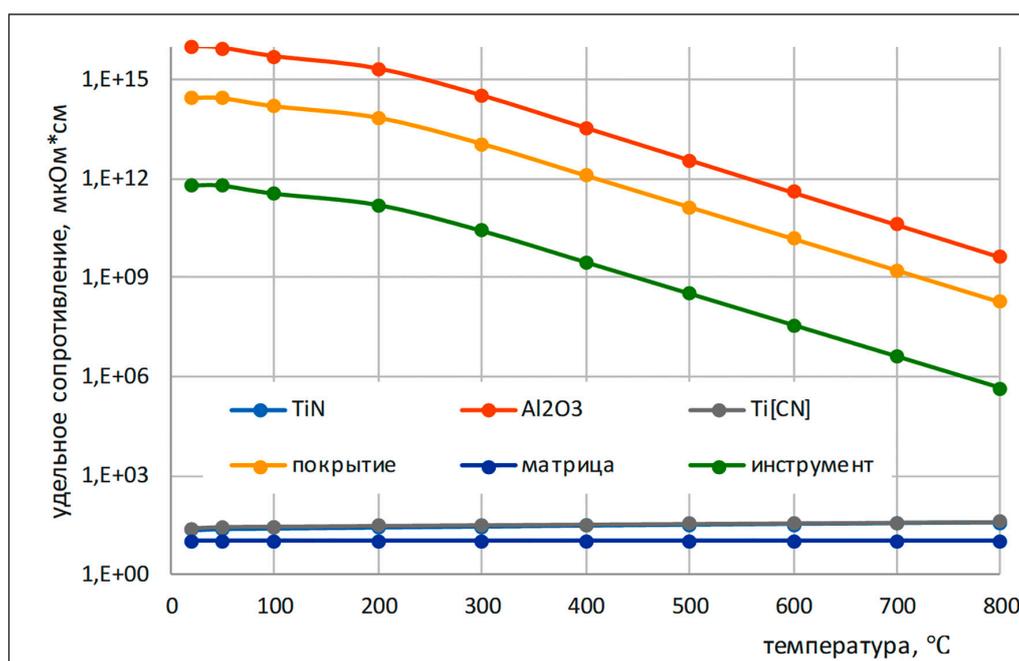


Рис. 4. Температурная зависимость электрического сопротивления

Полное электрическое сопротивление – величина, обратная электропроводности, – в настоящем исследовании рассматривается с точки зрения возможности оценки режущих свойств твердосплавного инструмента с многослойными износостойкими покрытиями. Следует отметить, что электрофизические свойства (удельное сопротивление, удельная электропроводность) карбидов, нитридов, оксидов и карбонитридов, в частности, используемых при производстве твердосплавного инструмента, существенно зависят [7] от технологии их производства, химической чистоты источника исходного сырья, толщины слоев в покрытии, температуры и могут изменяться в пределах десятичного порядка (табл. 2), что весьма существенно влияет на величину эффективного удельного сопротивления инструмента в целом.

Температурная зависимость электрофизических свойств материалов, входящих в состав твердосплавного инструмента с многослойным CVD-покрытием, показана на рисунке 4. Из диаграммы видно, что удельное сопротивление твердосплавного инструмента определяется электрофизическими свойствами промежуточного слоя – оксида алюминия – материала, который при обычных условиях является диэлектриком ( $\rho = 1 \cdot 10^{16} \dots 1 \cdot 10^{17}$  мкОм\*см).

При повышении температуры до величин, соответствующих условиям получившейся или чистой лезвийной обработки, удельное сопротивление оксида алюминия снижается практически на 11 десятичных порядков, но в любом случае превышает удельное сопротивление металлоидов (прим. к табл. 2) более чем в  $10^5$  крат.

Таблица 3

Электрическое сопротивление серийно выпускаемого инструмента

интервал	19*10 <sup>6</sup> Ом = 2,98		стандартных отклонения												
среднее значение	10,37		10 <sup>6</sup> Ом												
стандартное отклонение	6,37		10 <sup>6</sup> Ом												
коэффициент вариации	0,61														
коэфф. корреляции с термоЭДС	0,10		корреляция отсутствует												
№ пластины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
термоЭДС, мВ	4,9	5,9	5,1	5,1	5,1	5,6	4,9	4,9	5,0	5,2	5,4	5,9	5,2	5,3	5,6
R*10 <sup>6</sup> , Ом	8	12	16	21	18	4	7	5	3	21	18	15	7	18	5
№ пластины	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
термоЭДС, мВ	5,9	5,2	5,4	5,4	5,3	5,4	4,9	5,1	5,1	4,9	4,9	5,1	5,0	5,9	5,0
R*10 <sup>6</sup> , Ом	3	5	8	8	15	22	3	5	5	11	8	4	21	12	3

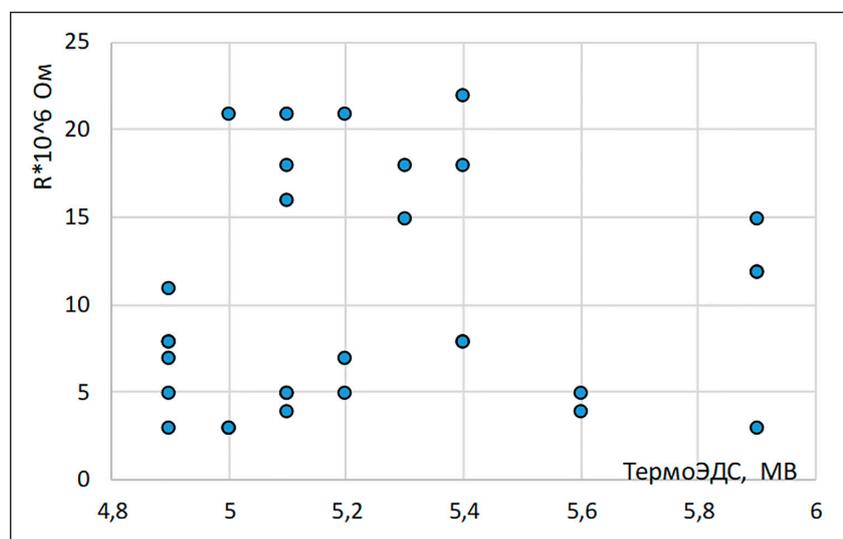


Рис. 5. Корреляционная связь между электрическим сопротивлением и термоЭДС пробного рабочего хода

Несмотря на то что оксид алюминия при высоких температурах ведет себя как токопроводящий материал, «эффективное» удельное сопротивление инструмента в целом несущественно зависит от электрофизических свойств материалов твердосплавной матрицы и материалов внешнего (TiN) и внутреннего (Ti[CN]) слоев износостойкого покрытия.

Экспериментальное исследование электрофизических свойств твердосплавного инструмента выполнено на партии из 30 твердосплавных пластин WNMG080408 PM4425. Результаты исследований представлены в таблице 3 и подтверждают предварительный вывод о неоднородности значений полного электрического сопротивления твердосплавной неперетачиваемой пластины с многослойным износостойким покрытием.

Коэффициент вариации (оценка однородности данных [3, 8]) составил  $v = 0,61$ . В соответствии с известными критериями стабильности количественных оценок процессов, значение коэффициента вариации  $v \geq 0,33$  говорит о полной неоднородности изучаемого процесса. Измеренные значения сопротивления образуют статистическую выборку в диапазоне значений  $R \approx [3 \cdot 10^6 \dots 22 \cdot 10^6]$  Ом, т.е. предельные значения различаются более чем в семь раз. На рисунках 5, 6 показано графическое представление корреляционной связи полного электрического сопротивления с величиной термоЭДС. Результаты анализа говорят об отсутствии функциональной зависимости между электрофизическими свойствами твердосплавного инструмента и термоЭДС.

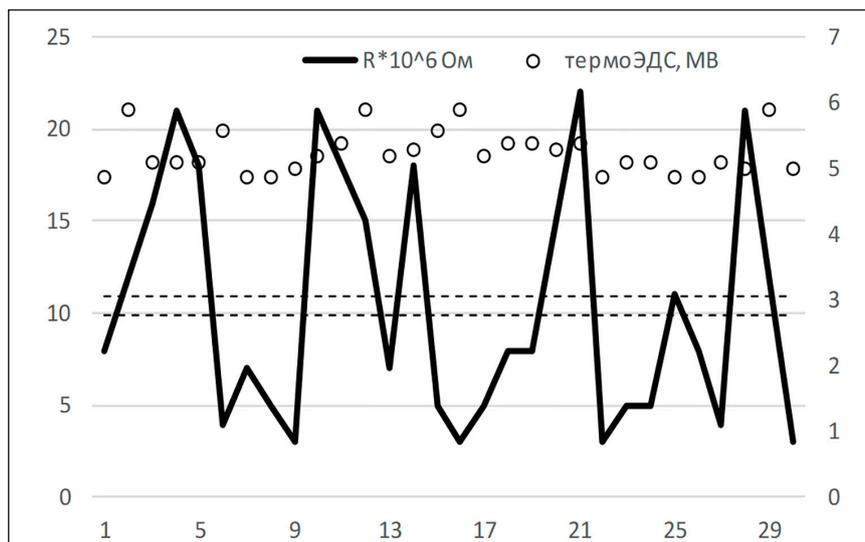


Рис. 6. Разброс значений электрического сопротивления в партии из 30 пластин серийно выпускаемого инструмента

Горизонтальными штриховыми линиями на рисунке 6 показан 10%-ный интервал величин сопротивления, определяемый погрешностью измерительного прибора.

Значение «эффективного» удельного электрического сопротивления многослойного материала определяется, преимущественно, электрофизическими свойствами слоя с максимальным электрическим сопротивлением и/или с максимальной толщиной. Учитывая, что различие в толщинах слоев твердосплавного инструмента с многослойным износостойким покрытием не превышает 1000 крат [9, 10], а различие в величине удельного сопротивления материалов может составлять до  $10^{14} \dots 10^{15}$  крат, следует заключить, что электрофизические свойства инструмента в целом определяются электрофизическими свойствами наименее электропроводного слоя (табл. 2).

### Заключение

В результате проведенных исследований сделан вывод о невозможности использования величины электрического сопротивления твердосплавного инструмента с многослойным CVD-покрытием в качестве критерия для оценки режущих свойств инструмента. Такой вывод обоснован результатами статистического анализа: электрическое сопротивление измерено на 30 предварительно тарированных по величине оценки режущей способности твердосплавных пластинах; значение коэффициента вариации для результатов исследуемой выборки составило  $v=0,61$ , что говорит о существенной неоднородности ( $v > 0,33$ ) и, следовательно, о низкой достоверности

результатов измерений; это, прежде всего, связано с существенной неоднородностью электрофизических свойств материалов, входящих в состав твердосплавного инструмента с многослойными износостойкими покрытиями. Количественная оценка корреляционной связи электрического сопротивления инструмента с известным критерием режущих свойств — термоЭДС пробного рабочего хода — составляет не более 10%, что говорит об отсутствии функциональной зависимости между электрофизическими свойствами твердосплавного инструмента и его режущей способностью (долговечностью).

Проведение прямых измерений электрического сопротивления материалов, по свойствам приближающихся к диэлектрикам ( $r_{\Sigma} \approx [10^5 \dots 10^{15}] \text{ Ом}$ ), требует специальной подготовки исследуемых образцов, сопряженной с напылением на контактные поверхности электропроводного материала и припайванием фольговых электродов. В результате твердосплавная пластина в дальнейшем не может использоваться по прямому функциональному назначению. Фактически, речь идет о «разрушающих» методах исследования. Следовательно, информация, полученная подобным образом, не может рассматриваться в качестве оперативной, реализуемой в «цеховых» условиях и непосредственно в процессе эксплуатации инструмента.

Существенное (до  $10^{11}$  крат) снижение электрического сопротивления оксида алюминия при повышении температуры до значений, характерных для процесса резания, объясняет возможность измерения сигнала

термоЭДС естественной термопары «инструмент – заготовка», значение которой рассматривается как оценка работоспособности инструмента.

#### Список литературы

1. Талантов Н.В. Физические основы процесса резания и износа инструмента. Волгоград: ВолгПИ, 1988. 126 с.
2. Металлорежущий инструмент. Каталог. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tools.aspx> (дата обращения: 25.04.2024).
3. Определение рациональных условий эксплуатации твердосплавного инструмента с наноструктурированным поверхностным слоем рабочей части по критерию повышения долговечности при тчении конструкционных материалов различных групп: заключительный отчет о НИР № 101-01/2021 (26/365-21). Волгоград: ВолГТУ, ИМАШ РАН, 2021. 69 с.
4. Tikhonova Zh.S., Krainev D.V., Frolov E.M. Thermo-Emf as Method for Testing Properties of Replaceable Contact Pairs // *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2020. P. 1097-1105. DOI: 10.1007/978-3-030-22063-1\_117.
5. Плотников А.Л., Кристаль М.Г., Сергеев А.С., Тихонова Ж.С., Уварова Т.В. Устройство для измерения температуры реза естественной термопарой // Патент № 2650827 Российская Федерация, МПК G01K13/00, G01K7/02. ВолгГТУ. 2018. 7 с.
6. Плотников, А. Л. Обеспечение надежности определения режимов лезвийной обработки для автоматизированного станочного оборудования на основе оперативной информации о свойствах инструмента и детали: дис. ... докт. тех. наук. Саратов, 2001. 314 с.
7. Самсонов Г.В. Нитриды. Киев: Наукова думка, 1969. 380 с.
8. Чигиринский Ю.Л. Обеспечение точности и качества поверхностей при многопереходной механической обработке на основе совершенствования информационных и математических средств проектирующей подсистемы САПР ТП: дис. ... докт. тех. наук. Саратов, 2014. 373 с.
9. Ингеманссон А.Р., Бондарев А.А. Определение теплопроводности твердосплавного режущего инструмента с многослойными износостойкими покрытиями // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. 2019. Т. 21, № 3. С. 97-105.
10. Проничев Д.В., Гуревич Л.М., Трунов М.Д., Ястребов В.М. Исследование теплопроводности сваренного взрывом медно-алюминиевого композита // *Инновации в машиностроении (ИнМаш-2015)*: сб. тр. VII междунар. науч.-практ. конф. (Кемерово, 23-25 сентября 2015 г.) / под ред. В.Ю. Блюменштейна. Кемерово, 2015. С. 413-417.

УДК 004.4  
DOI 10.17513/snt.40061

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОВЕРКИ КОДА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

<sup>1</sup>Нажимова Н.А., <sup>2</sup>Нажимов А.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский технический университет имени Р.Е. Алексеева»,  
филиал, Дзержинск, e-mail: adilia@list.ru;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
имени Н.И. Лобачевского», филиал, Дзержинск, e-mail: avbix@mail.ru

В статье рассматривается система автоматической проверки кода студентов IT-специальностей, основанная на использовании системы контроля версий Git и облачного сервиса репозитория GitHub. Цель исследования заключается в разработке автоматизированной системы проверки кода студентов IT-специальностей. Описаны ключевые преимущества данной системы, такие как автоматизация процесса проверки, повышение объективности оценок, масштабируемость, оперативность обратной связи и поддержка дистанционного обучения. Автоматизация позволяет преподавателям освободиться от рутинной работы, сосредоточиться на более значимых аспектах образовательного процесса, включая индивидуальную поддержку студентов и развитие учебных программ. Инструменты GitHub Actions интегрированы для выполнения тестирования кода. Это позволяет создать эффективную и надежную инфраструктуру для проверки заданий. Подчеркнута важность использования современных инструментов в образовательном процессе, что способствует подготовке студентов к реальной профессиональной деятельности. В статье также обсуждаются направления дальнейшей работы, включая расширение функциональности системы, разработку методов персонализированной обратной связи, применение машинного обучения для анализа кода и интеграцию с учебными платформами. Эти улучшения могут повысить качество обучения, сделать процесс проверки более гибким и адаптивным, а также обеспечить студентов необходимыми навыками для работы в условиях современной разработки программного обеспечения. Система автоматической проверки кода на базе Git и GitHub представляет собой важный шаг в сторону инноваций в области образования и подготовки высококвалифицированных специалистов в сфере IT.

**Ключевые слова:** автоматическая проверка кода, тестирование, Git, GitHub, GitHub Actions, IT-специальности, образование

## AUTOMATED CODE REVIEW SYSTEM FOR TRAINING SPECIALISTS IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY

<sup>1</sup>Nazhimova N.A., <sup>2</sup>Nazhimov A.V.

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod state technical University named after R.E. Alekseev, branch,  
Dzerzhinsk, e-mail: adilia@list.ru;

<sup>2</sup>National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, branch,  
Dzerzhinsk, e-mail: avbix@mail.ru

The article discusses an automated code review system for IT students, based on the use of the Git version control system and the GitHub cloud repository service. The aim of the study is to develop an automated code review system for IT students. The key advantages of this system are described, such as automation of the review process, increased objectivity of assessments, scalability, timely feedback, and support for distance learning. Automation allows educators to be freed from routine tasks, enabling them to focus on more significant aspects of the educational process, including individual student support and curriculum development. GitHub Actions tools are integrated to perform code testing. This creates an efficient and reliable infrastructure for assignment evaluation. The importance of using modern tools in the educational process is emphasized, as it helps prepare students for real-world professional activities. The article also discusses directions for future work, including expanding system functionality, developing methods for personalized feedback, applying machine learning for code analysis, and integrating with educational platforms. These improvements can enhance the quality of education, make the review process more flexible and adaptive, and equip students with the necessary skills for working in modern software development environments. The automated code review system based on Git and GitHub represents an important step towards innovation in education and the training of highly qualified IT specialists.

**Keywords:** automated code review, testing, Git, GitHub, GitHub Actions, IT specialties, education

В настоящее время профессии из сферы информационных технологий становятся все более востребованными и динамично развивающимися, требуя от высших учебных заведений и преподавателей IT-специальностей более эффективных мето-

дов обучения и оценки знаний [1]. При этом значительная часть процесса обучения сопряжена с написанием кода программ на различных языках программирования, набор которых с каждым днем становится шире. В этом контексте автоматизация

процесса проверки заданий по написанию кода становится необходимой и актуальной задачей.

Автоматизация процесса проверки заданий по программированию имеет ряд значимых преимуществ. Прежде всего, она позволяет освободить время преподавателя от монотонной и рутинной работы, связанной с проверкой большого объема кода. Это время можно использовать для более важных задач, таких как разработка учебных материалов, проведение индивидуальных консультаций со студентами и повышение качества обучения в целом. Кроме того, автоматизированные системы проверки кода (АСПК) позволяют улучшить качество обратной связи для студентов. Быстрая и точная оценка и комментирование кода помогают студентам лучше понять свои ошибки и улучшить свои навыки программирования. АСПК также обеспечивают необходимую объективность. Оценки основываются на заданных критериях и алгоритмах, что исключает субъективные суждения и обеспечивает равные условия для всех студентов. АСПК могут легко масштабироваться для обработки большого объема работ, что особенно важно при проведении массовых офлайн- или онлайн-курсов. При этом время, необходимое для проверки одного задания, существенно сокращается. В условиях дистанционного обучения АСПК становится особенно ценной, поскольку облегчает оценку работ студентов и обеспечивает непрерывное обучение без необходимости присутствия в аудитории. В целом использование современных технологий в обучении, включая АСПК, демонстрирует передовой подход учебного заведения и его готовность использовать инновации для обеспечения высокого качества образования, что соответствует Указу Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [2].

Цель исследования заключается в разработке автоматизированной системы проверки кода студентов IT-специальностей.

#### **Материалы и методы исследования**

Рассмотрим различные подходы и инструменты, которые могут быть использованы для реализации АСПК, включая использование тестовых фреймворков, статический анализатор кода, различные плагины и расширения для интегрированных сред разработки (IDE), интеграция с системами управления версиями.

*Использование тестовых фреймворков:* тестовые фреймворки, такие как JUnit для Java, pytest для Python или Jasmine для JavaScript, позволяют написать автома-

тизированные тесты для разных аспектов кода, включая его функциональность, производительность и безопасность.

*Статические анализаторы кода:* инструменты статического анализа кода, например, ESLint для JavaScript или pylint для Python, автоматически проверяют код на соответствие стандартам кодирования, выявляют потенциальные ошибки и предупреждают о неправильном использовании языковых конструкций [3].

Плагины и расширения для IDE: многие современные интегрированные среды разработки (IDE), такие как Visual Studio Code, IntelliJ IDEA или PyCharm, предлагают плагины и расширения для автоматической проверки кода на лету, а также для выполнения автоматизированных тестов и анализа качества кода [4].

Все рассмотренные выше варианты реализации АСПК вполне пригодны для проверки кода в контексте разработки программного обеспечения, однако их сложно применить для проверки кода студентов, выполняющих определенное задание. Во-первых, все описанные системы напрямую не поддерживают обмен кодом и возможность его обсуждения со студентом. Во-вторых, использование конкретного инструментария накладывает ограничение на использование различных языков программирования в рамках одной АСПК. В-третьих, многие из описанных решений так или иначе являются коммерческими продуктами западных разработчиков, что в условиях санкций может накладывать определенные ограничения на их использование. Описанные недостатки можно преодолеть благодаря использованию в качестве основы для АСПК систем управления версиями. Использование систем управления версиями, таких как Git, в сочетании с автоматизированными средствами непрерывной интеграции и непрерывной доставки (CI/CD), позволяет автоматически проверять код, оставлять обратную связь и реализовать возможность проверки кода на разных языках программирования в рамках одной АСПК.

В работе предложено использовать систему контроля версий Git в качестве основы для создания АСПК. Следует отметить, что знание студентами основ системы контроля версий Git является необходимым условием для успешного применения АСПК в процессе обучения. Однако, как показывает опыт, подобные знания легко прививаются в рамках 5-часового лабораторного практикума и в свою очередь являются весьма полезными в контексте будущего трудоустройства по ряду причин, описанных ниже.

Git – это распределенная система контроля версий (DVCS), которая позволяет разработчикам отслеживать изменения в коде, работать совместно над проектами и управлять различными версиями кода [5]. В отличие от централизованных систем контроля версий, Git позволяет каждому разработчику иметь полную копию репозитория, что увеличивает надежность и гибкость работы. Git упрощает совместную работу над проектами, особенно в больших командах. Возможность создавать ветки и выполнять слияние изменений позволяет разработчикам работать над разными частями проекта одновременно, не мешая друг другу. Это важное умение для студентов, так как большинство проектов в индустрии разрабатываются коллективно. Git сохраняет историю всех изменений, сделанных в проекте, что позволяет разработчикам отслеживать и анализировать каждое из них в отдельности. Это полезно для вы-

явления ошибок и анализа их причин. Студенты могут экспериментировать с новыми идеями без риска повредить основной код, что способствует более глубокому пониманию принципов разработки программного обеспечения. Git интегрируется с множеством современных инструментов и платформ, таких как GitHub, GitLab, Bitbucket и др. [6]. Знание Git предоставляет студентам доступ к этим инструментам, что позволяет им участвовать в открытых проектах open-source сообщества. Знание Git является необходимым требованием для большинства позиций в сфере разработки программного обеспечения. Это важный навык, который значительно повышает конкурентоспособность будущих специалистов на рынке труда.

Алгоритм работы АСПК на базе системы контроля версий Git и облачного сервиса GitHub в нотации BPMN 2.0 показан на рис. 1.

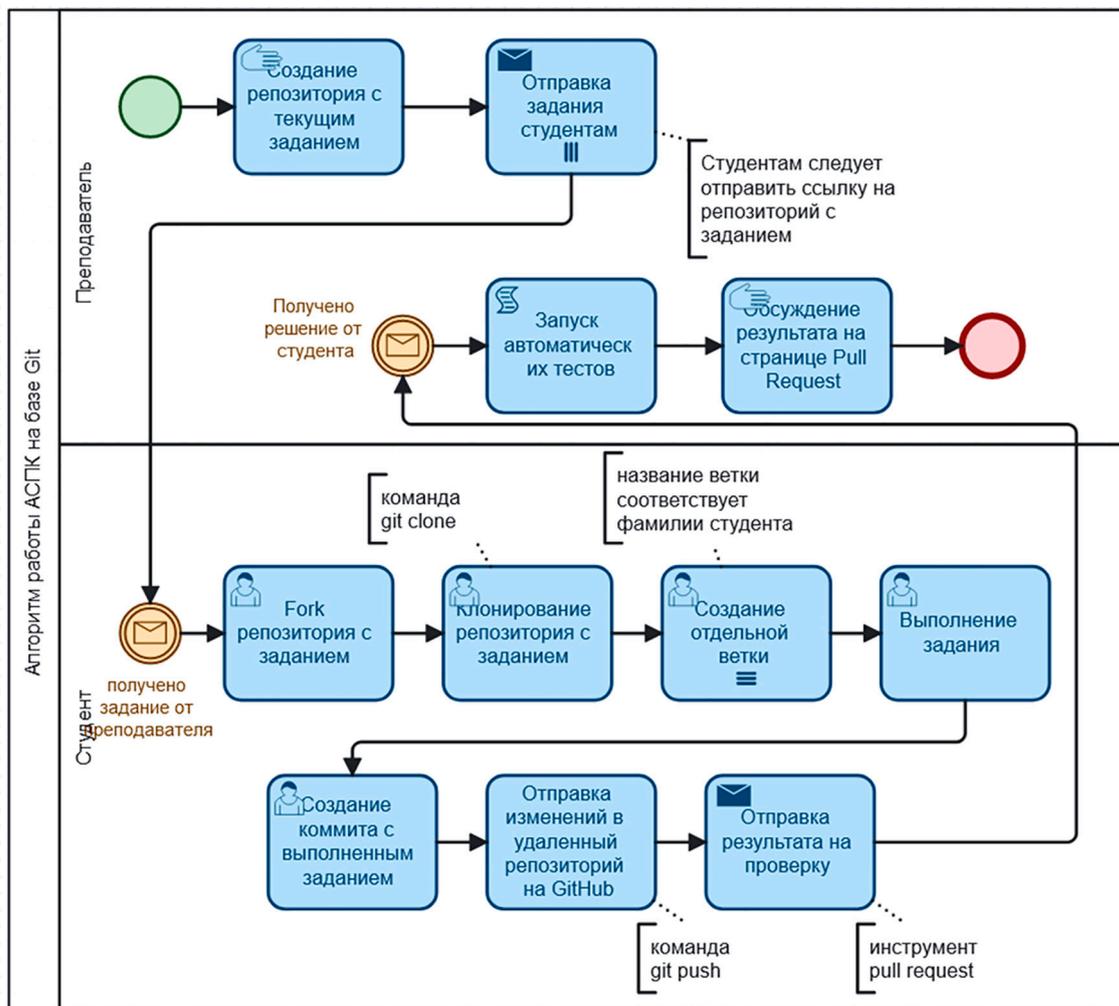


Рис. 1. Алгоритм работы АСПК на базе системы контроля версий Git и облачного сервиса GitHub в нотации BPMN 2.0

Преподаватель, использующий АСПК, начинает работу с создания репозитория с текущим заданием по написанию кода. Предполагается, что репозиторий создается на локальной машине педагога и далее отправляется на облачный сервис удаленных репозиториях GitHub. Здесь следует отметить, что использование GitHub в качестве основы для создания АСПК обусловлено высокой популярностью данного сервиса. Однако справедливо будет заметить, что и прочие подобные сервисы (GitLab, Bitbucket и др.), также обладают всем необходимым функционалом. Таким образом, на данном шаге алгоритма мы имеем репозиторий, который содержит файл с описанием задания. Затем ссылка на данный репозиторий отправляется студентам. Здесь может быть использован любой сервис обмена сообщениями либо система электронного обучения вуза. Получив сообщение, студент делает форк (fork) репозитория с заданием (рис. 2), то есть создает его копию в своем аккаунте облачного сервиса репозиториях, в нашем случае это GitHub. Затем студент клонирует упомянутый форк-репозиторий на свой локальный компьютер, используя команду `git clone <URL репозитория>`. В данном репозитории студент создает ветку, в качестве названия для которой выбирается фамилия студента. Команда для создания ветки `git branch <название ветки>`. Далее студент приступает к выполнению задания.

По завершении выполнения задания студент делает последний коммит командой `git commit` и отправляет изменения в свой удаленный репозиторий на облачном сервисе GitHub командой `git push`. Затем, используя инструмент Pull Request, студент отправляет задание на проверку преподавателю (рис. 2).

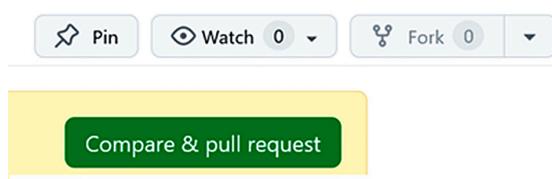


Рис. 2. Управляющие элементы на странице репозитория в GitHub для создания fork и pull request

При создании pull request преподаватель получает уведомление о новом решении на задание по написанию кода. Если в дальнейшем не требуются автоматические тесты, то на этом шаге можно остановиться, проверить код вручную и отправить комментарий непосредственно на странице pull

request. В случае необходимости автоматической проверки кода в АСПК на базе Git и GitHub должны быть настроены инструменты GitHub Actions.

GitHub Actions – это встроенная в GitHub платформа автоматизации, предназначенная для упрощения выполнения различных задач в процессе разработки программного обеспечения. Этот набор инструментов позволяет автоматизировать такие процессы, как CI/CD, тестирование, развертывание и отправка уведомлений [7].

Как было отмечено выше, автоматическое тестирование кода можно настроить для абсолютного большинства современных языков программирования. Приведем в качестве примера алгоритм для настройки автоматической проверки кода на языке Python через GitHub Actions при создании pull request:

Создание файла конфигурации GitHub Actions:

1. Перейдите в репозиторий на GitHub.
2. В верхнем меню выберите вкладку Actions.
3. Нажмите на кнопку New workflow.
4. В появившемся окне выберите Set up a workflow yourself или один из предустановленных шаблонов, например Python application.

Создание основного файла конфигурации:

1. В каталоге репозитория должна быть создана директория .github/workflows.
2. В этой директории должен быть создан файл с расширением .yml, например python-app.yml (рис. 3).

Настройка кода проекта:

1. Убедитесь, что в вашем проекте есть файл requirements.txt для установки зависимостей, если они требуются.

2. Убедитесь, что у вас есть тесты в проекте. Например, создайте директорию tests и добавьте туда файл test\_sample.py (рис. 4) с простым тестом.

Автоматическое выполнение GitHub Actions:

1. После создания pull request, GitHub Actions автоматически запустит конфигурацию, указанную в файле .github/workflows/python-app.yml.

2. На вкладке Actions в репозитории преподавателя можно будет наблюдать за ходом выполнения задачи, включая установку зависимостей, проверку стиля кода с помощью flake8 и выполнение тестов с помощью pytest.

Таким образом, GitHub Actions позволяет автоматизировать процесс проверки кода в рамках АСПК при создании pull request студентами. Это помогает обеспечить высокое качество кода и способствует выявлению ошибок.

```
name: Python CI

on:
  pull_request:
    branches:
      - ivanov # Ветка соответствует фамилии студента
      - petrov
      - sidorov

jobs:
  test:
    runs-on: ubuntu-latest

    steps:
      - name: Checkout repository
        uses: actions/checkout@v2

      - name: Set up Python
        uses: actions/setup-python@v2
        with:
          python-version: '3.8' # Можно изменить версию Python по необходимости

      - name: Install dependencies
        run: |
          python -m pip install --upgrade pip
          pip install flake8 pytest

      - name: Lint code
        run: |
          flake8 .

      - name: Run tests
        run: |
          pytest
```

Рис. 3. Код для файла `python-app.yml`

```
# tests/test_sample.py
def test_example():
    assert 1 + 1 == 2
```

Рис. 4. Код для файла `test_sample.py`

### Результаты исследования и их обсуждение

В данной статье была рассмотрена система автоматической проверки кода студентов IT-специальностей, основанная на использовании Git и GitHub. Подробно описаны преимущества этой системы, которые делают ее незаменимым инструментом в образовательной среде, позволяя преподавателям сосредоточиться на более важных

аспектах обучения и профессионального развития студентов.

Следует также отметить направления дальнейшей работы, которые включают в себя: *расширение функциональности*: интеграция дополнительных инструментов для проверки кода, таких как статические анализаторы, профайлеры производительности и инструменты для тестирования безопасности; *персонализация обратной связи*: разработка методов автоматической генерации персонализированных комментариев и рекомендаций для студентов на основе их кода и истории работы; *машинное обучение и искусственный интеллект*: использование методов машинного обучения для анализа кода студентов, предсказания возможных ошибок и предоставления рекомендаций по улучшению

кода; интеграция с учебными платформами: создание интеграций с популярными образовательными платформами и системами управления обучением, что позволит упростить процесс создания и управления учебными материалами.

### Заключение

Возможность использования современных инструментов и платформ, таких как системы контроля версий, облачные сервисы удаленных репозиторий, скрипты для автоматической проверки кода на различных языках программирования, позволяют реализовать эффективную и надежную инфраструктуру для проверки заданий по созданию компьютерных программ различной сложности. Реализация таких систем особенно важна в условиях многочисленных групп и дистанционного обучения, которые соответствуют текущей ситуации в высшем техническом образовании в нашей стране.

### Список литературы

1. Похорюкова М.Ю. Особенности обучения программированию IT-специалистов на первом курсе // Современное педагогическое образование. 2023. № 10. С. 460–463.
2. Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // СПС КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357927/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/) (дата обращения: 03.04.2024).
3. Аристов М.С., Зотов Я.А., Яриков Д.В. Автоматизация тестирования программного обеспечения многопроцессорных систем реального времени // Знание. 2016. № 11–1. С. 97–105.
4. Thomas Clune, Michael Rilee, Damian Rouson. Testing as an Essential Process for Developing and Maintaining Scientific Software // 2nd Workshop on Sustainable Software for Science: Practices and Experiences (WSSSPE2). 2014. Vol. 9. P. 1–4. DOI:10.6084/m9.figshare.1112520.
5. Вьюшкова М.В., Чернова С.В. Принцип работы системы контроля версий GIT // Теория и практика современной науки. 2019. № 10 (52). С. 40–42.
6. Грузин Н.А., Голубничий А.А. Обзор и сравнение хостингов для git-репозиторий: Bitbucket, Github и Gitlab // E-Scio. 2021. № 1. С. 5–14.
7. Манаев Р.Г. Технология внедрения непрерывной интеграции в крупных высоконагруженных системах с минимизацией ошибок и временных потерь со стороны разработчиков // Инновации и инвестиции. 2020. № 12. С. 127–130.

УДК 004.93  
DOI 10.17513/snt.40062

## МЕТОДЫ ДЕТЕКЦИИ КЛЮЧЕВЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ ТОЧЕК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ПРОНАЦИИ ЗАДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

Недопекин А.Е., Жилин В.В.

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола,  
e-mail: zhilin.valentin.72@gmail.com

Исследование, представленное в данной работе, направлено на разработку и анализ методов определения ключевых анатомических точек на изображениях заднего отдела стопы с использованием современных методов компьютерного зрения. В рамках данного исследования был создан набор данных, состоящий из 550 изображений стоп, который послужил основой для разработки и тестирования предложенных методов. Один из методов основан на пропорциональном разделении вертикальной оси изображения, а второй – на модели YOLO. Первый метод требует тонкой настройки параметров и чувствителен к анатомическим особенностям стопы, в то время как второй метод, хотя и требует обучения на большем объеме данных, демонстрирует потенциал для автоматического определения ключевых анатомических точек. Однако для достижения высокой точности второму методу требуется дополнительное обучение на большем объеме данных. Результаты исследования выявили преимущества и недостатки каждого метода. Дальнейшие исследования направлены на увеличение точности метода на основе модели YOLO путем увеличения объема обучающих данных и оптимизации параметров. Это исследование может быть полезным для развития методов диагностики заболеваний стопы и вносит вклад в область компьютерного зрения и медицинского анализа изображений.

**Ключевые слова:** задний отдел стопы, угол пронации, ключевые анатомические точки

## METHODS FOR DETECTING KEY ANATOMICAL POINTS TO DETERMINE THE ANGLE OF PRONATION OF THE POSTERIOR PART OF THE FOOT

Nedopekin A.E., Zhilin V.V.

Mari State University, Yoshkar-Ola, e-mail: zhilin.valentin.72@gmail.com

The research presented in this paper is aimed at developing and analyzing methods for determining key anatomical points in images of the posterior part of the foot using modern computer vision methods. As part of this study, a dataset consisting of 550 images of feet was created, which served as the basis for the development and testing of the proposed methods. One of the methods is based on proportional separation of the vertical axis of the image, and the second is based on the YOLO model. The first method requires fine-tuning of parameters and is sensitive to the anatomical features of the foot, while the second method, although it requires training on a larger amount of data, demonstrates the potential for automatic identification of key anatomical points. However, the accuracy of the second method requires additional training on a larger amount of data to achieve high accuracy. The results of the study revealed the advantages and disadvantages of each method. Further research is aimed at increasing the accuracy of the method based on the YOLO model by increasing the amount of training data and optimizing parameters. This research may be useful for the development of diagnostic methods for foot diseases and contributes to the field of computer vision and medical image analysis.

**Keywords:** posterior part of the foot, pronation angle, key anatomical points

Современные исследования свидетельствуют о том, что состояние опорно-двигательного аппарата представляет собой серьезную проблему, требующую внимания и разработки эффективных методов лечения и профилактики. Плоско-вальгусная деформация стопы (ПВДС) является одной из наиболее распространенных деформаций опорно-двигательного аппарата, которая влияет на качество жизни миллионов людей во всем мире [1]. ПВДС представляет собой состояние, при котором наблюдаются уменьшение продольного свода стопы и смещение костей стопы в направлении вальгуса (в сторону медиальной линии тела). Это ведет к тому, что свод стопы становится плоским или даже выпуклым, что отличает ПВДС от нормальной структуры стопы с выраженным продольным

сводом. При ПВДС нарушается функция сухожилия задней большеберцовой мышцы, что приводит к изменению осевой нагрузки и искривлению осей стоп [2]. Это состояние может не только вызывать физические неудобства, но и повышать риск развития других патологий опорно-двигательной системы, таких как боли в суставах и повреждения связок. Кроме того, ПВДС может ограничивать способность человека выполнять повседневные задачи и оказывать негативное влияние на его общую активность и физическую форму.

Для диагностики деформации стопы существует множество методов. Среди наиболее распространенных и широко используемых методов оценки деформации стопы можно выделить клиническое обследование, рентгенографию, педографию, планто-

графию, подометрию, подоскопию и вычисление угла пронации стопы [3]. Эти методы обеспечивают комплексное и всестороннее изучение структурных и функциональных особенностей стопы, что позволяет точно определить характер и степень деформации, а также выбрать наиболее эффективные методы лечения и коррекции данного состояния.

Педография – это метод исследования, который дает возможность оценить распределение давления в подошвенной части стопы во время стояния или ходьбы. Для этого используется специальное оборудование – педографическая платформа, которая регистрирует, как вес тела распределяется по поверхности стопы. Это позволяет выявить участки избыточного давления, которые могут стать причиной боли или деформаций.

Плантография – это способ получения отпечатка стопы, который дает возможность оценить ее форму, размеры и особенности строения, в частности высоту свода стопы. Этот метод применяется для диагностики плоскостопия и других аномалий строения стопы.

Подометрия – это методика измерения различных параметров стопы и нижних конечностей, таких как длина стопы, ширина, углы установки пальцев и степень асимметрии стоп. Полученные данные используются для изготовления индивидуальной обуви или ортопедических стелек.

Подоскопия – это визуальный осмотр стопы с помощью специального прибора – подоскопа, который оснащен зеркалом и подсветкой. Этот метод позволяет врачу оценить состояние арок стопы, степень их опущения, наличие деформаций и другие отклонения от нормы.

Дополнительным методом диагностики и оценки патологий опорно-двигательного аппарата стопы является определение угла пронации. Этот угол вычисляется между двумя осями, которые проходят через задний отдел стопы [4]. Для каждой ноги свой угол. Для формирования этих осей необходимо определить три ключевые анатомические точки:  $n$ ,  $h$  и  $k$  [5]. Точка  $n$  располагается на бугорке пяточной кости, точка  $h$  находится на лодыжке, а точка  $k$  – на голени. Все эти точки изображены на рисунке 1. Первая ось формируется точками  $nh$ , а вторая –  $hk$ . Угол между этими осями ( $t$ ) определяет угол пронации. Оценка угла пронации заднего отдела стопы позволяет оценить степень деформации стопы или плоскостопия. Отклонение угла пронации от нейтральной пронации до  $6^\circ$  считается нормой, однако превышение этого значения может свидетельствовать о наличии вальгусной деформации [6].



Рис. 1. Пример осей для определения угла пронации

Целью данного исследования является разработка методов точного определения ключевых анатомических точек  $n$ ,  $h$ ,  $k$  на изображениях заднего отдела стопы с использованием современных технологий и инструментов обработки изображений.

#### Материалы и методы исследования

В ходе исследования была использована интегрированная среда разработки PyCharm, которая способствовала эффективной разработке и тестированию программного обеспечения. Основным языком программирования был выбран Python, обладающий мощными библиотеками для обработки данных и компьютерного зрения. В целях реализации сложных алгоритмов обработки изображений и алгоритмов машинного обучения были использованы библиотеки OpenCV и Ultralytics. Для визуализации результатов анализа применялась библиотека Matplotlib, что обеспечило наглядное представление данных и упростило интерпретацию результатов исследования.

В рамках исследования были использованы изображения заднего отдела стопы человека, которые стали ключевым материалом для анализа и диагностики плосковальгусной ПВДС.

335 изображений были получены в ходе собственного исследования по диагностике ПВДС, что позволило работать с актуальными клиническими случаями и разнообразными данными. В исследовании принимали участие 300 человек, а само исследование проводилось на базе медицинского центра «Тохо-Мед» (г. Йошкар-Ола).

Другая половина данных была взята из открытых источников, таких как Kaggle [9] и Roboflow [10], что расширило объем доступного набора данных и обогатило его

разнообразием изображений с различными характеристиками и особенностями.

В исходном наборе данных содержалось 335 изображений с деформацией стопы и 215 изображений без видимых патологий. Этот обширный объем данных обеспечил достаточную репрезентативность для проведения анализа и выявления закономерностей в структуре и форме стопы при различных состояниях.

Для обеспечения качества анализа изображений были предприняты меры по удалению всех посторонних шумов, помех и фона, не относящихся к заднему отделу стопы. Это включало применение различных методов фильтрации и обработки изображений, направленных на устранение нежелательных артефактов.

Для эффективного отделения заднего фона и устранения помех была разработана и обучена модель нейронной сети на основе архитектуры U-Net [7]. Функционирование модели подробно описано в статье, которая посвящена методам сегментации изображений [8]. Эта модель является мощным инструментом для сегментации изображений, позволяя точно выделять интересующие области и игнорировать ненужные детали.

Для определения ключевых анатомических точек первым методом необходимо определить контуры ног. Поскольку задний фон удален, определение контура не представляет трудностей с использованием методов библиотеки OpenCV. Один из наиболее часто используемых методов – это метод Canny для обнаружения границ объектов на изображении, который применен для поиска и аппроксимации контуров.

Контуры левой и правой ноги представляют собой отдельные сущности с высотой по вертикальной оси Y и шириной по горизонтальной оси X. Для каждой ноги нужно определить три ключевые анатомические точки. Точки располагаются снизу вверх по вертикальной оси, начиная от бугорка пяточной кости и до голени.

В качестве примера рассмотрим левую ногу. Примем за условие распределение точек по вертикальной оси Y: 1%, 25% и 75% от общей высоты контура ноги. Первая точка будет располагаться на бугорке пяточной кости (1% от общей высоты контура ноги), вторая точка – на уровне лодыжек, приблизительно на месте подтаранного сустава (25–35% от высоты контура), третья точка – на уровне икроножной мышцы (75–80% от высоты контура).

Затем определяется расположение точек по горизонтальной оси X. Каждая точка, расположенная на уровнях 1% – 25% – 75%, будет соответствовать середине горизон-

тального сечения. Аналогичные действия выполняются для правой ноги.

После определения ключевых анатомических точек строятся оси и определяется угол между ними, для каждой из ног. Вычисленное значение угла считается углом пронации.

Второй метод определения ключевых анатомических точек базируется на использовании модели нейронной сети с архитектурой YOLO (You Only Look Once), которая предварительно обучена для обнаружения ключевых точек с целью определения позы человека [11]. Для успешного адаптивирования модели к задаче поиска ключевых анатомических точек на задней части стопы было размечено 550 изображений. Каждое изображение было подвергнуто процессу разметки, где для каждой ноги были точно определены и помечены все три ключевые анатомические точки. Разметка была проведена с помощью сервиса Roboflow и проверена специалистом врачом-ортопедом. Этот этап разметки данных играет критическую роль в обучении модели, поскольку он обеспечивает нейронной сети необходимую информацию для точного распознавания и классификации ключевых точек на изображениях. Размеченные данные предоставляют модели обширный и разнообразный набор примеров, что способствует улучшению ее обобщающей способности и повышению точности результатов.

Затем модель была дообучена на размеченных изображениях, чтобы адаптировать ее к конкретной задаче определения ключевых анатомических точек на задней части стопы. После завершения процесса дообучения модель была готова к использованию для автоматического обнаружения и классификации ключевых точек на новых изображениях стоп.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Модель сегментации изображений, основанная на архитектуре U-Net, продемонстрировала высокую точность в выделении заднего отдела стоп на изображениях. Особенно важно отметить, что удаление посторонних шумов и фона позволило более точно определить контуры стоп для применения разработанных методов.

На рисунке 2 представлен пример работы модели сегментации, где в левой части представлено оригинальное изображение, а в правой части – результат сегментации. Модель продемонстрировала высокую точность, достигнув показателя в 95%, что подтверждает ее эффективность в обработке изображений для дальнейшего анализа.



Рис. 2. Результат работы модели сегментации

Для оценки точности и надежности разработанных методов было проведено тестирование. Тестирование проводилось на 50 новых изображениях, которые ранее не использованы в процессе обучения модели для определения ключевых анатомических точек и не были задействованы при разработке и тестировании методов.

Полученные результаты сравнены с ручной разметкой, которая проведена оператором. Это позволило оценить соответствие результатов, полученных автоматическими методами, реальным анатомическим данным.

Результаты тестирования первого метода позволили выявить важные зависимости между выбранными параметрами и точностью определения ключевых анатомических точек на изображениях. При использовании пропорции 1% – 35% – 70% относительная погрешность для левой ноги составила 31%, а для правой – 37%. При альтернативном выборе пропорции 1% – 25% – 75% погрешность снизилась до 26% для левой ноги и 32% для правой. Результат работы метода при пропорции 1% – 25% – 75% представлен на рисунке 3.

Эти результаты подчеркивают важность индивидуального подхода к каждому изображению и настройки параметров для достижения наилучших результатов. Они также указывают на необходимость тщательного выбора оптимальной пропорции для каждой ноги с учетом индивидуальных анатомических особенностей и условий съемки.

Дальнейшие исследования могут включать разработку алгоритмов автоматического выбора оптимальных параметров на основе анализа анатомических особенностей стопы и характеристик изображения.

Второй подход к определению ключевых точек, основанный на модели, исполь-

зующей архитектуру YOLO, отличается относительной простотой настройки, но требует значительного объема размеченных данных и тщательного подбора параметров для успешного обучения модели.

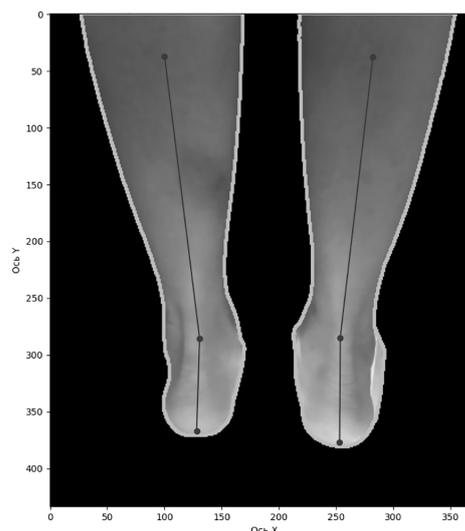


Рис. 3. Результат определения ключевых анатомических точек с помощью метода пропорции

При обучении модели на небольшом наборе из 100 изображений была получена относительная ошибка в 47% для левой ноги и 68% для правой. Для этой стадии обучения общая выборка была разделена следующим образом: 90 изображений для обучения (train), 5 изображений для проверки (validation) и 5 изображений для тестирования (test). Относительная ошибка измерялась между предсказанным и истинным углом пронации, который вычисляли на основе ключевых точек, предсказанных моделью YOLO.

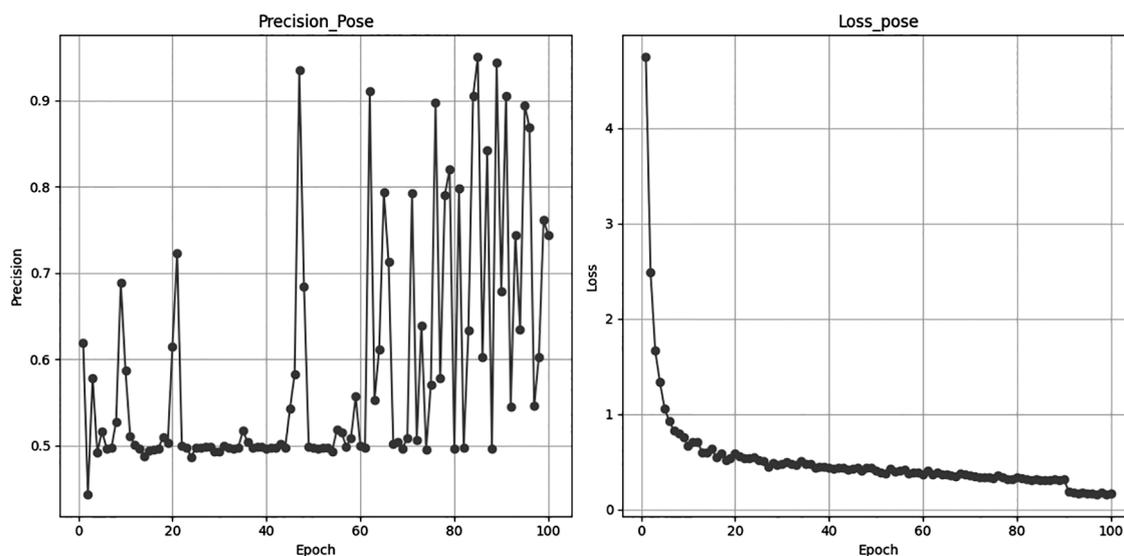


Рис. 4. Графики метрик точности и потерь модели YOLO на данных из 550 изображений

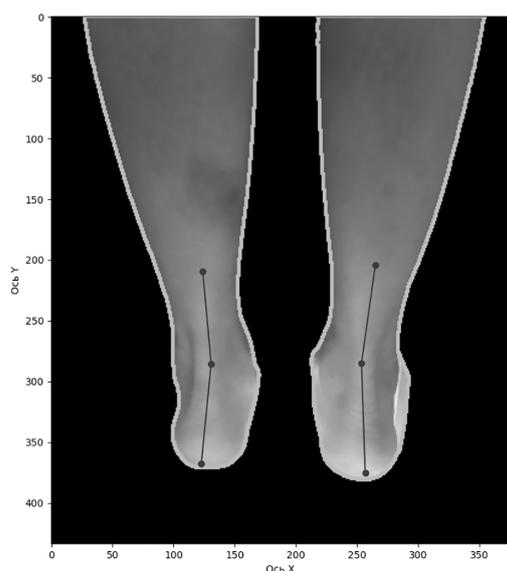


Рис. 5. Результат определения анатомических точек с помощью модели YOLO

После дополнительного обучения на расширенной обучающей выборке, состоящей из 550 изображений, ошибка значительно уменьшилась: до 24% для левой ноги и до 29% для правой. В этом случае общая выборка была разделена следующим образом: 500 изображений для обучения (train), 25 изображений для проверки (validation) и 25 изображений для тестирования (test). Относительная ошибка измерялась аналогично первой стадии. Графики метрик precision и loss для оценки ключевых точек представлены на рисунке 4.

Результат работы модели YOLO, которая обучена на 550 изображениях, представлена на рисунке 5.

Полученные результаты демонстрируют важность масштабного обучения модели на большом объеме разнообразных данных для достижения высокой точности в определении ключевых анатомических точек.

### Заключение

В рамках исследования были разработаны два метода определения ключевых анатомических точек на изображениях заднего отдела стоп. Каждый метод обладает своими преимуществами и недостатками, выявленными в ходе экспериментов и тестирования. Первый метод, основанный на пропорциональном разделении вертикальной оси изображения, показал меньшую точность из-за необходимости точной настройки параметров и чувствительности к анатомическим особенностям стоп.

Второй метод, основанный на использовании модели архитектуры YOLO, дает возможность автоматического определения ключевых точек без необходимости ручной настройки параметров. Однако для достижения высокой точности требуются значительный объем размеченных данных и настройка параметров.

Дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на синтезе первого и второго методов, при котором точки  $n$  и  $k$  определяются, как в первом методе, а точка  $h$  – как во втором. Следует изучить возможность учета особенностей изображений стоп для обеспечения более высокой точности определения ключевых анатомических точек.

**Список литературы**

1. Шевелева Н.И., Дубовихин А.А., Минбаева Л.С. Проблема плоскостопия на современном этапе // Вопросы практической педиатрии. 2020. Т. 15, № 2. С. 68-74. DOI: 10.20953/1817-7646-2020-2-68-74.
2. Процко В.Г., Тадж А.А., Олейник А.В., Момбеков А.О., Какеев Б.А. Классификация плоско-вальгусной деформации стоп у взрослых: метод определения степени деформации // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2017. Т. 17, № 3. С. 119-123.
3. Конарева Ю.С. О распространенных методах диагностики деформаций стоп человека // Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии: Сборник научных трудов. Т. 2. М.: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2018. С. 54-63.
4. Sobel E., Levitz S., Caselli M., Brentnall Z., Tran M.Q. Natural history of the rearfoot angle: Preliminary values in 150 children // Foot Ankle Int. 1999. Vol. 20. P. 119–125.
5. Umardani Y., Wibowo D.B., Caesarendra W., Suprihanto A., Pranoto K.A. Calculation of the Rearfoot Angle Representing Flatfoot from Comparison to the Cavanagh Arch Index // Applied Sciences. 2022. Vol. 12(13). P. 6764. DOI: 10.3390/app12136764.
6. Боровлева А.В., Дубровин Г.М. Результаты лечения мобильной плоско-вальгусной деформации стоп у детей // Молодежь – практическому здравоохранению: XIII Всероссийская с международным участием научная конференция студентов и молодых ученых-медиков (Иваново, 13 ноября 2019 года). Иваново: Ивановская государственная медицинская академия, 2019. С. 164-168.
7. Бруттан Ю.В., Новиков А. Исследование нейронных сетей для анализа медицинских изображений // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Технические науки. 2020. № 11. С. 49-54.
8. Недопекин А.Е., Жилин В.В. Сегментация изображений для задачи диагностики плоско-вальгусной деформации стоп // Научный результат. Информационные технологии. 2024. Т. 9, № 1. С. 46-57. DOI: 10.18413/2518-1092-2024-9-1-0-6.
9. Foot Recognition Dataset // Kaggle. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/tapakah68/legs-segmentation> (дата обращения: 04.04.2024).
10. Pronation Datasets // Roboflow. [Электронный ресурс]. URL: <https://universe.roboflow.com/search?q=pronation%20datasets> (дата обращения: 20.04.2024).
11. YOLOv8n // Ultralytics. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.ultralytics.com/tasks/pose/> (дата обращения: 21.04.2024).

УДК 681.518.3  
DOI 10.17513/snt.40063

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Поляков Н.С., Галина Л.В.

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,  
e-mail: hiki1606@mail.ru, lubov51@yandex.ru*

Цель работы состоит в повышении эффективности и надежности производства за счет своевременного обнаружения, идентификации и устранения дефектов на участках трубопровода с использованием технологии лазерного сканирования. Это в дальнейшем даст возможность снизить негативные последствия возможных аварийных ситуаций. Состояние трубопроводов нефтяной и газовой промышленности оказывает непосредственное влияние на безопасность окружающей среды, поскольку большинство трубопроводов находится вне производственных площадей и отсутствует возможность постоянного контроля их состояния. Необходимым условием безопасности является гарантия целостности трубопроводной сети, которая призвана обеспечить отсутствие влияния на окружающую среду, одновременно с этим стоит задача минимизации затрат на техническое обслуживание. В статье представлены возможные повреждения трубопровода и методы защиты от этих повреждений, рассмотрен анализ вопроса прямой оценки внешней коррозии и механических дефектов трубопроводов с помощью лазерного 3D-сканера со специальным программным обеспечением. Показана структурная схема взаимодействия узлов комплекса, представлены их технические характеристики. Построена диаграмма, которая формализует технологический процесс сканирования поверхности трубопровода. Рассмотрены также вопросы навигации и позиционирования робототехнической платформы. Результатами исследования являются подбор необходимого оборудования для сканирования трубопровода, а также разработка примерного алгоритма сканирования.

**Ключевые слова:** дефекты трубопроводов, лазерный сканер, камера, робототехническая платформа, алгоритм

## RESEARCH OF THE PROBLEM OF DIAGNOSTICS OF PIPELINE SURFACE THROUGH THE USE OF AUTOMATED TOOLS AT OIL AND GAS INDUSTRY ENTERPRISES

Polyakov N.S., Galina L.V.

*Orenburg State University, Orenburg, e-mail: hiki1606@mail.ru, lubov51@yandex.ru*

The purpose of the work is to increase the efficiency and reliability of production through the timely detection, identification and elimination of defects in pipeline sections using laser scanning technology. This will further make it possible to reduce the negative consequences of possible emergency situations. The condition of oil and gas industry pipelines has a direct impact on environmental safety, since most pipelines are located outside production areas and there is no possibility of constant monitoring of their condition. A necessary safety condition is to guarantee the integrity of the pipeline network, which is designed to ensure that there is no impact on the environment, while at the same time the task is to minimize maintenance costs. The article presents possible pipeline damage and methods of protection against these damages, and analyzes the issue of direct assessment of external corrosion and mechanical defects of pipelines using a 3D laser scanner with special software. A block diagram of the interaction of the complex nodes is shown, and their technical characteristics are presented. A diagram has been constructed that formalizes the technological process of scanning the pipeline surface. The issues of navigation and positioning of the robotic platform are also considered. The results of the study are the selection of the necessary equipment for pipeline scanning, as well as the development of an approximate scanning algorithm.

**Keywords:** pipeline defects, laser scanner, camera, robotic platform, algorithm

Нефтепроводы и газопроводы – компонент общей энергетической инфраструктуры, транспортирующей нефть и газ от места добычи и переработки к конечным потребителям. Надежность и безопасность этих трубопроводов имеют решающее значение. Нефтегазовая отрасль несет большие расходы по устранению неисправностей, связанных в том числе с коррозией трубопроводов, вызванной наличием различных химических элементов, таких как Hg, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, карбона-

тов и хлоридов в пластовых водах. Операторы должны постоянно контролировать состояние поверхности участков трубопровода во избежание появления прорывов.

Цель работы состояла в разработке способов своевременного обнаружения, идентификации и устранения дефектов на участках трубопровода с использованием технологии лазерного сканирования для снижения негативные последствия возможных аварийных ситуаций.

### Материалы и методы исследования

Объект исследования – участок трубопровода. Для нормального протекания технологического процесса необходимо проводить контроль состояния поверхности трубопровода во избежание аварийных ситуаций.

Снижение потерь, вызванных коррозией, является одной из основных задач в нефтегазовой отрасли для разработки точных методов мониторинга с использованием неразрушающего контроля на основе результатов испытаний и наблюдений за частотой отказов.

Внешний вид трубопроводов, подвергшихся коррозии, показан на рис. 1. Возможны такие повреждения, как трещины, вмятины, остаточные окалины, деформации и т.д.

В нефтегазовой отрасли применяют различные методы защиты от коррозии, такие как использование дозированных ингибиторов или модификаторов, а также катодная защита. Но даже такие методы не дают гарантии отсутствия повреждения трубопроводов. Отсюда возникает проблема контроля коррозии для повышения безопасности трубопроводов и промышленных установок [1].

Одним из методов неразрушающего объемного контроля (НК) является ультразвуковой контроль, он позволяет обнаружить дефекты во всем объеме испытываемого материала. Методика основана на явлении распространения ультразвуковых волн в испытываемые материалы, введенные через ультразвуковой преобразователь.



Рис. 1. Внешний вид трубопроводов, подвергшихся коррозии

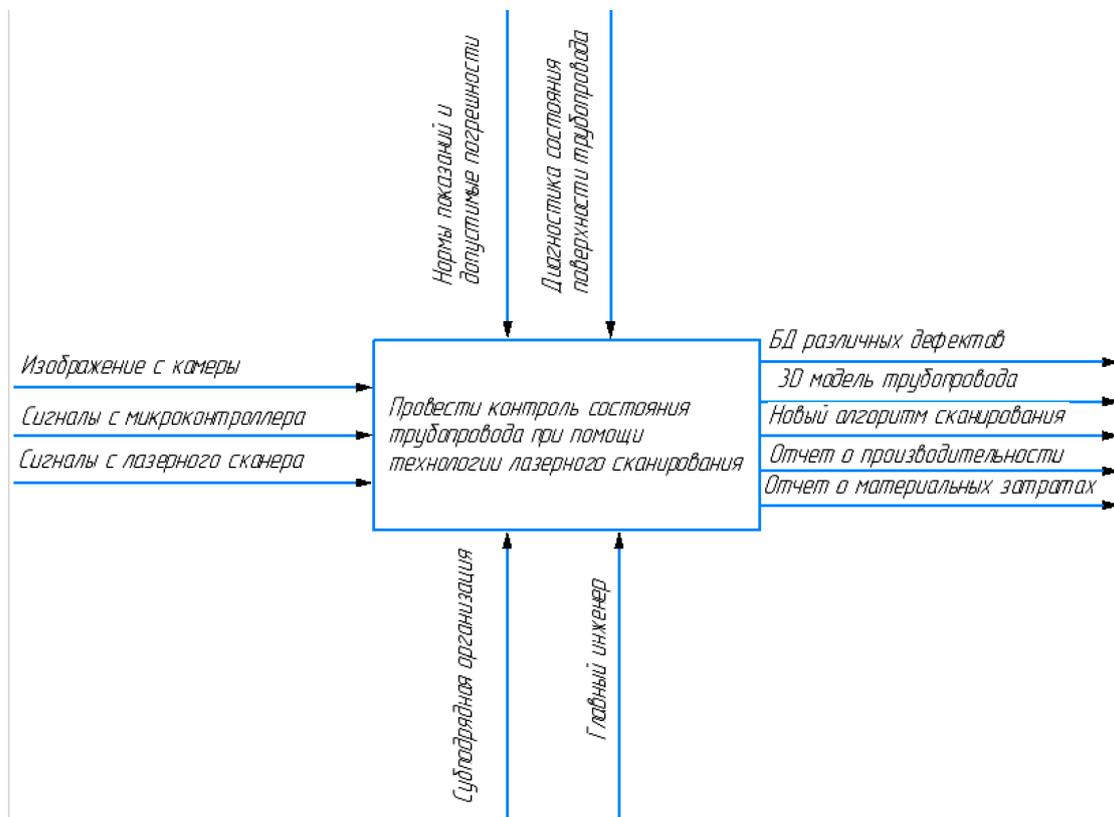


Рис. 2. Контекстная диаграмма верхнего уровня

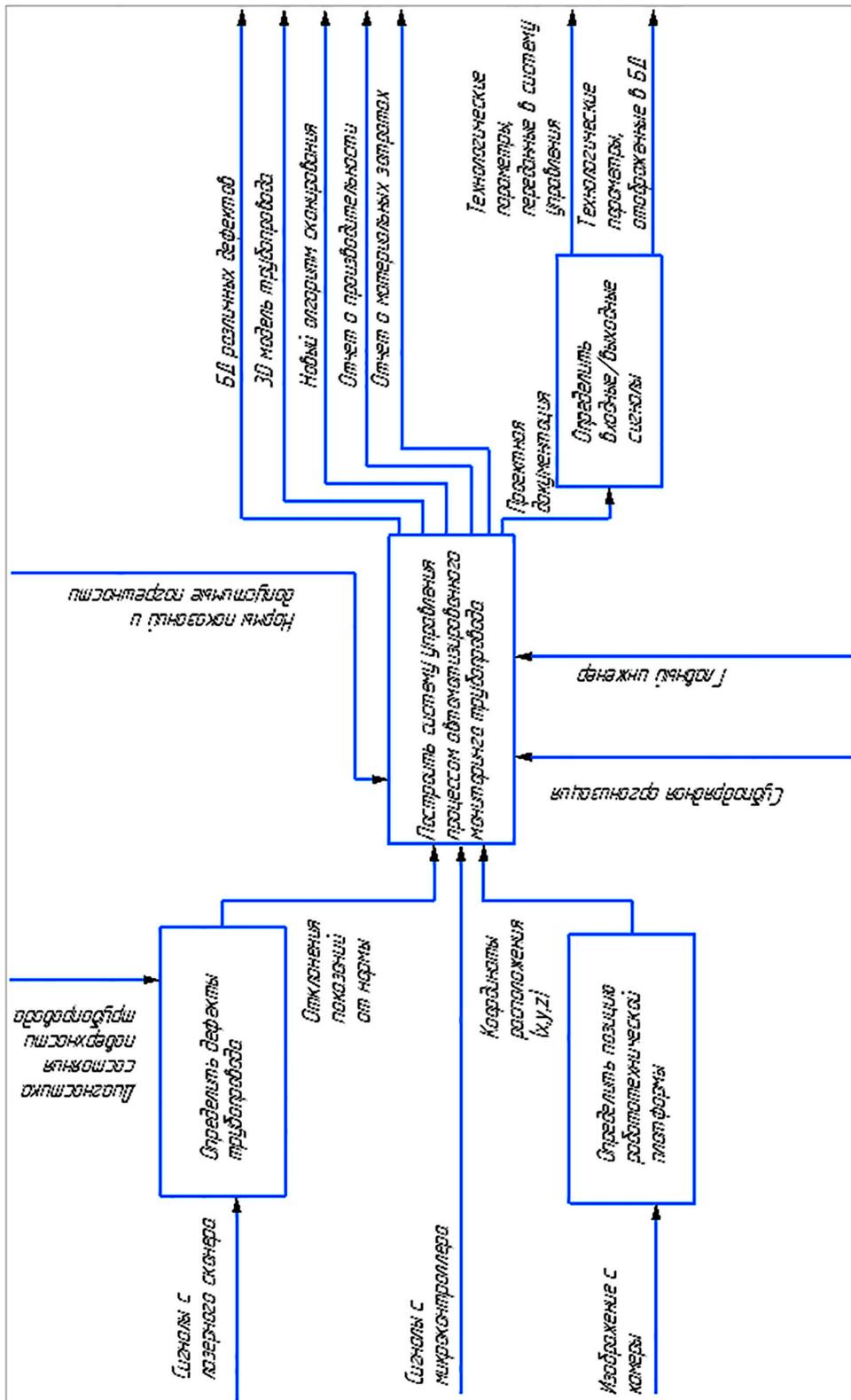


Рис. 3. IDEF-диаграмма декомпозиции 1 уровня

Ультразвуковой контроль основан на наблюдении зарегистрированных импульсов, полученных от разрывов материи и отражения от нижней части испытуемого элемента или границ сред с разными скоростями распространения волн. Анализируется информация о размере встреченного ущерба, а также различные параметры ультразвукового поля (такие как интенсивность, направление распространения волны и время прохождения). В зависимости от параметров, выбранных для этого поля, можно обнаружить внутренние дефекты, а также поверхностные и подповерхностные разрушения.

В ходе анализа контроля трубопроводов была построена контекстная диаграмма верхнего уровня (рис. 2), позволившая формализовать информацию [2].

Главный процесс – это проведение контроля состояния трубопровода при помощи технологии лазерного сканирования.

Входной информацией для процесса контроля состояния трубопровода является изображение с камеры, сигналы с микроконтроллера и сигналы с лазерного сканера. Изображение с камеры передается в режиме реального времени для повышения качества процесса контроля. Для нормального протекания технологического процесса устройства, обеспечивающие получение входной информации (камера, лазерный сканер, микроконтроллер), были заранее настроены на определенный режим.

Управляющими воздействиями в процессе контроля состояния трубопровода являются нормы показаний и допустимые погрешности измерений [3]. При выходе этих параметров за пределы нормы производится повторная съемка для повышения качества процесса контроля трубопроводов.

Результатами процесса проведения контроля являются база данных различных дефектов, трехмерная модель трубопровода, новый алгоритм сканирования, отчет о производительности, отчет о материальных затратах.

Основными исполнителями процесса контроля являются люди, ответственные

за технологический процесс (главный инженер и работники подрядной организации).

Также была разработана диаграмма декомпозиции 1 уровня, которая изображена на рис. 3.

Здесь выделяются четыре главных процесса:

- определить дефекты трубопровода;
- определить позицию робототехнической платформы;
- построить систему управления процессом автоматизированного мониторинга трубопровода;
- определить входные/выходные сигналы.

Все процессы идут последовательно и зависят друг от друга. Так, параметры настройки (класс точности, глубина сканирования) передаются в систему автоматизации.

Затем формируются входные/выходные сигналы и записываются в систему управления.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для контроля состояния трубопроводов чаще всего применяют автоматизированные системы. Примером такой системы выступает комплекс робототехнической платформы с камерой Kinect и датчиком лазерного сканера Hokuyo UTM 30LX-EW.

Алгоритмы работы комплекса предложено реализовывать с использованием Raspberry Pi в среде ROS и Ubuntu Linux. На рис. 4 представлена структурная схема подключения узлов [4, 5].

Изображение глубины, поступающее с камеры Kinect, преобразуется в данные лазерного сканирования с помощью узла «глубокое изображение для лазерного сканирования». В зависимости от данных сканирования алгоритм SLAM (Система локализации и картографии) вычисляет позицию и карту. А программное обеспечение Rviz необходимо для визуализации карты на экране.

В работе был использован лазерный сканер Hokuyo UTM 30LX-EW, технические характеристики которого указаны в табл. 1.

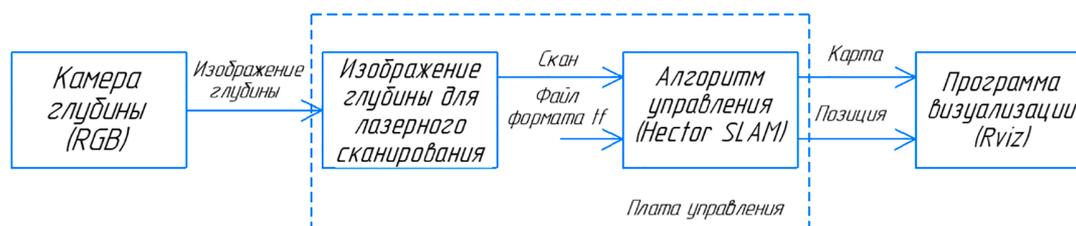


Рис. 4. Структурная схема комплекса

Таблица 1

## Технические характеристики лазерного сканера Hokuyo UTM 30LX-EW

Модель	UTM-30LX-EW
Источник света	Лазерный полупроводниковый диод $\lambda = 905$ нм, класс лазера 1
Источник питания	12 В пост. тока $\pm 10\%$
Ток питания	МАКС.: 1 А, норм.: 0,7 А
Потребляемая мощность	Менее 8 Вт
Диапазон и объект обнаружения	Гарантированный диапазон: от 0,1 до 30 м (белый лист). Макс. диапазон: от 0,1 до 60 м. Мин. ширина обнаружения на расстоянии 10 м: 130 мм (меняется в зависимости от расстояния)
Погрешность	от 0,1 до 10 м: $\pm 30$ мм, от 10 до 30 м: $\pm 50$ мм (белый лист) До 3000 люкс: белый лист: $\pm 30$ мм (от 0,1 до 10 м) До 100 000 люкс: белый лист: $\pm 50$ мм (от 0,1 до 10 м)
Разрешающая способность измерительной системы и воспроизводимость точности измерений	1 м от 0,1 до 10 м: $\sigma < 10$ мм, от 10 до 30 м: $\sigma < 30$ мм (белый лист) До 3000 люкс: $\sigma = 10$ мм (белый лист до 10 м) До 100 000 люкс: $\sigma = 30$ мм (белый лист до 10 м)
Угол сканирования	270°
Угловое разрешение	0,25°(360°/1440)
Скорость сканирования	25 мс (частота вращения двигателя: 2400 об/мин)
Интерфейс	Ethernet 100BASE-TX
Выход	Выход синхронизации, одноточечный
Светодиодный индикатор	Зеленый: питание. Красный: нормальная работа (горит ровным светом), неполадка (мигает)
Условия окружающей среды (температура, влажность)	от -10 до +50 градусов Цельсия Менее 85 % отн. влажности.
Температура хранения	от -25 до +75 градусов Цельсия
Влияние внешних условий	Измеренное расстояние будет короче фактического в случае дождя, снега или работы в условиях прямого солнечного света

Таблица 2

## Технические характеристики камеры Kinect

Датчики	– Камера глубины и цвета – Многопозиционный микрофон – Механизм наклона для регулировки датчика
Углы обзоров	– Горизонтальный угол обзора: 57 градусов – Вертикальный угол обзора: 43 градуса – Диапазон наклона: $\pm 27$ градусов – Диапазон датчика глубины: 1,2–3,5 м
Потоки данных	– 320x240 16-бит глубина, 30 кадров в секунду – 640x480 32-бит цвет, 30 кадров в секунду – 16-битное аудио, 16 kHz

Помимо лазерного сканера использовалась камера Kinect, благодаря которой роботу проще ориентироваться в пространстве.

Kinect – камера RGB-D, разработанная компанией PrimeSense в сотрудничестве с Майкрософт. Впервые она была представлена в ноябре 2010 г. в качестве аксессуара для X-box 360. Однако из-за своих уникальных особенностей и низкой цены стала

широко использоваться в промышленности, а также в исследованиях в различных областях, таких как компьютерная графика, обработка изображений, компьютерное зрение и взаимодействие человека и машины. Камера Kinect состоит в основном из камеры RGB и датчика глубины. Кроме того, она также оснащена акселерометром, мотором и многонаправленным микрофоном.

Технические характеристики камеры Kinect показаны в табл. 2.

Передвижение комплекса обеспечивалось колесными мобильными роботами. Такие роботы, как правило, оборудованы одним или несколькими ведущими колесами и имеют дополнительное свободное колесо.

В работе [6] предложен мобильный робот с дифференциальным приводом. Навигация – главная задача для автономных роботов. При управлении роботами наиболее часто находят применение алгоритм SLAM.

Задача алгоритма SLAM – найти решение, позволяющее мобильному роботу локализоваться в неизвестной среде без какой-либо начальной позиции и одновременно строить карту для этой среды.

Для начальной карты удобно использовать план участка с наложенными на него чертежами установки нефтегазового оборудования.

При этом присутствуют две сложности:

- требуется координаты объектов на плане и чертеже преобразовать в систему координат робота;

- сам робот в начальный момент времени должен быть довольно точно установлен в известные координаты на местности.

В работе [7] изучался метод динамического лазерного сканирования препятствий в трубопроводе и разработка устройства обнаружения неисправностей.

В исследовании автора статьи датчик, основанный на принципе инфракрасного лазерного измерения, использовался с высокопроизводительным чипом ARM для определения места повреждения трубопровода силового кабеля.

Система проектирования состоит из основного чипа управления ARM, лазерного датчика, модуля базовой схемы и данных, модуля обработки и управления. В качестве датчика был выбран бесконтактный лазерный модуль VL53L0X. По сравнению с предыдущим поколением лазерных датчиков, модуль небольшой, с сильной защитой от помех, высокой точностью и хорошей стабильностью. Жидкокристаллический дисплей имеет низкое энергопотребление, цветной дисплей, который используется для отображения сигнала расстояния и отображения режима работы.

В режиме высокоточного измерения с увеличением расстояния измерения ошибка не сильно меняется, а погрешность измерения в основном одинакова для разных препятствий. В режиме измерения на большом расстоянии по мере увеличения расстояния измерения ошибка становится все больше и больше, и различные препятствия оказывают большее влияние на ошибку.

На рис. 5 изображен примерный алгоритм работы системы сканирования трубопровода.

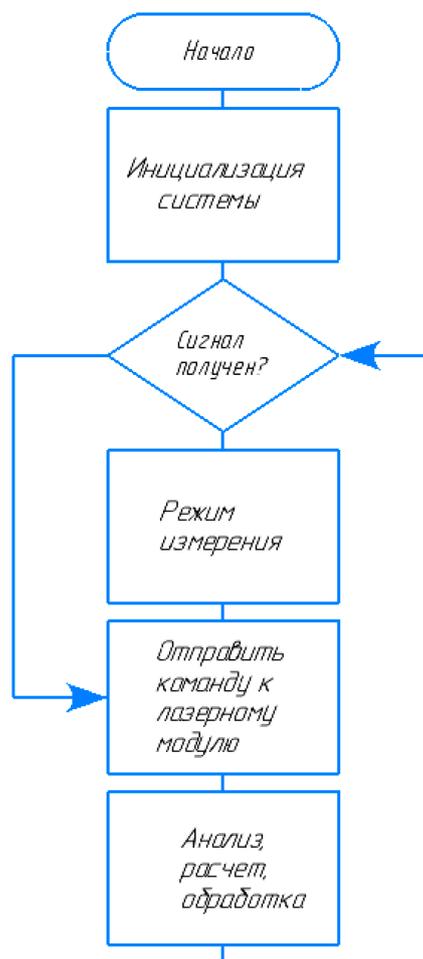


Рис. 5. Примерный алгоритм работы системы сканирования трубопровода

Основная программа системы инициализирует систему, отправляет команду запуска на микроконтроллер, выбирает режим согласно команде модулю лазерной дальнометрии, а затем отправляет ответные данные через последовательный порт. Микроконтроллер получает данные, обрабатывает, вычисляет и отображает их на модуле жидкокристаллического дисплея.

### Заключение

Таким образом, были рассмотрены возможные дефекты трубопровода и методы их защиты. Данные о трубопроводе (диаметр трубы, длина участка, отклонения от нормы), полученные в ходе сканирования трубопроводов, будут использованы на предприятиях нефтегазовой отрасли. На экране монитора диспетчера будет ото-

бражаться общее состояние различных объектов, а также определяться срок проведения необходимых диагностических мероприятий.

Разработка нового алгоритма сканирования трубопровода повысит эффективность газоперекачивающих агрегатов. При этом материальные затраты на ремонт и техническое обслуживание сократятся.

#### Список литературы

1. Lu F., Milio E. Robot pose estimation in unknown environments by matching 2d-range scans // *Journal of Intelligent and Robotic Systems*. Amsterdam. 2018. № 10 (105). С. 249–275.
2. Михайлов Б.Б., Назарова А.В., Ющенко А.С. Автономные мобильные роботы – навигация и управление // *Известия ЮФУ. Технические науки*. Ростов-на-Дону. 2016. № 2 (175). С. 48–67.
3. Алтынцев М.А., Карпик П.А. Методика создания цифровых трехмерных моделей объектов инфраструктуры нефтедобывающих комплексов с применением наземного лазерного сканирования // *Вестник СГУГИТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*. 2020. № 2. С. 121–139.
4. Сивожелезова А.А. Основные принципы создания 3D-моделей. Понятия и методы оптимизации в трехмерной графике // *Молодой ученый*. 2020. № 10 (300). С. 10–15.
5. Евдокимова Т.С., Синодкин А.А., Федосова Л.О., Тюриков М.И. Система позиционирования и идентификации мобильной робототехнической платформы в ограниченном и открытом пространстве // *Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева*. 2018. № 2 (121). С. 16–25.
6. Давыдов О.И., Платонов А.К. Алгоритм управления дифференциальным приводом мобильного робота РБ-2 // *Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша*. 2015. № 025. 16 с.
7. Zhongxing L., Caihong Z., Guojian H., Haixia M. Design of cable pipeline fault location device based on dynamic laser scanning // *Journal of Physics: Conference Series*. Guangzhou. 2022. № 56 (123). С. 149–175.

УДК 004.33:378.14  
DOI 10.17513/snt.40064

## РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТИПА ОЧЕРЕДЬ В MICROSOFT EXCEL

Страбыкин Д.А.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», Киров, e-mail: Strabykin@mail.ru

Цель исследования: анализ возможностей построения и экспериментального исследования учебных функциональных моделей запоминающих устройств типа очередь с помощью табличного процессора Microsoft Excel. Рассматривается кольцевая очередь на основе блока памяти и регистров-счетчиков для хранения и отслеживания положения головы и хвоста очереди. Выделяются четыре варианта организации очереди в зависимости от того, на какую ячейку памяти в режиме хранения указывают счетчик записи (первую свободную или последнюю занятую) и счетчик чтения (первую занятую или последнюю свободную). Приводятся структура и алгоритмы работы моделируемой очереди. Рассматривается разработка функциональной модели, включающая: реализацию структуры, режимов и алгоритмов работы моделируемой очереди; разработку экранной формы для проведения экспериментальных исследований; описание изменения состояний регистров, счетчиков, ячеек памяти и триггеров признаков в зависимости от управляющих и тактовых сигналов; представление работы всех узлов и блоков очереди стандартными функциями MS Excel. Экспериментальное исследование кольцевой очереди позволяет следить за формированием признаков «очередь заполнена» и «очередь пуста», а также наблюдать «перемещение» недоступной для записи ячейки памяти по множеству ячеек блока памяти. Особенностью моделируемой очереди является наличие дополнительного режима параллельной записи и чтения, который позволяет в одном обращении к блоку памяти в первом такте выполнять запись, а во втором – чтение. Для проведения экспериментального исследования разработанной функциональной модели очереди достаточно воспроизвести на листе MS Excel экранную форму и ввести в используемые ячейки приведенные в работе формулы. Простота и наглядность экранной формы, автоматическое формирование очередного записываемого данного упрощают отладку и исследование модели очереди.

**Ключевые слова:** запоминающие устройства типа очередь, компьютерные практикумы по ЭВМ, действующие функциональные модели, применение Microsoft Excel

## DESIGN AND EXPERIMENTAL STUDIES OF FUNCTIONAL MODELS OF QUEUE MEMORY DEVICES USING MICROSOFT EXCEL

Strabykin D.A.

Vyatka State University, Kirov, e-mail: Strabykin@mail.ru

The purpose of the article is to analyze the possibilities of design and experimental studies of educational functional models of queue memory devices using Microsoft Excel spreadsheet application. It considers circular queue consisting of a memory block and counter registers to track the head and the tail of the queue. Four approaches to queue implementation are described based on which memory cell the registers are pointing to. For head register it can be either first non-empty memory cell or the last empty one, and for tail register it could be either first empty memory cell or the last occupied one. Creation of a functional model is discussed. The model development includes: data structure implementation; operation modes and algorithms of the queue; design of a user interface i.e. a screen form for experimental studies; description of how the states of registers, memory cells, and special flags change depending on control and clock signals; simulation of work of all queue's nodes and blocks with standard functions of MS Excel. Experiments allow to observe how flags "the queue is empty" and "the queue is full" are set and occupied cells are migrating across the memory block. A special feature of the queue being simulated is the support for parallel read and write operations. It allows in a single access to the memory block to perform a write operation on the first clock cycle and read operation in the second clock cycle. To perform the experiment on the designed functional model one needs to create the described screen form and enter the specified formulae into the spreadsheet's cells. Debugging and researching the model is simplified by the clarity of the screen form and its ability to automatically generate the data to be added to the queue next.

**Keywords:** queue-type storage devices, functioning functional models, computer workshops on computers, application MicrosoftExcel

Значительная часть образовательных программ высшего и среднего профессионального образования включает дисциплины, связанные с функциональной организацией вычислительных устройств и архитектурой вычислительных машин. При этом в ряде программ схемотехническая подготовка обучающихся не предусматривается, что делает затруднительным, а в

некоторых случаях и нецелесообразным использование в учебном процессе популярных программных средств автоматизированного проектирования, предполагающих такую подготовку. В то же время разработка и экспериментальное исследование обучающимися функциональных моделей изучаемых устройств, не требующая схемотехнической подготовки, облегчает бо-

лее глубокое изучение устройств на функциональном уровне. В связи с этим представляет интерес использование в качестве средства функционального моделирования широко известного табличного процессора Microsoft Excel, позволяющего ограничиться «крупноблочным» представлением моделируемых устройств, отвлекаясь от схемотехнических особенностей их реализации.

Цель работы: анализ возможностей построения и экспериментального исследования учебных функциональных моделей запоминающих устройств типа очередь с помощью табличного процессора Microsoft Excel.

Очередь можно определить как структуру данных, представляющую собой список элементов, организованных по принципу «первым пришел – первым вышел» (First In – First Out, FIFO). При реализации очереди могут быть использованы различные масштабы аппаратной поддержки. В частности, при программной реализации такая поддержка ограничивается выделением области оперативной памяти вычислительной машины для накопителя очереди [1-3]. Полностью аппаратная очередь обычно строится на основе адресного блока памяти и регистров-счетчиков для хранения и отслеживания положения головы и хвоста очереди. Возможно также и совместное использование программной и аппаратной реализации очередей [4]. Как правило, при организации работы очереди предусматривается слежение за ее состоянием. Выявляются два состояния: отсутствие данных (в этом случае блокируется чтение) и полное заполнение очереди (блокируется запись). Существуют различные алгоритмы управления переполнением очередей [5; 6]. Выделяют два вида очереди: линейная и кольцевая. Распространенной формой очереди является кольцевой или циклический буфер. В кольцевой оче-

реди, в отличие от линейной, после записи данных в последнюю ячейку следующей ячейкой для записи становится первая ячейка очереди. Аналогично за чтением данных из последней ячейки следует чтение из первой ячейки очереди. Такая организация очереди, в отличие от обычного линейного буфера, позволяет использовать ячейки в начале очереди, освободившиеся после чтения данных, для продолжения процесса записи после занесения данных в последнюю ячейку очереди. Однако в этом случае при формировании условий для состояний отсутствия данных и полного заполнения очереди приходится уменьшать на единицу число используемых ячеек очереди.

В зависимости от того, какую ячейку памяти (ЯП) в режиме хранения выделяют счетчик записи (СЗ) (первую свободную или последнюю занятую) и счетчик чтения (СЧ) (первую занятую или последнюю свободную), возможны четыре варианта организации кольцевой очереди на основе блока памяти. Эти варианты представлены в таблице 1, где N – число ЯП в очереди, «%» – символ операции вычисления остатка от деления,  $A_{\min}$  – минимальное,  $A_{\max}$  – максимальное значение СЗ и СЧ.

Следует заметить, что число доступных для записи ЯП ( $N_D$ ) в кольцевой очереди на единицу меньше фактического числа:  $N_D = N - 1$ . Эту особенность можно пояснить на примере первого варианта очереди (табл. 1, строка 1). Условие полностью заполненной очереди, приостанавливающее процесс записи, выполняется, когда после очередной записи содержимое СЗ становится на единицу меньше (с учетом определения остатка от деления) содержимого СЧ:  $(CЗ+1)\%N = CЧ$ . Таким образом, между последней записанной и первой считываемой ЯП всегда будет находиться временно недоступная свободная ЯП.

Таблица 1

Варианты организации кольцевой очереди на основе блока памяти

№	СЗ		СЧ		Полное заполнение	Отсутствие данных	Начальная установка	
	Адрес ЯП	«+1»	Адрес ЯП	«+1»			СЗ	СЧ
1	Первая свободная	После записи	Первая занятая	После чтения	$(CЗ+1)\%N = CЧ\%N$	$CЗ\%N = CЧ\%N$	$A_{\min}$	$A_{\min}$
2	Первая свободная	После записи	Последняя свободная	Перед чтением	$CЗ\%N = CЧ\%N$	$CЗ\%N = (CЧ+1)\%N$	$A_{\min}$	$A_{\max}$
3	Последняя занятая	Перед записью	Первая занятая	После чтения	$(CЗ+2)\%N = CЧ\%N$	$(CЗ+1)\%N = CЧ\%N$	$A_{\max}$	$A_{\min}$
4	Последняя занятая	Перед записью	Последняя свободная	Перед чтением	$(CЗ+1)\%N = CЧ\%N$	$CЗ\%N = CЧ\%N$	$A_{\max}$	$A_{\max}$

*Структура и режимы работы моделируемой очереди*

Разработка и экспериментальное исследование функциональных моделей запоминающих устройств типа очередь рассматривается на примере кольцевой очереди на основе блока памяти, имеющей организацию в соответствии с вариантом 2 (табл. 1, строка 2). Очередь, так же как и стек, относится к безадресным запоминающим устройствам и по структуре, режимам и алгоритмам работы имеет много общего со стеком. В то же время у моделируемой кольцевой очереди есть существенные отличия от стека, в том числе: представляет собой кольцевой буфер; вместо одного регистра-счетчика адреса, который работает как суммирующий и вычитающий, содержатся два суммирующих; используется другой алгоритм чтения; иначе формируются признаки положительного и отрицательного переполнения. Предполагая совместное рассмотрение стека

и очереди при изучении безадресных запоминающих устройств, с целью облегчения работы с моделями этих устройств далее, по возможности, используются обозначения и форма изложения (структура описания, названия таблиц, представляющих работу модели, и подрисуночных подписей для схем и экранных изображений), принятые в работе [7].

Структура моделируемой очереди приведена на рисунке 1а, где СЗ – счетчик записи, выполняющий функции регистра указателя (маркера) записи; БП – блок памяти, выполняющий функции накопителя очереди; СЧ – счетчик чтения, выполняющий функции регистра указателя (маркера) чтения; МП – мультиплексор адреса, позволяющий подавать на адресные входы БП при записи адрес из СЗ, а при чтении – из СЧ; РЗД – регистр записи данных; РЧД – регистр чтения данных. Аналогичный БП, а также РЗД и РЧД могут использоваться в стеке.

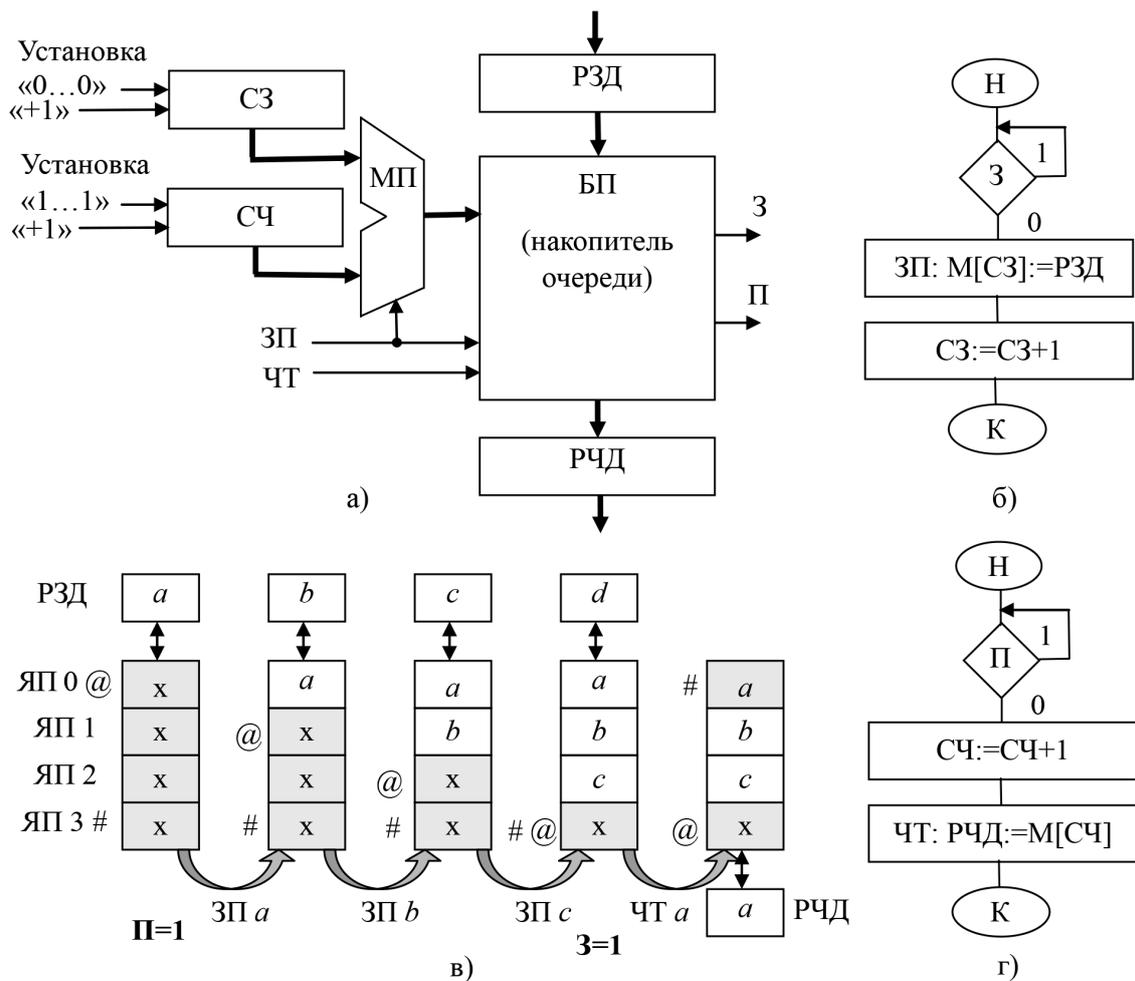


Рис. 1. Очередь на основе блока памяти: структура (а), алгоритм записи (б), алгоритм чтения (в), пример записи и чтения (г)

В очереди предусмотрена установка СЗ в нулевое состояние при подаче сигнала «Установка “0...0”», а СЧ – в состояние 11...1 при подаче сигнала «Установка “1...1”». Кроме того, содержимое любого из этих счетчиков можно увеличить на единицу с помощью соответствующего сигнала «+1». Счет в СЗ и СЧ выполняется по модулю максимального числа (в примере по модулю 7 – «111»), после достижения которого идет нулевое значение и счет продолжается. В очереди также формируются два признака: З (очередь полностью заполнена) и П (очередь пуста). При З=1 приостанавливается запись, а при П=1 – чтение.

Очередь работает в трех основных режимах: запись, чтение и хранение. Очередь находится в режиме хранения при отсутствии сигналов ЗП (запись) и ЧТ (чтение). Алгоритмы записи и чтения приведены на рисунках 1б и 1г, где М[СЗ] – содержимое ячейки БП с адресом, указанным в СЗ, а М[СЧ] – в СЧ.

Работа очереди на примере записи последовательности данных *a*, *b*, *c* и чтения данного *c* показана на рисунке 1в, где ЯП 0, ЯП2 1, ЯП 2, ЯП 3 – ячейки БП; символ «@» – маркер записи, отмечающий ячейку, адрес которой находится в СЗ; символ «#» – маркер чтения, отмечающий ячейку, адрес которой находится в СЧ. В примере перед записью данного *a* очередь пуста (П=1), а после записи данного *c* – полностью заполнена (З=1).

*Разработка функциональной модели очереди*

Разрабатывается функциональная модель учебного варианта очереди, накопите-

лем которой является БП, содержащий восемь 8-разрядных ячеек памяти. Для удобства проведения экспериментальных исследований в функциональную модель очереди внесены дополнения и изменения, аналогичные тем, что использовались в функциональной модели стека [7]:

- включены поля для задания управляющих сигналов ЗП, ЧТ, НУ (начальная установка), ВД (ввод данных) и 8-разрядное поле Д (данные);

- РЗД заменен на регистр счетчик данных (РСД), в который можно не только заносить данные из поля ввода данных Д, но и (в режиме записи) автоматически увеличивать содержимое РСД на единицу (при ВД=1);

- добавлен блок управления (БУ) с управляющим выходом Т, состояние которого при каждом нажатии клавиши F9 (при НУ=0) меняется на противоположное, моделируя подачу четных (Т=0) и нечетных (Т=1) тактовых сигналов в узлы и блоки очереди, прекращающуюся при установке очереди в начальное состояние (НУ=1).

Изменения состояний регистров, ячеек памяти и признаков очереди в зависимости от поступающих управляющих и тактовых сигналов приведены в таблице 2. При этом работа РСД, РЧД и ячеек блока памяти описывается так же, как и в функциональной модели стека, где они имеют аналогичное назначение [7].

Структура учебной очереди при проведении экспериментальных исследований отображается на экранной форме, приведенной на рисунке 2, где в соответствии с таблицей 2 зафиксированы примеры состояний регистров, ячеек памяти и триггеров для начальной установки, записи и чтения.

**Таблица 2**

Изменение состояний регистров, ячеек памяти и триггеров признаков очереди в зависимости от управляющих и тактовых сигналов

Регистр / ЯП / признак	Состояние регистра, триггера признака или ЯП очереди в следующем такте				
	НУ=1	ЗП=1		ЧТ=1	
		Т=1	Т=0		Т=1
РСД	=Д	=РСД	=Д, если ВД=0; =РСД+1, если ВД=1		=РСД
РЧД	=00000000	=РЧД	=РЧД		=ЯП[СЧ]
ЯП[i]	=00000000, i=0,1,...,7	ЯП[СЗ]:=РСД	=ЯП[i]		=ЯП[i]
СЗ	=000	=СЗ	=СЗ+1, если З=0, иначе =СЗ		=СЗ
СЧ	=111	=СЧ	=СЧ		=СЧ+1, если П=0, иначе =СЧ
З	=0	=З	=1, если СЗ=СЧ, иначе =З		=0
П	=1	=0	=0		=1, если СЧ+1=СЗ, иначе =П

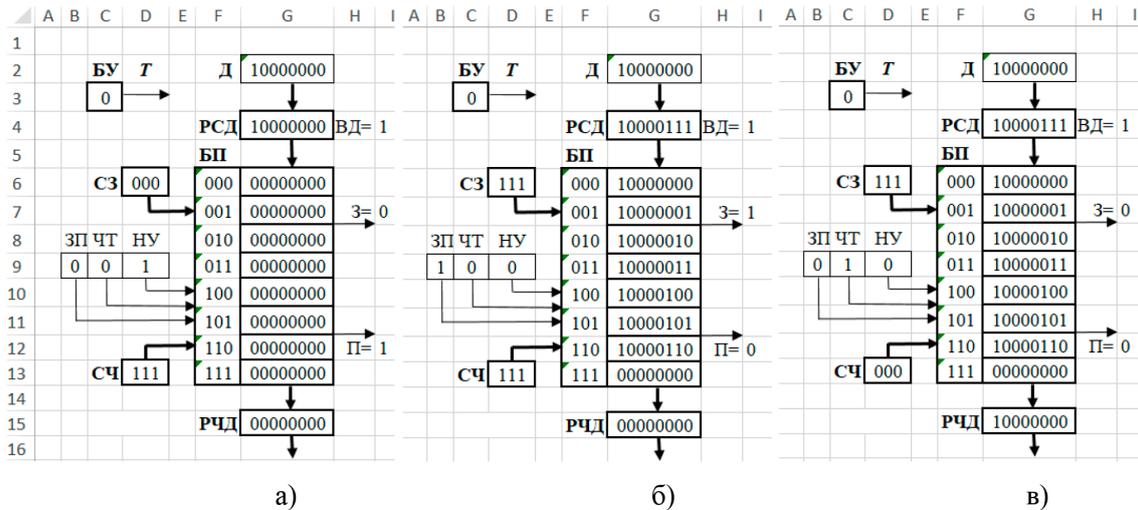


Рис. 2. Экранная форма для экспериментального исследования очереди: начальная установка и приостановка чтения (а), запись и приостановка записи (б), чтение (в)

Таблица 3

Функциональное моделирование узлов и блоков очереди с помощью формул MS Excel

N	Регистр / ЯП / признак	Формула MS Excel
1	БУ[C3]	=ЕСЛИ(И(НЕ(D9);НЕ(C3));1;0)
2	РСД[G4]	=ЕСЛИ(ИЛИ(D9;И(B9;НЕ(C3);НЕ(I4)));G2;ЕСЛИ(И(B9;I4;НЕ(C3);НЕ(I7));ОСНОВАНИЕ(ДЕС(G4;2)+1;2;8);G4))
3	РЧД[G15]	=ЕСЛИ(D9;>»00000000»;ЕСЛИ(И(C9;НЕ(C3);НЕ(I12));ВЫБОР(ДЕС(D13;2)+1;G6;G7;G8;G9;G10;G11;G12;G13);G15))
4	ЯП[G6] (ЯП 0)	=ЕСЛИ(D\$9;>»00000000»;ЕСЛИ(И(B\$9;D\$6=F6;C\$3;НЕ(I\$7));G\$4;G6))
5	СЗ[D6]	=ЕСЛИ(D9;>»000»;ЕСЛИ(D6=>»1000»;»000»;ЕСЛИ(И(B9;НЕ(C3);НЕ(I7));ПСТР(ОСНОВАНИЕ(ДЕС(D6;2)+1;2;4);2;3);D6)))
6	СЧ[D13]	=ЕСЛИ(D9;>»111»;ЕСЛИ(D13=>»1000»;»000»;ЕСЛИ(И(C9;C3;НЕ(I12));ПСТР(ОСНОВАНИЕ(ДЕС(D13;2)+1;2;4);2;3);D13)))
7	З[I7]	=ЕСЛИ(ИЛИ(D9;C9);0;ЕСЛИ(И(B9;НЕ(C3);D6=ПСТР(ОСНОВАНИЕ(ДЕС(D13;2);2;4);2;3));1;I7))
8	П[I12]	=ЕСЛИ(D9;1;ЕСЛИ(B9;0;ЕСЛИ(И(C9;C3;D6=ПСТР(ОСНОВАНИЕ(ДЕС(D13;2)+1;2;4);2;3));1;I12)))

При разработке модели очереди каждому регистру, ЯП и признаку выделяется ячейка MS Excel, в которую помещается формула, описывающая его функционирование. В таблице 3 приведены сокращенные обозначения узлов и блоков очереди с указанными в квадратных скобках ссылками на ячейки MS Excel, содержащие соответствующие формулы, а также сами формулы. В модели очереди для моделирования отдельных узлов и блоков используются те же самые ячейки MS Excel, что и для аналогичных по назначению узлов и блоков стека. Благодаря этому формулы, описывающие работу БУ[C3], РСД[G4] и ячеек блока памяти полностью, а РЧД[G15] – частично совпадают с формулами, используемыми при моделировании стека [7].

Сохранение состояний ячеек MS Excel в процессе моделирования обеспечивается использованием формул с циклическими ссылками.

#### Экспериментальные исследования

Экспериментальные исследования требуют изменений параметров MS Excel, связанных с вычислением формул (вычисления в книге «вручную» и итеративные вычисления с предельным числом итераций, равным единице), которые обеспечивают моделирование выполнения такта в модели очереди, благодаря тому что при каждом нажатии клавиши F9 вызывают пересчет формул. Работа очереди исследуется в следующих трех режимах: записи, чтения и параллельного выполнения записи и чтения.



тальных исследований рассмотренного варианта очереди достаточно нарисовать на листе MS Excel изображенную на рисунке 2 экранную форму и ввести в используемые ячейки формулы в соответствии с таблицей 3. Простота и наглядность экранной формы, автоматическое формирование очередного записываемого данного упрощают отладку и исследование модели устройства. Количество вариантов организации учебных очередей для моделирования может быть удвоено путем добавления очередей, растущих от старших к младшим адресам.

#### Список литературы

1. Барковский Е.А., Соколов А.В. Модель управления двумя параллельными FIFO-очередями, двигающимися друг за другом в общей памяти // Моделирование систем и процессов. 2016. № 1. С. 65-73.
2. Сазонов А.М. Соколов А.В. Математическая модель оптимального управления настраиваемой очередью из двух последовательных циклических FIFO-очередей в общей памяти // Информационно-управляющие системы. 2017. № 4. С. 44-50.
3. Барковский Е.А., Соколов А.В. Оптимальное управление двумя параллельными FIFO-очередями на бесконечном времени // Информационно-управляющие системы. 2015. № 5. С. 65-71.
4. Егоров В.Б. Способ организации обработки пакетов в интегрированных сетевых процессорах // Системы и средства информатики. 2017. Т. 27, № 1. С. 108-121.
5. Бритвин Н.В., Мешавкин К.В. Анализ алгоритмов управления очередями для улучшения информационного взаимодействия методом сетевого кодирования // Труды МАИ. 2020. № 110. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=112881> (дата обращения: 18.04.2024).
6. Барабанова Е.А., Береснев И.А. Дискретное имитационное моделирование алгоритма организации очереди в буфере маршрутизатора // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2015. № 1 (58). С. 135-147.
7. Страбыкин Д.А. Разработка действующих функциональных моделей запоминающих устройств типа стек в Microsoft Excel // Научное обозрение. Технические науки. 2024. № 1. С. 37-43.

УДК 519.6  
DOI 10.17513/snt.40065

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА МУРАВЬИНЫХ КОЛОНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ АВИАТРАНСПОРТНЫХ МАРШРУТОВ

<sup>1</sup>Судаков В.А., <sup>2</sup>Кильмишкин Н.В., <sup>3</sup>Титов Ю.П.

<sup>1</sup>ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук», Москва, e-mail: sudakov@ws-dss.com;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва, e-mail: kilmiskinn@gmail.com;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт, Москва, e-mail: kalengul@mail.ru

В работе рассматриваются модификации метода муравьиных колоний ACO-Based Clustering и Medoid-Based ACO Clustering, предназначенные для решения задачи классификации. В модификациях муравьи-агенты определяют оптимальный путь в параметрическом графе, в котором для каждого объекта классификации создается слой вершин с указанием, к какому кластеру точка принадлежит. Путь в таком графе позволяет определить кластер для каждого объекта. Целевой функцией для метода муравьиных колоний для решения задачи классификации может служить средняя внутрикластерная плотность, силуэтный коэффициент или внутригрупповая дисперсия. Такой подход позволяет определять кластеры для объектов с целью минимизации целевой функции. Алгоритм Medoid-Based ACO Clustering использует медоиды, центрами кластеров являются конкретные объекты из датасета, а не центроиды, аналогичные алгоритмам ACO-Based Clustering и k-means. Исследуется влияние параметров модификации Medoid-Based ACO Clustering на эффективность кластеризации тестового датасета `make_moons` из библиотеки `scikit-learn`. Сравнение проводилось с классификацией методом k-means. На основе полученных результатов проведена классификация авиационных маршрутов гражданской авиации, обеспечивающих пассажирские перевозки по критериям: количество пассажиров в месяц, расстояние между городами и длительность рейса. Для рассмотренной классификации вычислено оптимальное значение кластеров: 3 или 5 различных групп авиационных маршрутов.

**Ключевые слова:** метод муравьиных колоний, параметрический граф, классификация, авиационные перевозки, пассажирские самолеты, центроид, медоид

## APPLICATION OF A MODIFICATION OF THE ANT COLONY METHOD FOR CLASSIFYING AIR TRANSPORT ROUTES

<sup>1</sup>Sudakov V.A., <sup>2</sup>Kilmishkin N.V., <sup>3</sup>Titov Yu.P.

<sup>1</sup>Keldysh Institute of Applied Mathematics, Moscow, e-mail: sudakov@ws-dss.com;

<sup>2</sup>Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, e-mail: kilmiskinn@gmail.com;

<sup>3</sup>Moscow Aviation Institute, Moscow, e-mail: kalengul@mail.ru

The paper discusses modifications of the ant colony method ACO-Based Clustering and Medoid-Based ACO Clustering designed to solve the classification problem. In modifications, agent ants determine the optimal path in a parametric graph, in which for each classification object a layer of vertices is created indicating which cluster the point belongs to. The path in such a graph allows you to define a cluster for each object. The objective function for the ant colony method for solving a classification problem can be the average intra-cluster density, silhouette coefficient or intra-group variance. This approach allows you to define clusters for objects in order to minimize the objective function. The Medoid-Based ACO Clustering algorithm uses honeymoons, the centers of the clusters are specific objects from the dataset, and not centroids, similar to the ACO-Based Clustering and k-means algorithms. The influence of Medoid-Based ACO Clustering modification parameters on the clustering efficiency of the `make_moons` test dataset from the `scikit-learn` library is investigated. Comparisons were made with k-means classification. Based on the results obtained, a classification of civil aviation routes providing passenger transportation was carried out according to the following criteria: number of passengers per month, distance between cities and flight duration. For the considered classification, the optimal value of clusters was calculated: 3 or 5 different groups of air routes.

**Keywords:** ant colony method, parametric graph, classification, air transportation, passenger aircraft, centroid, medoid

В методе муравьиных колоний ACO (ant colony optimization) [1] искусственная муравьиная колония имитирует поведение настоящих муравьев, идущих по феромонным следам. Перемещение муравьев и формирование феромонного следа осуществляется на графе. Искусственные муравьи перемещаются по дугам графа, поочередно посещая различные объекты – вершины

графа. Искусственный феромон, соответствующий записи маршрутов, пройденных муравьиной колонией, накапливается во время выполнения программы с помощью механизма обучения. Отдельные муравьи одновременно собирают необходимую информацию, стохастически принимают собственные решения и независимо строят решения в пошаговой процедуре. Инфор-

мация, необходимая для принятия решения на каждом шаге, включает в себя концентрацию феромона, данные о задаче и значения эвристических функций. Феромон, отложенный на пути, принадлежащем лучшему решению итерации, будет положительно увеличен, чтобы стать более привлекательным в последующих итерациях. Благодаря коллективному поведению АСО может эффективно решать широкий класс задач комбинаторной оптимизации.

Первоначально алгоритм АСО может разрабатывался для решения задачи коммивояжера [1]. Его решение можно записать следующим образом:

1. Инициализация феромонов. Для каждого ребра графа инициализируются значения феромона. Обычно начальные значения выбираются одинаковыми или случайными.

2. Инициализация. Создаются муравьи, которые будут перемещаться по графу для нахождения оптимального пути. Начальное состояние создается путем размещения муравьев на случайных вершинах графа (города) коммивояжера.

3. Выбор пути:

- Каждый муравей начинает свой путь из своей начальной вершины. В цикле муравей должен посетить все вершины графа (алгоритм коммивояжера)

- На каждом шаге цикла муравей выбирает следующий узел согласно вероятностям, основанным на феромоне и других характеристиках графа (1).

- Выбор следующего узла возможен только из тех, в которых муравей еще не побывал, и в те, в которые из текущей вершины имеются дуги.

Выбор определяется путем определения конкретного события (генерация какое событие произойдет) исходя из распределения вероятностей (1):

$$P_{ij,k}(t) = \frac{\tau_{ij}^{\alpha}(t) \frac{1}{\eta_{ij}^{\beta}}}{\sum_{s \in J_{i,k}} \tau_{is}^{\alpha}(t) \frac{1}{\eta_{is}^{\beta}}}, \quad (1)$$

где  $t$  – номер итерации;  $ij$  – дуга из вершины  $i$  в вершину  $j$ ;  $k$  – номер муравья-агента;  $J_{i,k}$  – дуги, по которым может переместиться  $k$  муравей-агент из вершины  $i$ ;  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$  – степенные параметры мультипликативной свертки. В (1) присутствует как информация, обратная длине дуги ( $1 / \eta_{ij}$ )  $> 0$ , так и величина феромонного следа на дуге  $\tau_{ij} \geq 0$ .

4. Обновление феромонного следа:

- После того как все муравьи завершили свои пути, феромонный след обновляется.

- Феромонный след (феромон) на каждой дуге усиливается и испаряется в зависимости от эффективности муравьев, прошедших этот путь.

Обновление феромонов происходит по формуле

$$\tau_i(t+1) = (1-\lambda)\tau_i(t) + \lambda \sum_k \frac{Q}{L_k}, \quad (2)$$

где  $t$  – номер итерации;  $L_k$  – длина пути  $k$  муравья-агента;  $Q > 0$  – параметр метода муравьиных колоний;  $\lambda \in (0..1)$  – параметр метода муравьиных колоний.

5. Повторение: Шаги выбора пути и обновления феромона повторяются заданное количество раз или до тех пор, пока не будет достигнут критерий останова.

6. Лучшее решение. В конце выполнения алгоритма выбирается лучший маршрут из всех найденных муравьями маршрутов.

7. Завершение. Возвращение лучшего маршрута в качестве решения задачи коммивояжера.

Этот процесс повторяется несколько раз, пока не будет достигнуто удовлетворительное решение или не будет пройдено определенное количество итераций. Благодаря коллективной работе муравьев и учету феромонов, алгоритм АСО может находить оптимальные или близкие к оптимальным решениям для задачи коммивояжера.

Целью работы было рассмотреть эффективность применения метода муравьиных колоний для кластеризации объектов, исследовать влияние параметров метода на метрики кластеризации: схожесть между двумя кластеризациями, коэффициент силуэта, нормализованный индекс взаимной информации и коэффициент Фаулкса-Маллова, а также по результатам исследования предположить применение метода муравьиных колоний для кластеризации пассажирских авиатранспортных маршрутов.

## Материалы и методы исследования

Современные разработки в области муравьиных колоний [1] уже решают задачи подбора параметров для решателей на основе нейронных сетей и систем машинного обучения. С помощью специальных структур графов метод муравьиных колоний легко расширяется на задачи составления расписаний [2, 3], задачи классификации [4], управления поставками [5] и задачи о назначении [6, 7]. В работе рассматривается задача кластеризации и ее решение с помощью метода муравьиных колоний. Данная задача рассматривалась сообществом исследователей, и были получены

методы ACOC (ACO-Based Clustering) [8] и MACOC (Medoid-Based ACO Clustering) [9]. В работе рассматривается эффективность предложенных методов, определяются рациональные значения параметров алгоритма. Предложенные исследования позволяют применять данные алгоритмы для классификации пассажирских авиационных маршрутов.

С помощью использования особенностей алгоритма АСО, муравьиный алгоритм можно использовать и для кластеризации объектов. Алгоритм ACOC в основном опирается на феромонные тропы, по которым муравьи выбирают кластер для каждого объекта данных [8]. Значение тропы,  $\tau_{ij}$ , в узле  $(i, j)$  представляет собой концентрацию феромонов объекта  $i$ , связанного с кластером  $j$ . В алгоритме муравьи последовательно посещают объекты данных, один за другим, и выбирают кластеры для объектов данных, учитывая не только информацию о феромонах и расстояние от объекта до центроида. Центроид пересчитывается по формуле (3), аналогичной методу машинного обучения  $k$ -means, но пересчет координат центроида осуществляется в конце итерации, после того как  $N$  муравьев-агентов определили свои маршруты.

$$\mu_a = \frac{\sum_{i=1}^l [a_i = a] x_i}{\sum_{i=1}^l [a_i = a]}, a \in Y \quad (3)$$

где  $a$  – номер кластера;  $Y$  – множество всех возможных кластеров;  $\mu_a$  – координаты центроида для кластера  $a$ ;  $l$  – объем выборки, количество объектов;  $i$  – номер объекта;  $[a_i = a]$  – выбор  $i$ -го объекта к кластеру  $a$ ;  $x_i$  – значение параметров  $i$ -го объекта.

Оценка качества кластеризации, например: Средняя внутрикластерная плотность, Силуэтный коэффициент (Silhouette Coefficient), Внутригрупповая дисперсия (Within-cluster sum of squares, WCSS), Индекс Дэвиса – Болдуина (Davies-Bouldin Index),

Индекс Калински – Харабаса (Calinski-Harabasz Index) могут использоваться как целевая функция  $L_k$  в методе муравьиных колоний. Задачей метода муравьиных колоний будет минимизация целевой функции. Для вычисления оценок необходимо задаться метрикой определения расстояния между объектами. В работе применяется метрика Минковского, введенная в математическом анализе и геометрии, является фундаментальным инструментом в измерении расстояний между точками в  $n$ -мерном пространстве. Это обобщение евклидовой и манхэттенской метрик, позволяющее учитывать различные степени взаимного влияния отклонений по каждому измерению на общее расстояние.

Перемещение муравьев-агентов происходит по графу специальной структуры, параметрический граф (рис. 1). В параметрическом графе каждому объекту назначается набор вершин, определяющих кластеры. Выбор одной из вершин определяет конкретный кластер для данного объекта. Порядок вершин неважен.

Параметры, влияющие на работу алгоритма:

1. Число муравьев на итерации  $N$ . Это количество агентов, которые исследуют пространство кластеров. Большее количество муравьев может увеличить вероятность обнаружения лучших решений, но может также повысить вычислительную сложность алгоритма.

2. Число элитных муравьев на итерации  $M$ . Это те муравьи, которые достигли наилучшего или одного из лучших решений в текущей итерации. Количество элитных муравьев определяет, сколько из лучших решений будет использоваться для обновления феромонов.

3. Число кластеров  $Y$ . Это количество кластеров, на которые разбивается набор данных. Выбор оптимального числа кластеров является важным шагом, так как это влияет на качество кластеризации.

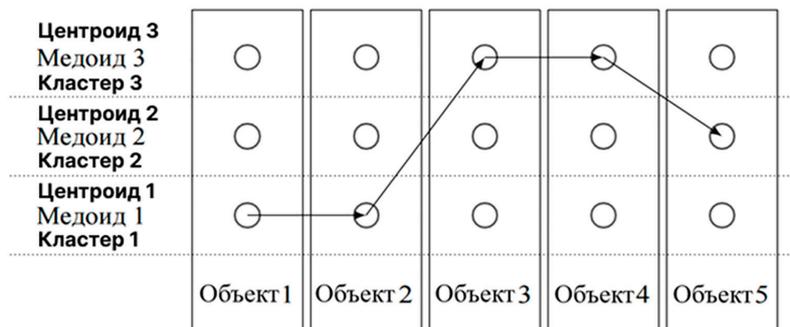


Рис. 1. Структура параметрического графа для решения задачи классификации методом муравьиных колоний

4. Параметры феромонов.

5. Начальные значения феромонов  $\tau_i(0)$ . Это значение, с которого начинается процесс обновления феромонов. Обычно выбирают небольшие одинаковые значения, чтобы избежать предвзятости.

6. Скорость испарения феромонов  $\lambda$ . Это коэффициент, определяющий скорость исчезновения феромонов со временем. Он влияет на степень сохранения информации о маршрутах муравьев.

7. Параметры эвристики. Это параметры, которые помогают муравьям принимать решения на каждом шаге. Это расстояние между объектами в пространстве кластеров, вероятность выбора стратегии.

8. Количество итераций. Это количество циклов, в течение которых муравьи перемещаются по объектам.

Задача кластеризации алгоритмом ACO-Based Clustering сводится к выполне-

нию аналогичных оригинальному алгоритму шагов:

1. Инициализация феромонов. Элементы матрицы феромонов устанавливаются на произвольно выбранные малые значения ( $\tau_i(0)$ ).

2. Построение решений, кластеризация объектов. Для каждого муравья-агента построение решения начинается с выбора случайного объекта и его ассоциация с кластером (4). Затем муравей перемещается по пространству объектов, выбирая кластеры для остальных объектов. Выбор кластера осуществляется с использованием правил, основанных на феромонах и эвристиках: муравьи выбирают одну из стратегий, которое определяется в результате сравнения сгенерированного равномерно распределенного на интервале (0..1) числа и заранее определенной вероятности  $q_0$ :

$$a = \begin{cases} \arg \max_{y \in Y} \left\{ \left[ \tau_{iy}(t)^\alpha \right] \left[ \eta_{iy}(t)^\beta \right] \right\}, & \text{если } q \leq q_0 \text{ (эксплуатация)} \\ y, & \text{определенный по результатам генерации случайного кластера,} \\ & \text{вероятность определяется по формуле (5) (разведка)} \end{cases} \quad (4)$$

$$P_{iy}(t) = \frac{\left[ \tau_{iy}(t)^\alpha \right] \left[ \eta_{iy}(t)^\beta \right]}{\sum_{k=1}^Y \left[ \tau_{ik}(t)^\alpha \right] \left[ \eta_{ik}(t)^\beta \right]}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – параметр влияния феромонного следа;  $\beta$  – параметр влияния меры привлекательности;  $q_0$  – параметр, определяющий вероятность выбора стратегии эксплуатации или разведки, в случае эксплуатации муравей-агент выберет самый лучший для текущего объекта вариант;  $P_{iy}(t)$  – вероятность, с которой выбирается кластер  $y$  для объекта  $i$  на итерации  $t$ , применяется в случае разведки;  $\tau_{iy}(t)$  – количество феромонного следа для кластера  $y$  для объекта  $i$  на итерации  $t$ ;  $\eta_{iy}(t)$  – значение целевой функции (например, величина средней внутрикластерной плотности) для кластера  $y$  для объекта  $i$  на итерации  $t$ , данная величина, в отличие от длин дуг графа в алгоритме коммивояжера данное значение изменяется на каждой итерации;  $Y$  – общее количество кластеров.

3. Обновление феромонного следа. После того как каждый муравей завершил построение решения, обновляются значения феромонов на ребрах графа. Это делается с учетом качества построенных кластеров. Чем лучше кластеризация с точки зрения целевой функции, тем больше феромонов добавляется.

4. Повторение итераций. Шаги 2–4 повторяются до тех пор, пока не будет выполнено достаточное количество итераций.

5. Выбор лучшего решения. После завершения всех итераций выбирается лучшее найденное решение, которое является результатом кластеризации.

Модифицированный алгоритм кластеризации MACOC (Medoids Ant Colony Optimization for Clustering) основан на ACOC, но вместо центроидов использует медоиды [9]. Медоид – это центральный объект или «представитель» кластера в задаче кластеризации. Он представляет собой объект данных, который имеет наименьшую сумму расстояний до всех остальных объектов в кластере. Медоид может быть рассмотрен как «типичный» представитель кластера, который лучше всего описывает его структуру. В отличие от центроида, который является средним значением всех объектов в кластере, медоид является фактическим объектом данных из кластера. В задаче кластеризации использование медоидов как центральных точек кластеров может улучшить интерпретируемость и стабильность решения. Муравей посещает каждый объект, чтобы отнести его к медоиду на основе эвристической информации и уровня феромонов. При движении муравьев-агентов каждый муравей случайно выбирает точки, которые будут медоидами. Они перемещаются между точками данных, выбирая для текущей точки соответствующий медоид на основе вероятностной функции, кото-

рая учитывает количество феромонов на ребрах между текущей точкой данных и каждым медоидом, а также длину этого ребра.

Одно из основных различий между ACOS и MACOS заключается в том, что MACOS хранит больше информации о перемещениях муравьев в матрице феромонов [9]. В случае ACOS матрица феромонов – это связь между экземпляром и меткой центроида, которая не является самим центроидом. В случае MACOS матрица феромонов является связью между экземпляром и медоидом (другим объектом данных), а это означает, что если в результате случайного выбора медоид-метка изменится, то предыдущее значение феромонов останется более объективным, нежели значение феромонов между объектами и меткой центроида, которую вновь пересчитали.

### Результаты исследования и их обсуждение

Работа алгоритма исследовалась на датасете `make_moons` из библиотеки `scikit-learn`. Датасет `make_moons` представляет собой набор данных, который генерирует два полукруга, образующих два класса, каждый класс имеет одинаковое количество точек и нормально распределенные шумы. Данный датасет плохо кластеризуется методами `k-means`, и поэтому исследование близких алгоритмов ACOS и MACOS является наиболее интересным. В результате проведения экспериментов проанализированы ключевые метрики, включая `adjusted_rand_score` (схожесть между двумя кластеризациями), `silhouette_score` (коэффициент силуэта), `normalized_mutual_info_score` (нормализованный индекс взаимной информации) и `fowlkes_mallows_score` (коэффициент Фалкса – Маллова) (рис. 2).

В ходе исследования были подвергнуты анализу различные параметры, влияющие на производительность и эффективность алгоритма. Среди этих параметров выделяются:

- `statistic_n_iter`: количество итераций метода муравьиных колоний;
- `count_ants`: количество муравьев, участвующих в поиске решения;
- `count_elitist_ants`: количество элитных муравьев, которые оставляют феромон на своем пути;
- `alpha` и `beta`: коэффициенты, определяющие влияние феромона и привлекательности соответственно на выбор следующего шага муравья;
- `init_pher`: начальное количество феромона на каждом ребре;
- `n_iter`: количество итераций, проводимых алгоритмом;

– `p`: коэффициент испарения феромона между итерациями;

– `q`: вероятность проведения случайного перемещения муравьем;

– `gamma_minkovsky`: параметр метрики Минковского, который определяет степень ее чувствительности к различиям в признаках.

Анализ указанных параметров был направлен на выявление их влияния на качество кластеризации и скорость сходимости алгоритма. Различные значения параметров были рассмотрены и протестированы на датасете `make_moons`, что позволило выявить оптимальные конфигурации для алгоритма муравьиной колонии с Минковской метрикой.

На рис. 2 показаны шесть графиков, иллюстрирующих статистики и метрики качества кластеризации для муравьиного алгоритма в зависимости от числа итераций (параметр `statistic_n_iter`). Результаты для `k-means` обозначены пунктирной линией, а красная сплошная линия представляет интерполяцию результатов для муравьиного алгоритма.

На верхнем левом графике отображено время выполнения алгоритма, которое линейно увеличивается с ростом числа итераций. Это закономерное поведение, поскольку увеличение числа итераций требует больше вычислительных ресурсов и времени.

Верхний правый график показывает значения критерия `adjusted_rand_score`, измеряющий схожесть между двумя кластеризациями. Синяя линия демонстрирует колебания этого показателя для муравьиного алгоритма, но в целом видна тенденция к улучшению по мере увеличения числа итераций. Пунктирная линия, представляющая результат для `k-means`, остается стабильной, но ниже, чем у муравьиного алгоритма.

Средний левый график показывает значение целевой функции в зависимости от количества итераций. Синяя линия показывает, что целевая функция муравьиного алгоритма уменьшается и стабилизируется. Это говорит о том, что дальнейшее увеличение количества итераций не приносит явного улучшения и только увеличивает время выполнения алгоритма.

На нижнем левом графике представлен коэффициент силуэта (`silhouette_score`), который измеряет качество кластеров. Видно, что значение `silhouette_score` для муравьиного алгоритма увеличивается с числом итераций и приближается к результатам `k-means`, которые остаются стабильными.

Средний правый график демонстрирует нормализованный индекс взаимной информации (`normalized_mutual_info_score`). Синяя линия показывает, что этот показатель для муравьиного алгоритма постепенно растет и стабилизируется, приближаясь к результату `k-means`, который ниже и стабилен.

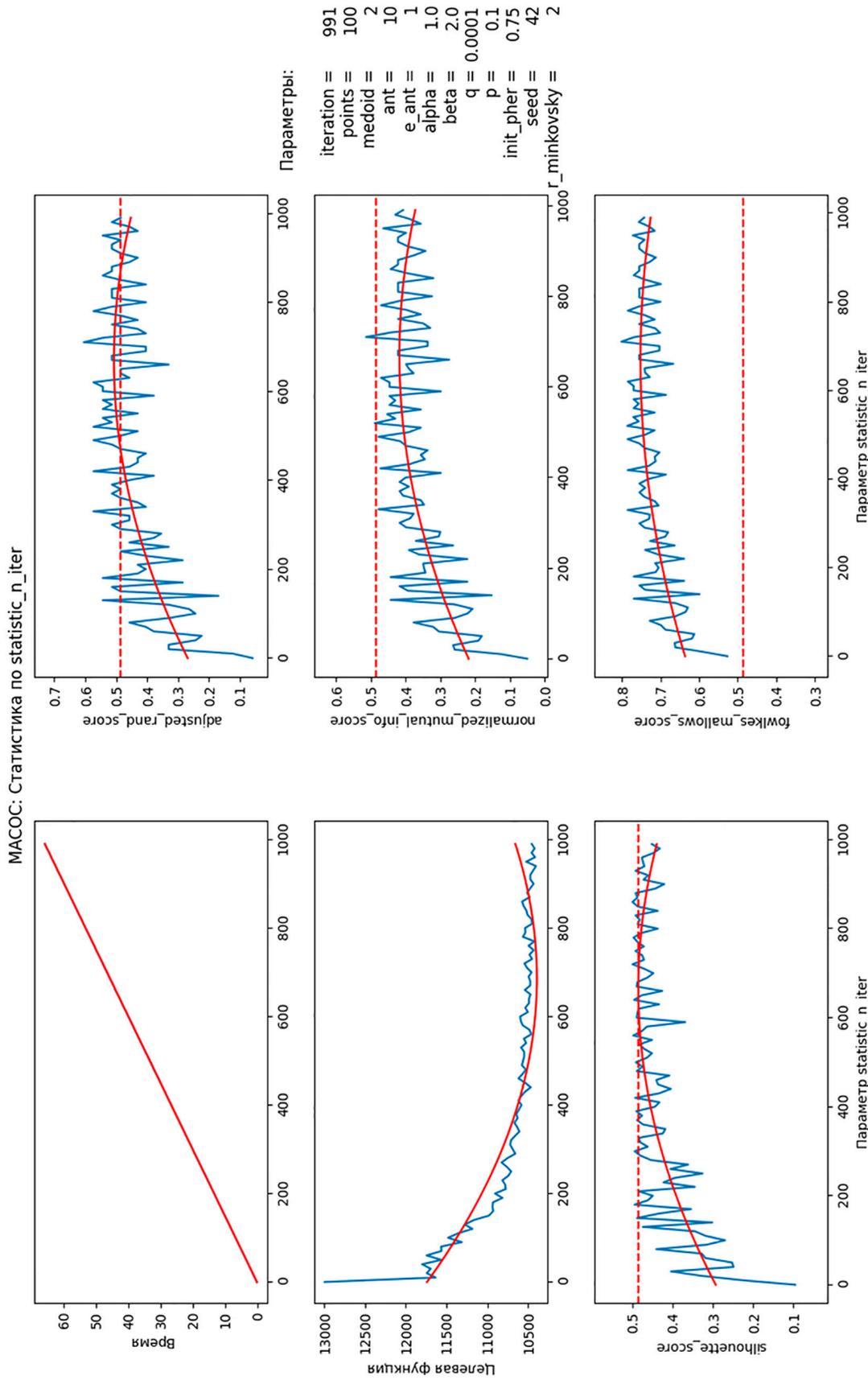


Рис. 2. Анализ влияния количества итераций алгоритма МАСОС на различные метрики качества кластеризации

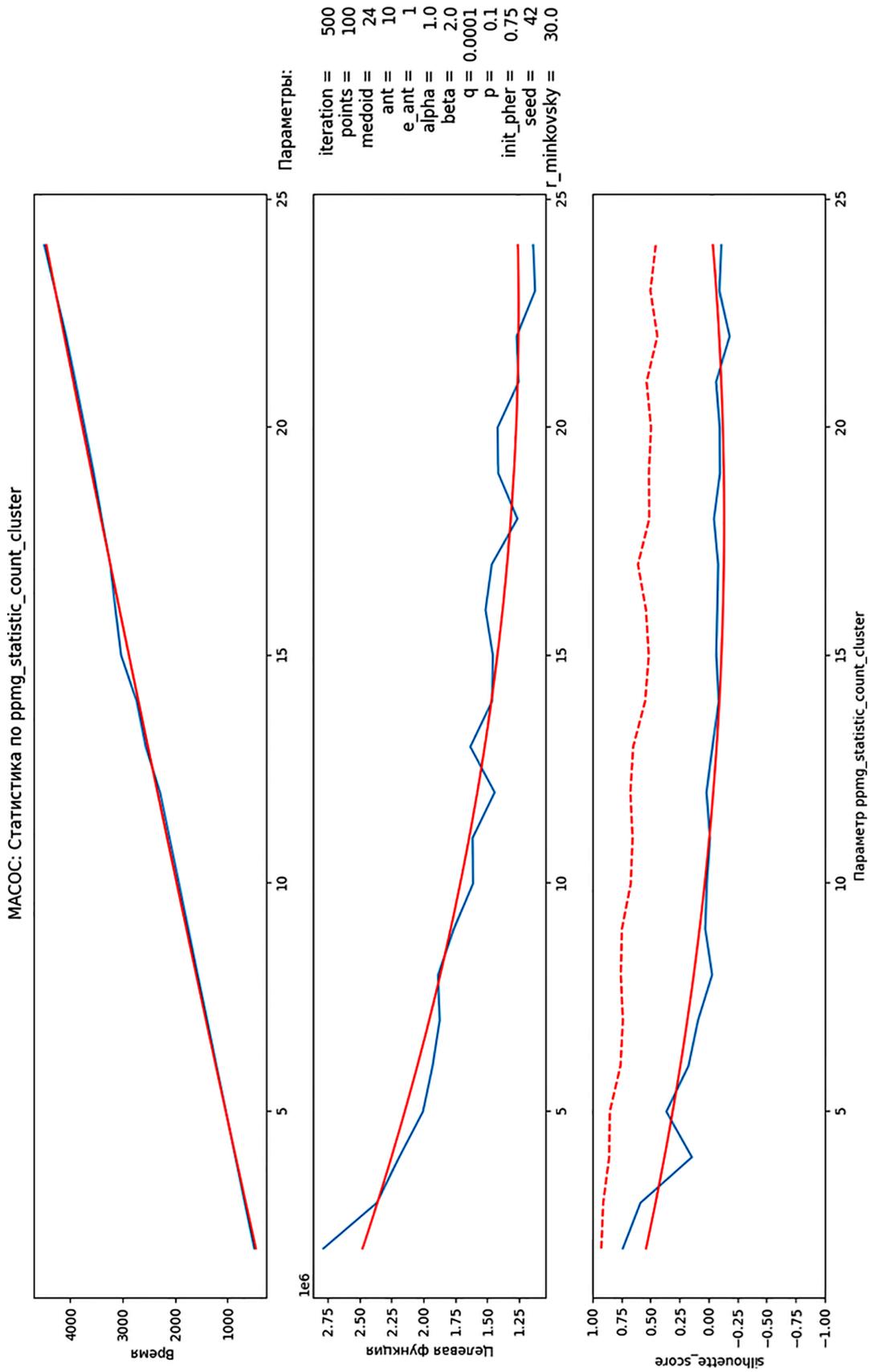


Рис. 3. Анализ эффективного количества кластеров при кластеризации пассажирских авиационных маршрутов

Нижний правый график иллюстрирует коэффициент Фаулкса – Маллова (`fowlkes_mallows_score`), оценивающий точность кластеризации. Значение этого показателя для муравьиного алгоритма со временем увеличивается и постепенно приближается к результату `k-means`.

Таким образом, графики показывают, что муравьиный алгоритм демонстрирует улучшение по большинству метрик с увеличением числа итераций, постепенно достигая или даже превышая качество кластеризации, достигаемое методом `k-means`.

Среди аналогичных исследований значений параметров приведем пример влияния параметров на коэффициент силуэта (`silhouette_score`):

- Изначально увеличивается по мере увеличения `alpha`, что указывает на улучшение кластеризации. Однако после достижения максимального значения около `alpha = 1.5`, `silhouette_score` начинает снижаться, что говорит о том, что дальнейшее увеличение `alpha` отрицательно влияет на качество кластеризации.

- Увеличивается по мере увеличения `beta`, но после достижения максимального значения около `beta = 1.2` `silhouette_score` выходит на плато, что говорит о том, что дальнейшее увеличение `beta` не влияет на качество кластеризации.

- Аналогично увеличивается по мере увеличения количества муравьев-агентов на итерации (`count ants`). При достижении `count_ants = 3` `silhouette_score` выходит на плато, что говорит о том, что дальнейшее увеличение `count_ants` не влияет на качество кластеризации.

- Практически не изменен по мере увеличения количества элитных муравьев (`count elitist ants`).

- При увеличении параметра метрики Минковского (`r_minkovsky`) до 30 показатель не изменяется, но после ухудшает кластеризацию.

Одним из перспективных применений метода кластеризации на основе муравьиных колоний является кластеризация авиационных пассажирских маршрутов между городами. Для реализации данного метода требуется информация, характеризующая каждый отдельный пассажиропоток. Эта информация может включать такие параметры, как количество пассажиров в месяц, расстояние между городами и длительность рейса.

На рис. 3 отображена зависимость метрик от количества кластеров, на которые разбиваются авиационные пассажирские маршруты. На нижнем графике рис. 3 можно наблюдать, что наилучшее качество кластеризации достигается при количестве кластеров, равном 2, 3 и 5. При любом дру-

гом количестве кластеров датасет распределяется более равномерно, что свидетельствует о менее четкой сегментации данных.

### Заключение

Можно отметить, что успешная реализация методов оценки качества кластеризации является ключевым фактором для повышения эффективности и точности кластерных анализов. Рассмотренные метрики, такие как силуэтный коэффициент, индекс Дэвиса – Болдуина, внутригрупповая дисперсия, индекс Калински – Харабаса и средняя внутрикластерная плотность, играют значимую роль в прикладных задачах. Использование этих метрик в качестве целевой функции в методах муравьиных колоний способствует оптимизации кластерных структур и обеспечивает достижение более надежных и интерпретируемых результатов.

На основе этих характеристик метод муравьиных колоний способен выявлять кластеры пассажиропотоков, что позволяет выделить группы схожих по своим параметрам перемещений. Это, в свою очередь, может способствовать оптимизации транспортных систем, улучшению планирования инфраструктуры, повышению качества обслуживания пассажиров и снижению затрат на транспортные услуги, а также дает возможность подобрать необходимый самолет для одного из кластеров или заменить его на похожий по характеристикам.

### Список литературы

1. Dorigo M., Stützle T. Ant Colony Optimization // MIT Press. 2004. P. 321.
2. Jörg B., Lehnhoff S. Constrained Scheduling of Step-Controlled Buffering Energy Resources with Ant Colony Optimization // ANTS 2020. LNCS 12421. 2020. P. 68–81. DOI: 10.1007/978-3-030-60376-2\_6.
3. Tufteland T., Ødesneltvedt G., Goodwin M. Optimizing PolyACO Training with GPU-Based Parallelization M. Dorigo et al. (Eds.) // ANTS 2016. LNCS 9882. 2016. P. 233–240. DOI: 10.1007/978-3-319-44427-7\_20.
4. Yang L., Li K., Zhang W. Ant colony classification mining algorithm based on pheromone attraction and exclusion // Soft Comput. 2017. Vol. 21. P. 5741–5753. DOI: 10.1007/s00500-016-2151-9.
5. Титов Ю.П. Модификации метода муравьиных колоний для разработки программного обеспечения решения задач многокритериального управления поставками // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 2. С. 64–74. DOI: 10.25559/SITITO.2017.2.222.
6. Sudakov V.A., Titov Y.P. Modified Method of Ant Colonies Application in Search for Rational Assignment of Employees to Tasks // Proceedings of 4th Computational Methods in Systems and Software 2020. 2020. Vol. 2. P. 342–348. DOI: 10.1007/978-3-030-63319-6\_30.
7. Авраменко А.Д., Судаков В.А. Создание синтетических графов для задачи коммивояжера // Препринты ИПИМ им. М.В. Келдыша. 2024. № 8. 16 с. DOI: 10.20948/prepr-2024-8.
8. Kao Y., Cheng K., An ACO-Based Clustering Algorithm // ANTS 2006. P. 340–347.
9. Menéndez H.D., Otero F.E.B., Camacho D. MACOC: A Medoid-Based ACO Clustering Algorithm // ANTS 2014. 2014. P. 122–133.

УДК 004.052.2  
DOI 10.17513/snt.40066

## ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛИАДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК В МОДУЛЯРНЫХ КОДАХ

Чистоусов Н.К., Калмыков И.А., Духовный Д.В., Ефременков И.Д., Кононов М.Н.

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь,  
e-mail: kia762@yandex.ru

В настоящее время бурное увеличение числа низкоорбитальных группировок космических аппаратов связано с тем, что только они позволяют обеспечить доступ к широкополосной передаче контента в любой точке планеты. При этом для организации связи предлагается применять системы OFDM. Повысить скорость передачи можно за счет перехода при обработке сигналов от быстрого алгоритма вычисления ДПФ к вейвлет-преобразованиям, которые выполняются в кольце целых чисел с использованием модулярных кодов классов вычетов. Параллельное выполнение модульных операций по основаниям кода (а это операции: сложение, вычисление и умножение) служит основой построения устройств цифровой обработки сигналов реального масштаба времени. Однако введение избыточных оснований в кортеж модулярного кода позволяет создавать корректирующие коды. При этом для обнаружения ошибки вычислений, а затем для ее исправления необходимо вычислить позиционную характеристику кода. В статье в качестве такой характеристики выбраны коэффициенты полиадической системы кодирования. Поэтому разработка численного метода вычисления коэффициентов полиадической системы кодирования, позволяющего сократить время на обнаружение и коррекцию ошибок при выполнении Добеши-4 в модулярных кодах, является актуальной задачей.

**Ключевые слова:** вейвлет-преобразование Добеши, модулярные коды класса вычетов, численный метод вычисления коэффициентов полиадической системы кодирования, коррекция ошибок

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00036,  
<https://rscf.ru/project/23-21-00036/>.*

## A NUMERICAL METHOD FOR CALCULATING THE COEFFICIENTS OF A POLYADIC CODING SYSTEM FOR ERROR CORRECTION IN MODULAR CODES

Chistousov N.K., Kalmykov I.A., Dukhovny D.V., Efremenkov I.D., Kononov M.N.

North-Caucasian federal university, Stavropol, e-mail: kia762@yandex.ru

Currently, the rapid increase in the number of low-orbit spacecraft groupings is due to the fact that they are the only ones that allow access to broadband content transmission anywhere in the world. At the same time, it is proposed to use OFDM systems to organize communication. The transmission speed can be increased by switching from a fast DFT calculation algorithm to wavelet transformations in signal processing, which are performed in a ring of integers using modular residue class codes. Parallel execution of modular operations on the basis of codes, and these are addition, calculation and multiplication operations, serves as the basis for building real-time digital signal processing devices. However, the introduction of redundant bases into the modular codes tuple allows you to create corrective codes. At the same time, in order to detect a calculation error, and then to correct it, it is necessary to calculate the positional characteristic of the code. In the article, the coefficients of the polyadic coding system are chosen as such a characteristic. Therefore, the development of a numerical method for calculating the coefficients of the polyadic coding system, which reduces the time for detecting and correcting errors when performing Dobsha-4 in the modular codes, is an urgent task.

**Keywords:** the Dobsby wavelet transform, modular residue class codes, a numerical method for calculating the coefficients of a polyadic coding system, error correction

*The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-21-00036,  
<https://rscf.ru/project/23-21-00036/>.*

Единственная возможность организации доступа к широкополосному интернету за полярным кругом базируется на развертывании группировки низкоорбитальных спутников (НС) [1]. По мере увеличения требований к скорости передачи появляются работы, связанные с использованием технологии OFDM в НС. Для повышения производительности систем OFDM в работах [2, 3] предлагается замена быстрого

преобразования Фурье (БПФ) на ортогональные вейвлет-преобразования (ОВП) Добеши. Дальнейшее увеличение скорости выполнения цифровой обработки сигналов в системах OFDM возможно за счет привлечения арифметических кодов, поддерживающих параллельные вычисления. Так, в работах [4, 5] были разработаны математические и структурные модели систем OFDM, в которых ОВП выполнялись

с использованием модулярных кодов классов вычетов (МККВ). Если в кортеж оснований ввести избыточные модули, то код можно использовать для поиска и коррекции ошибок, возникающих при искажении остатков при вычислении ОВП. Поэтому разработка численного метода вычисления коэффициентов полиадической системы кодирования (ПСК), позволяющего сократить время на обнаружение и коррекцию ошибок при выполнении Добеши-4 в МККВ, является актуальной задачей.

### Материал и методы исследования

#### Модулярные коды классов вычетов

В основу построения модулярных кодов класса вычетов положена идея представления целых чисел в виде наборов остатков [6, с. 11]:

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_n), \quad (1)$$

где  $C_i \equiv C \pmod{p_i}$ ;  $p_i$  – основания МККВ;  $i = 1, 2, \dots, n$ .

В качестве оснований необходимо использовать взаимно простые числа  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , которые упорядочены согласно [7, с. 4]

$$p_1 < p_2 < \dots < p_{n-1} < p_n. \quad (2)$$

Выбранный кортеж оснований задает диапазон, который определяет множество разрешенных комбинаций:

$$P_n = \prod_{i=1}^n p_i. \quad (3)$$

В этом случае комбинация МККВ считается разрешенной, если имеет место:

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_n) < P_n. \quad (4)$$

С помощью МККВ можно эффективно выполнять модульные операции [8]:

$$C \circ H = \left( \left| C_1 \circ H_1 \right|_{p_1}^+, \left| C_2 \circ H_2 \right|_{p_2}^+, \dots, \left| C_n \circ H_n \right|_{p_n}^+ \right), \quad (5)$$

где  $\circ$  – операции сложения, вычитания, умножения;  $H_i \equiv H \pmod{p_i}$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$ .

$$C = \tilde{C}_1 + \tilde{C}_2 p_1 + \tilde{C}_3 p_1 p_2 + \dots + C_n \prod_{i=1}^{n-1} p_i + \tilde{C}_{n+1} P_n + \tilde{C}_{n+2} P_n p_{n+1}. \quad (10)$$

Из (10) наглядно видно, что если справедливо условие (9), то два последних слагаемых должны равняться нулю. Другими словами, если комбинация МККВ не искажена, то старшие коэффициенты ПСК  $\tilde{C}_{n+1} = 0$ ,  $\tilde{C}_{n+2} = 0$ .

Из выражения (5) наглядно видна параллельная структура МККВ, благодаря которой модульные операции выполняются независимо от основания кода. Очевидно, что это позволяет уменьшить время, необходимое на вычисление модульных операций. Но из-за этого свойства МККВ обладают потенциалом, который может быть использован для обнаружения и исправления искаженных остатков кода. При этом данная ошибка не переносится на другие основания. Значит, ее можно определить при выполнении обратного преобразования, когда код МККВ переводится в позиционный код (МККВ-ПК).

#### Разработка численного метода вычисления коэффициентов ПСК

В отличие от двоичных помехоустойчивых кодов, в избыточных модулярных кодах однократной ошибкой является искаженный остаток. Если в кортеж оснований МККВ добавить два избыточных основания  $p_{n+1}, p_{n+2}$ , для которых имеет место:

$$p_{n-1} p_n < p_{n+1} p_{n+2}, \quad (6)$$

то такой МККВ сможет исправить однократную ошибку.

Введение оснований  $p_{n+1}, p_{n+2}$  способствует увеличению длины комбинации:

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_n, C_{n+1}, C_{n+2}), \quad (7)$$

а также расширению множества возможных комбинаций до значения:

$$P_{n+2} = \prod_{i=1}^{n+2} p_i = P_n \prod_{i=n+1}^{n+2} p_i. \quad (8)$$

Избыточная комбинация (7) не содержит ошибки, если справедливо:

$$C = (C_1, C_2, \dots, C_n, C_{n+1}, C_{n+2}) \leq P_n. \quad (9)$$

Поэтому при поиске ошибок в МККВ применяются позиционные характеристики (ПХ), которые показывают позицию числа  $C$  относительно  $P_n$ . Одной из таких характеристик являются старшие коэффициенты полиадической системы кодирования (ПСК). В данной системе число  $C$  разлагается на следующие коэффициенты:

Если это условие не выполняется, то очевидно, что комбинация МККВ имеет ошибочный остаток. Кроме того, с помощью ПСК можно выполнить операцию перевода из МККВ в двоичный позиционный код.

Известен численный метод получения коэффициентов ПСК из комбинации МККВ [6, с. 158], который базируется на следующем преобразовании выражения (10) к виду:

$$C = \tilde{C}_1 + p_1 (\tilde{C}_2 + p_2 (\tilde{C}_3 + p_3 (\tilde{C}_4 \dots + p_n (\tilde{C}_{n+1} + p_{n+1} \tilde{C}_{n+1}))))). \quad (11)$$

Используя выражение (11), можно вычислить коэффициенты ПСК:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_1 &= C - [C/p_1] p_1 = C - C_1^* p_1, \\ \tilde{C}_2 &= C_1^* - [C_1^*/p_2] p_2 = C_1^* - C_2^* p_2, \\ &\vdots \\ \tilde{C}_{n+2} &= C_{n+1}^* - [C_{n+1}^*/p_{k+1}] p_{k+1} = C_{n+1}^* - C_{n+2}^* p_{k+2}, \end{aligned} \quad (12)$$

где  $C_i^* = [C_{i-1}^*/p_i]$ ;  $i = 1, \dots, n+2$ .

Так как основу метода составляют модульные операции, то для перевода из МККВ в ПСК можно использовать следующие выражения:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_1 &= C_1, \\ \tilde{C}_2 &= ((C_2 - \tilde{C}_1) u_{12}) \bmod p_2, \\ &\vdots \\ \tilde{C}_{n+2} &= ((C_{n+2} + \tilde{C}_1) u_{1n+2} + \tilde{C}_2) u_{2n+2} + \dots + \tilde{C}_{n+1} u_{(n+1)(n+2)}) \bmod p_{n+2}, \end{aligned} \quad (13)$$

где  $u_{ji} = (1/p_j) \bmod p_i = p_j^{-1} \bmod p_i$  – коэффициенты ПСК.

Основным недостатком этого метода является итерационный процесс, который приводит к увеличению временных затрат на получение коэффициентов ПСК из остатков МККВ. С целью устранения данного недостатка был разработан численный метод вычисления старших коэффициентов ПСК, реализованный на основе Китайской теоремы об остатках (КТО). Воспользуемся КТО и выполним перевод из МККВ, содержащего  $n$  рабочих оснований и одного контрольного  $p_{n+1}$ , в ПСК. При этом  $P_{n+1}^* = P_n p_{n+1}$ . Тогда:

$$C = \sum_{i=1}^{n+1} C_i B_i^{n+1} \bmod P_{n+1}^* = C_1 B_1^{n+1} + \dots + C_n B_n^{n+1} + C_{n+1} B_{n+1}^{n+1} \bmod P_{n+1}^*, \quad (14)$$

где  $B_i^{n+1} = m_i P_i = P_i^{-1} P_{n+1}^*/p_i$  – ортогональный базис;  $m_i = P_i^{-1} \bmod p_i$  – вес базиса.

Представим ортогональные базисы для данного кортежа в виде коэффициентов ПСК.

$$\begin{aligned} B_1^{n+1} &= [\tilde{B}_{11}^{n+1}, \tilde{B}_{12}^{n+1}, \tilde{B}_{13}^{n+1}, \dots, \tilde{B}_{1(n+1)}^{n+1}], \\ B_2^{n+1} &= [0, \tilde{B}_{22}^{n+1}, \tilde{B}_{23}^{n+1}, \dots, \tilde{B}_{2(n+1)}^{n+1}], \\ &\vdots \\ B_{n+1}^{n+1} &= [0, 0, 0, \dots, 0, \tilde{B}_{(n+1)(n+1)}^{n+1}]. \end{aligned} \quad (15)$$

Тогда коэффициенты ПСК, преобразованные из остатков МККВ, будут определяться:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_1^{n+1} &= C_1 \tilde{B}_{11}^{n+1} = C_1^{n+1}, \\ \tilde{C}_2^{n+1} &= C_1 \tilde{B}_{12}^{n+1} + C_2 \tilde{B}_{13}^{n+1} \bmod p_2, \\ &\vdots \\ \tilde{C}_{n+1}^{n+1} &= C_1 \tilde{B}_{1(n+1)}^{n+1} + C_2 \tilde{B}_{2(n+1)}^{n+1} + \dots + C_{n+1} \tilde{B}_{(n+1)(n+1)}^{n+1} + \gamma_n \bmod p_{n+1}, \end{aligned} \quad (16)$$

где  $\gamma_j$  – количество переходов при выполнении суммирования по модулю  $p_j$ ;  $j = 2, \dots, n$ .

Аналогичный подход используем для другого кортежа МККВ, содержащего  $n$  рабочих оснований и одно контрольное  $p_{n+2}$  в ПСК. При этом  $P_{n+2}^* = P_n p_{n+2}$ . Тогда:

$$C = C_1 B_1^{n+2} + \dots + C_n B_n^{n+2} + C_{n+2} B_{n+2}^{n+2} \bmod P_{n+2}^*, \quad (17)$$

где  $B_i^{n+2} = m_i P_i = P_i^{-1} P_{n+2}^* / p_i$  – ортогональный базис;  $m_i = P_i^{-1} \bmod p_i$  – вес базиса.

Вычислим ортогональные базисы для данного кортежа и представим их в виде коэффициентов ПСК. Тогда:

$$\begin{aligned} B_1^{n+2} &= [\tilde{B}_{11}^{n+2}, \tilde{B}_{12}^{n+2}, \tilde{B}_{13}^{n+2}, \dots, \tilde{B}_{1(n+1)}^{n+2}], \\ B_2^{n+2} &= [0, \tilde{B}_{22}^{n+2}, \tilde{B}_{23}^{n+2}, \dots, \tilde{B}_{2(n+1)}^{n+2}], \\ &\vdots \\ B_{n+1}^{n+2} &= [0, 0, 0, \dots, 0, \tilde{B}_{(n+1)(n+1)}^{n+2}]. \end{aligned} \quad (18)$$

Тогда коэффициенты ПСК, преобразованные из остатков МККВ будут определяться:

$$\begin{aligned} \tilde{C}_1^{n+2} &= C_1 \tilde{B}_{11}^{n+2} = C_1^{n+2}, \\ \tilde{C}_2^{n+2} &= C_1 \tilde{B}_{12}^{n+2} + C_2 \tilde{B}_{23}^{n+2} \bmod p_2, \\ &\vdots \\ \tilde{C}_n^{n+2} &= C_1 \tilde{B}_{1n}^{n+2} + C_2 \tilde{B}_{2n}^{n+2} + \dots + C_n \tilde{B}_{nn}^{n+2} + \gamma_{n-1} \bmod p_n, \\ \tilde{C}_{n+1}^{n+2} &= C_1 \tilde{B}_{1(n+1)}^{n+2} + C_2 \tilde{B}_{2(n+1)}^{n+2} + \dots + C_{n+1} \tilde{B}_{(n+1)(n+1)}^{n+2} + \gamma_n \bmod p_{n+2}. \end{aligned} \quad (19)$$

При этом значения коэффициентов ПСК ортогональных базисов рабочих оснований в равенствах (15) и (18) совпадают. Значит, один раз вычисленные коэффициенты ПСК по рабочим основаниям можно использовать для параллельного вычисления двух старших коэффициентов  $\tilde{C}_{n+1}^{n+2}, \tilde{C}_{n+1}^{n+2}$ . Это позволит сократить время как на коррекцию ошибки, так и на выполнение обратного преобразования из МККВ в позиционный код через систему ПСК.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим выполнение ДВП Добеши в МККВ, используя математическую модель вычислений [4, 5]. Входной поток считается набором аппроксимирующих  $\{a(j)\}$  и детализирующих коэффициентов  $\{d(j)\}$ , где  $j = 1, \dots, N/2$ ,  $N$  – количество отсчетов. Пусть разрядность входных данных будет не меньше одного байта. Тогда информационные модули –  $p_1 = 63, p_2 = 64, p_3 = 65$ , а контрольные –  $p_4 = 67, p_5 = 71$ . Тогда разрешенный диапазон  $P_3 = 262080$ , а полный диапазон  $P_5 = 1246714560$ .

Пусть первые четыре отсчета, равные  $\{a(1) = 158, d(1) = 154, a(2) = 187, d(2) = 150, \dots\}$ ,

поступают на вход преобразователя ПК-МККВ, на выходе которого имеем

$$\begin{aligned} a(1) &= 158 = (32, 30, 28, 24, 16), \\ d(1) &= 154 = (28, 26, 24, 20, 12), \\ a(2) &= 187 = (61, 59, 57, 53, 45), \\ d(2) &= 150 = (24, 22, 20, 16, 8). \end{aligned}$$

Представим коэффициенты Добеши-4 в виде целых чисел, используя  $V = 256$ , а затем переведем их в МККВ:

$$\begin{aligned} |c_1 V|_{p_i}^+ &= \left| \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} V \right|_{p_i}^+ = 122 = (59, 58, 57, 55, 51), \\ |c_2 V|_{p_i}^+ &= \left| \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} V \right|_{p_i}^+ = 215 = (26, 23, 20, 14, 2), \\ |c_3 V|_{p_i}^+ &= \left| \frac{3-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} V \right|_{p_i}^+ = 56 = (56, 56, 56, 56, 56), \\ |c_4 V|_{p_i}^+ &= \left| \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} V \right|_{p_i}^+ = -33 = (30, 31, 32, 34, 38). \end{aligned}$$

Тогда третий и четвертый отсчеты сигнала равны:

$$S_i(3) = \left| a_i(1) |c_3 V|_{p_i}^+ + d_i(1) |c_2 V|_{p_i}^+ + a_i(2) |c_1 V|_{p_i}^+ + d_i(2) |c_4 V|_{p_i}^+ \right|_{p_i}^+ \quad (21)$$

$$S_i(4) = \left| a_i(1) |c_4 V|_{p_i}^+ - d_i(1) |c_1 V|_{p_i}^+ + a_i(2) |c_2 V|_{p_i}^+ - d_i(2) |c_3 V|_{p_i}^+ \right|_{p_i}^+ \quad (22)$$

Рассмотрим реализацию (21) и (22) по модулю  $p_1 = 63$

$$S_1(3) = |32 \cdot 56 + 28 \cdot 26 + 61 \cdot 59 + 24 \cdot 30|_{63}^+ = 35.$$

$$S_1(4) = |32 \cdot 30 - 28 \cdot 59 + 61 \cdot 2 - 24 \cdot 56|_{63}^+ = 54.$$

Аналогичным образом проводим вычисления по другим основаниям. Получаем:

$$S_1(3) = (35, 46, 22, 58, 40). \quad S(4) = (54, 59, 3, 31, 64).$$

Определим ортогональные базисы для двух кортежей оснований и представим их в коде ПСК. Для первого кортежа оснований  $p_1 = 63, p_2 = 64, p_3 = 65, p_4 = 67$ , имеем базисы

$$B_1^4 = 2229760 = [1, 1, 33, 8], \quad B_2^4 = 5761665 = [0, 63, 63, 21],$$

$$B_3^4 = 13237056 = [0, 0, 33, 50], \quad B_4^4 = 13890240 = [0, 0, 0, 53].$$

Для второго кортежа  $p_1 = 63, p_2 = 64, p_3 = 65, p_4 = 71$  имеем базисы

$$B_1^5 = 1181440 = [1, 1, 33, 4], \quad B_2^5 = 2616705 = [0, 63, 63, 9],$$

$$B_3^5 = 13237056 = 41, \quad B_4^5 = 13890240 = [0, 0, 0, 15].$$

В таблицах 1 и 2 показан процесс вычисления коэффициентов ПСК для разрешенной комбинации. Для вычисления коэффициента  $\tilde{S}_i$  ПСК суммирование в столбцах выполняется по модулю  $p_i$ , при этом вычисляется, сколько раз сумма превысила модуль  $\gamma_i$ , которое учитывается в коэффициенте  $\tilde{S}_{i+1}$ .

**Таблица 1**

Вычисление коэффициентов ПСК для первого кортежа

Основания	Остатки	mod 63	mod 64	$\gamma_2$	mod 65	$\gamma_3$	mod 67
$p_1 = 63$	35	$35 \cdot 1 = 35$	$35 \cdot 1 = 35$		$35 \cdot 33 = 1155$		$35 \cdot 8 = 280$
$p_2 = 64$	46		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 21 = 966$
$p_3 = 65$	22			45	$22 \cdot 33 = 726$		$22 \cdot 50 = 1100$
$p_4 = 67$	58					74	$58 \cdot 53 = 3074$
ПСК		35	53		14		0

**Таблица 2**

Вычисление коэффициентов ПСК для второго кортежа

Основания	Остатки	mod 63	mod 64	$\gamma_2$	mod 65	$\gamma_3$	mod 71
$p_1 = 63$	35	$35 \cdot 1 = 35$	$35 \cdot 1 = 35$		$35 \cdot 33 = 1155$		$35 \cdot 4 = 140$
$p_2 = 64$	46		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 9 = 414$
$p_3 = 65$	22			45	$22 \cdot 33 = 726$		$22 \cdot 41 = 902$
$p_4 = 67$	40					74	$40 \cdot 15 = 600$
ПСК		35	53		14		0

Таким образом, старшие коэффициенты, полученные по модулю 67 и 71, равны нулю. Значит, комбинация не содержит ошибку. Пусть исказился первый остаток  $S_1^* = 30$ . В таблицах 3 и 4 показан процесс вычисления коэффициентов ПСК.

Таблица 3

Вычисление коэффициентов ПСК для первого кортежа

Основания	Остатки	mod 63	mod 64	$\gamma_2$	mod 65	$\gamma_3$	mod 67
$p_1 = 63$	30	$30 \cdot 1 = 30$	$30 \cdot 1 = 30$		$30 \cdot 33 = 990$		$30 \cdot 8 = 240$
$p_2 = 64$	46		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 21 = 966$
$p_3 = 65$	22			45	$22 \cdot 33 = 726$		$22 \cdot 50 = 1100$
$p_4 = 67$	58					71	$58 \cdot 53 = 3074$
ПСК		30	48		44		24

Таблица 4

Вычисление коэффициентов ПСК для второго кортежа

Основания	Остатки	mod 63	mod 64	$\gamma_2$	mod 65	$\gamma_3$	mod 71
$p_1 = 63$	30	$30 \cdot 1 = 30$	$30 \cdot 1 = 30$		$30 \cdot 33 = 990$		$30 \cdot 4 = 120$
$p_2 = 64$	46		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 63 = 2898$		$46 \cdot 9 = 414$
$p_3 = 65$	22			45	$22 \cdot 33 = 726$		$22 \cdot 41 = 902$
$p_4 = 67$	40					71	$40 \cdot 15 = 600$
ПСК		30	48		44		48

Так как старшие коэффициенты ПСК не нулевые, то комбинация содержит ошибку. Для коррекции используется вектор ошибки для информационных оснований  $\bar{e} = [5, 5, 35]$

$$S_{ПСК} = S_{ПСК}^* + \bar{e} = [30, 48, 44] + [5, 5, 35] = \left[ 30 + 5 \Big|_{63}^+, 48 + 5 \Big|_{64}^+, 44 + 35 \Big|_{65}^+ \right] = [35, 53, 14].$$

Затем исправленный результат переводим в позиционную систему счисления с помощью коэффициентов ПСК  $S(3) = 35 + 53 \cdot 63 + 14 \cdot 63 \cdot 64 = 59822$ .

Сравнительный анализ численных методов был проведен с использованием FPGA Xilinx Artix-7 (xc7a12ticsg325-1L). Для реализации численного метода [6, с. 158] потребовалось 239 нс. Разработанный численный метод для вычисления коэффициентов ПСК требует 110 нс, что в 2,17 раза меньше, чем метод [6, с. 158]. Этот результат достигается за счет параллельного выполнения операций умножений коэффициентов ПСК ортогональных базисов на остатки модулярного кода.

### Заключение

В статье рассмотрен метод преобразования МККВ-ПСК, в котором при вычислении текущего коэффициента ПСК необходимо использовать предыдущий. Это приводит к снижению скорости преобразования МККВ-ПСК. Для устранения этого недостатка был разработан численный метод, в котором операции умножения выполняются параллельно. Проведенный сравнительный анализ схемотехнических решений на основе FPGA показал, что для преобразования МККВ-ПСК с помощью разработанного численного метода требуется 110 нс, а при использовании итерационного метода – 239 нс. Таким образом, время

на коррекцию ошибок при выполнении Добеши-4 в МККВ будет сокращено в 2,17 раза.

### Список литературы

1. Shreehari H.S. Makam Supreeth Starlink Satellite Internet Service // International Journal of Research Publication and Reviews. 2022. Vol. 3, No 6. P. 4501-4504.
2. Kansal L., Berra S., Mounir M., Miglani R., Dimis R., Rabie K. Performance Analysis of Massive MIMO-OFDM System Incorporated with Various Transforms for Image Communication in 5G Systems // Electronics. 2022. Vol. 11. P. 621. DOI: 10.3390/electronics11040621.
3. Zainab Hdeib Al-Shably, Zahir M. Hussain Performance of FFT-OFDM versus DWT-OFDM under Compressive Sensing // J. Phys.: Conf. Ser. 1804. 2021. № 012087. DOI: 10.1088/1742-6596/1804/1/012087.
4. Olenev A.A., Chistousov N.K. Mathematical Modeling of Signal Processing Using Discrete Wavelet Transform and Non-Positional Modular Code Proceedings – 2023: International Russian Automation Conference. 2023. P. 437–442. DOI: 10.1109/RusAutoCon58002.2023.10272872.
5. Калмыков И.А., Чистоусов Н.К., Духовный Д.В. Разработка структурных моделей системы OFDM, использующих преобразования Добеши в GF(m) и кодах классов вычетов // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 8. С. 84-90. DOI: 10.17513/snt.39735.
6. Червяков Н.И., Сахнюк П.А., Макоха А.Н. Нейрокомпьютеры в остаточных классах. Кн. 11. М.: Радиотехника, 2003. 272 с.
7. Mohan A. Residue Number Systems. Theory and Applications. Springer International Publishing Switzerland, 2016. 351 p.
8. Liberato A., Martinello M. Residue Defined // Network Architecture. 2018. Vol. 15(4). P. 1473–1487.

## СТАТЬИ

УДК 376.42  
DOI 10.17513/snt.40067

## ОРГАНИЗАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОВАРНОГО ЗАПАСА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Абрамова И.В., Быкова Д.А.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,  
Саранск, e-mail: iva-76@yandex.ru, bykova.dascha2013@yandex.ru

Настоящая статья представляет собой описание процедуры и результатов экспериментального исследования словарного запаса у обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями). Первоначально обоснована актуальность проведения целенаправленного исследования словарного запаса у младших школьников с интеллектуальными нарушениями. На основании обзора литературных источников по проблематике определены типичные нарушения лексической стороны речи детей рассматриваемой категории. В качестве основных параметров исследования словарного запаса выбраны следующие: наличие в словаре ребенка различных частей речи, обозначающих названия предметов, их качеств, свойств, действий, разнообразных лексических категорий (антонимы, синонимы), образной лексики; понимание значения лексических средств; словоизменительные и словообразовательные умения. Основным методом выявления сформированности данных компонентов словаря был выбран педагогический эксперимент. В результате проведенного исследования были выявлены как типичные особенности словарного запаса (значительная разница между пассивным и активным словарем, конкретность понимания образных слов и выражений, несформированность словообразовательных умений), так и специфические особенности, которые расширяют представление о проявлении речевого дефекта при данном нарушении: 1) наиболее доступными лексическими темами в плане активного и пассивного словаря являются такие группы, как «животные», «овощи» и «фрукты», более трудными – «посуда» и «мебель»; 2) понимание образной лексики характеризуется конкретностью, недифференцированностью, отсутствием переноса свойств и признаков с одного предмета на другие; 3) несформированность словообразовательных умений проявляется в неспособности образовать формы множественного числа имени существительного, глаголы с противоположным значением с помощью приставок. Обоснована необходимость совершенствования логопедической работы по формированию словарного запаса обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями), указаны основные направления коррекционно-развивающей работы.

**Ключевые слова:** словарный запас, интеллектуальные нарушения, младший школьный возраст

*Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов – партнеров по сетевому взаимодействию (Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева и Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) по теме: «Научно-методические аспекты психолого-педагогического сопровождения лиц с ограниченными возможностями здоровья».*

## ORGANIZATION AND RESULTS OF STUDYING THE VOCABULARY OF JUNIOR SCHOOLCHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITIES

Abramova I.V., Bykova D.A.

Mordovian State Pedagogical University, Saransk,  
e-mail: iva-76@yandex.ru, bykova.dascha2013@yandex.ru

This article is a description of the procedure and results of an experimental study of vocabulary in students with mental retardation (intellectual disabilities). Initially, the relevance of conducting a targeted study of vocabulary in primary schoolchildren with intellectual disabilities was substantiated. Based on a review of literary sources on the topic, typical violations of the lexical aspect of speech of children in the category under consideration were identified. The following were selected as the main parameters for the study of vocabulary: the presence in the child's dictionary of various parts of speech denoting the names of objects, their qualities, properties, actions, various lexical categories (antonyms, synonyms), figurative vocabulary; understanding the meaning of lexical means; inflectional and word-formation skills. The main method for identifying the maturity of these components of the dictionary was a pedagogical experiment. As a result of the study, both typical features of the vocabulary were identified (a significant difference between passive and active vocabulary, concrete understanding of figurative words and expressions, immaturity of word-formation skills), and specific features that expand the understanding of a speech defect in this disorder: 1) the most accessible lexical topics in terms of active and passive vocabulary are groups such as «animals», «vegetables» and «fruits», more difficult «dishes» and «furniture»; 2) understanding of figurative vocabulary is characterized by specificity, undifferentiation, lack of transfer of properties and characteristics from one subject to another; 3) undeveloped word-formation skills are manifested in the inability to form the plural forms of a noun, verbs with the opposite meaning using prefixes. The need to improve speech therapy work on the formation of their vocabulary is substantiated, the main directions of correctional and developmental work are indicated.

**Keywords:** vocabulary, intellectual disabilities, primary school age

*The study was carried out within the framework of a grant for conducting research work in priority areas of scientific activity of universities – partners in network interaction (Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev) on the topic: “Scientific and methodological aspects of psychological and pedagogical support for persons with disabilities”.*

В логопедической работе аспект исследования и последующего формирования словарного запаса у обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) продолжает оставаться актуальным и требующим постоянного изучения. Это связано с тем, что словарный запас, его объем и качество являются своеобразными показателями уровня познавательного и речевого развития ребенка, его социализации. Так, М.М. Алексеева, В.И. Яшина отмечают, что «овладение словарным запасом является важным условием умственного развития, поскольку содержание исторического опыта, присваиваемого ребенком в онтогенезе, обобщено и отражено в речевой форме и прежде всего в значениях слов» [1]. Слово является основным средством коммуникации, и, как отмечает Н.В. Рябова, для ребенка с ограниченными возможностями здоровья «развитие коммуникативных компетенций выступает на первостепенной позиции» в условиях современного образования [2, с. 92]. Отмечено, что «нарушения речи препятствуют не только полноценному общению, но и затрудняют процесс обучения и освоения основной образовательной программы» [3].

В отечественной дефектологии вопросы изучения речи детей с умственной отсталостью рассмотрены в работах Р.И. Лалаевой, В.Г. Петровой [4, 5], методические подходы к формированию словаря у обучающихся с интеллектуальными нарушениями обозначены А.К. Аксеновой, В.В. Воронковой [6, 7]. Установлено, что нарушения в развитии словарного запаса у детей рассматриваемой категории имеют количественное и качественное своеобразие, первое из которых выражается в очень ограниченном количестве лексем, недостаточном наборе слов конкретного и обобщенного значения, передающих свойства и качества объектов, практически полное отсутствие слов, определяющих внутренние свойства человека, недостаточной представленности всех частей речи; второе характеризуется неправильным пониманием слов и неточным их использованием, значительной разницей между пассивным и активным словарем, недифференцированностью значений слов, неспособностью формировать и адекватно использовать речевые шаблоны. Подобные типичные особенности могут по-разному проявляться у конкретного ребенка. Учет индивидуальных проявлений недоразвития лексической стороны речи у младших школьников с интеллектуальными нарушениями является важным условием освоения образовательной программы. Эти два обстоятельства определяют актуальность про-

ведения экспериментального исследования по изучению словарного запаса детей указанной категории и возраста.

Цель исследования – выявить особенности словарного запаса у младших школьников с интеллектуальными нарушениями.

### Материалы и методы исследования

В качестве основных параметров исследования словарного запаса выступают следующие: 1) наличие в словаре ребенка различных частей речи, обозначающих названия предметов, их качества, свойства, действия, разнообразных лексических категорий (антонимы, синонимы), образной лексики; 2) понимание значения употребляемых слов; 3) способность к словоизменению и словообразованию. Содержание словаря определяется федеральной адаптированной основной общеобразовательной программой обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) (вариант 1) и включает «слова, которые обозначают названия предметов растительного, животного мира, объектов неживой природы, их частей, явлений природы, сезонных изменений в природе, названия предметов быта и труда человека, его трудовых действий, названия основных свойств и качеств предметов, слова, ярко изображающие события, героев, окружающую природу (фразеологизмы, метафоры, эпитеты, сравнения, олицетворения и др.)» [8]. Данные позиции определяют содержание и организацию педагогического эксперимента.

Экспериментальное исследование было организовано на базе ГБОУ РМ «Саранская общеобразовательная школа для детей с ограниченными возможностями здоровья» г. о. Саранск в марте-апреле 2024 года, в индивидуальной форме. Участниками логопедического обследования стали 12 детей с легкой степенью умственной отсталости в возрасте 8–9 лет, не имеющих грубых сенсорных и эмоционально-волевых нарушений, обучающихся по указанному выше варианту адаптированной основной общеобразовательной программы; согласие родителей / законных представителей ребенка на проведение логопедического обследования имеется.

Наличие в словаре ребенка различных частей речи, обозначающих названия предметов, их качеств, свойств, действий, количества, различных категорий слов (антонимов, синонимов) определялось по результатам выполнения задания № 1 «Назови картинку». Инструкция: «Назови предметные картинки по темам: посуда (ложка, нож, тарелка, кружка, сковорода), одежда (шапка, носки, брюки, кофта, шарф), ме-

бель (стул, стол, шкаф, кровать, кресло), животные (кошка, волк, лиса, жираф, собака), овощи (помидор, лук, капуста, перец, картошка), фрукты (банан, яблоко, груша, апельсин, ананас)».

Оценка выполнения данного задания включала шесть проб по пять предметов, в баллах: 2 балла – правильное выполнение, 1 балл – ребенок затрудняется, отвечает с помощью логопеда, 0 баллов – отказ.

Понимание образных слов и выражений выяснялось в ходе выполнения экспериментального задания № 2 «Объясни слова и выражения». Для объяснения образных средств языка необходимо было подобрать и назвать синонимы. На материале русской народной сказки «Снегурочка» детям предлагалось объяснить метафоры «и стала расти у стариков дочка, но не по дням, а по часам», «и работа у Снегурочки в руках спорится». Значение этих образных выражений основано на принципе фразеологизма (устойчивого выражения) – «но не по дням, а по часам», «работа спорится» (значение «быстро, стремительно»). А также обучающимся необходимо было ответить, как они понимают сравнения «сама беленькая, точно снег», «обрадовалась Снегурочка граду, точно жемчугу перекатному», «Снегурочка заплакала, да так горько, словно сестра по родному брату». Значение этих образных выражений основано на принципе конкретизации представления с помощью предмета, хорошо знакомого детям, – представление о белой коже Снегурочки конкретизируется через представление о снеге, радость Снегурочки граду передается через представление о радости от получения ценного подарка, чувства Снегурочки о растаявшем снеге сравниваются с потерей родного человека.

Понимание образных слов и выражений умственно отсталыми обучающимися оценивалось следующим образом: 1) 2 балла (правильное понимание) – обращение внимания на средства художественной выразительности, указание конкретных признаков предметов и явлений, адекватный перенос значения образного слова и понимание его переносного значения, достаточно верное объяснение сравнительного оборота, метафоры, эпитета; 2) 1 балл (частично правильное понимание) – наличие некоторых ошибок при объяснении образных слов и выражений, конкретное понимание метафор или эпитетов, трудности в установлении связи между словами в сравнительных оборотах; 3) 0 баллов (неправильное понимание) – неадекватная оценка и объяснение образных слов и выражений, ответы «не знаю».

Понимание значения употребляемых слов исследовалось на материале задания № 3 «Назови предметы по их описанию». Инструкция: «Ответь на вопросы: “Как называется предмет, которым пишут?”, “... предмет, которым шьют?”, “... предмет, которым набирают воду?”, “... предмет, которым вырезают фигуры?”, “... предмет, на котором сидит ученик?”, “... предмет, которым забивают гвоздь?”, “... предмет, по которому звонят родным и друзьям?”, “... предмет, который читают?”, “... предмет, которым играют в футбол?”».

А также использовалось задание № 4 «Слова с противоположным значением». Инструкция: «Покажи на картинках то, что я скажу: высокий – низкий, толстый – тонкий, прямой – кривой, заходит – выходит, открывает – закрывает, подъезжает – отъезжает, наливает – выливает, включает – выключает».

Оценка выполнения заданий № 3 и № 4 осуществлялось в баллах: 2 балла – правильное выполнение, 1 балл – ребенок затрудняется, отвечает с помощью логопеда, 0 баллов – отказ.

Сформированность способности к словоизменению и словообразованию у испытуемых изучаемой категории определялась по результатам выполнения задания № 5 «Кто у кого?». Детям предлагались картинки с изображениями животных и давалась инструкция: «Назови, кто это? (кошка). Назови детеныша кошки? (котенок). Скажи по количеству: один – котенок, много – котят. Словарь предлагался следующий: собака – щенок – щенки, коза – козленок – козлята, корова – теленок – телята, медведь – медвежонок – медвежата, лев – львенок – львята, овца – ягненок – ягнята.

А также задания № 6 «Скажи наоборот». Инструкция: «Измени начало слова так, чтобы получилось слово, противоположное по смыслу». Словарь: завязывать – ... (развязывать), включить – ... (выключить), задвинуть – ... (выдвинуть), прибежать – ... (убежать), закрыть – ... (открыть)».

Выполнение заданий № 5 и № 6 оценивалось в баллах: 2 балла – правильное выполнение, 1 балл – у ребенка возникают трудности, необходима помощь в форме дополнительных вопросов, подсказок, 0 баллов – отказ.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Продemonстрируем результаты выполнения заданий на исследование словарного запаса у обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями).

Экспериментальное задание № 1 в полном объеме не выполнил ни один ученик.

Четверть обучающихся (25,0%) выполнили это задание частично, соответственно их оценка – 1 балл. Отвечающие назвали все лексемы тематических групп «животные», «овощи» и «фрукты». Затруднения возникли при названии предметов по темам «посуда» и «мебель». Большая часть испытуемых (75,0%) допустили ошибки – они называли по 2–4 предмета из каждой категории, их ответы оценены в 0 баллов.

При выполнении задания № 2 обучающиеся с интеллектуальными нарушениями испытывали затруднения в выделении и объяснении лексических средств художественной выразительности. Большинство обучающихся (83,3%) затруднились с пониманием данных лексических средств (оценка – 0 баллов). Их понимание характеризовалось повторением отрывка выражения или слов, которые запомнил ребенок, конкретностью «и стала расти у стариков дочка, но не по дням, а по часам» – «два часа, три часа, наступило лето, и она растаяла», неадекватным пониманием и объяснением «и работа у Снегурочки в руках спорится» – «может она вышла на улицу и начала петь», «Снегурочка заплакала, да так горько, словно сестра по родному брату» – «она хотела, чтобы сестра и брат был». Только 2 испытуемых (16,7%) дали частично правильные ответы при определении значения сравнительных оборотов, например «сама беленькая, точно снег» – «она белая вся, как снег, такая же», «обрадовалась Снегурочка граду, точно жемчугу перекатому» – «она очень радостная, обрадовалась снегу». Ответы данных обучающихся были оценены в 1 балл.

Задание № 3 вызвало затруднения у умственно отсталых обучающихся. Это подтверждается тем, что 83,3% детей с заданием не справились (оценка – 0 баллов). Оставшаяся часть учеников (16,7%) отвечали на вопросы только с помощью экспериментатора. Их ответы были расценены как частично правильные: «диван» (вместо стула), «руки» (вместо иглы), «половник» (вместо ковша), «звонок» (вместо телефон), «карандаш» (вместо ручки) и т.д. Ответы таких испытуемых были оценены в 1 балл.

Выполняя задание № 4, незначительная часть (16,7%) школьников указанной категории смогли показать действия, обозначенные словами с противоположным значением (оценка – 2 балла). Большая часть детей (58,3%) это задание выполнили частично верно (оценка – 1 балл). Они это сделали при незначительной помощи педагога. Не справились с заданием 25% детей (оценка – 0 баллов). Для них задание на пассивный словарь антонимов оказалось сложным.

При выполнении задания № 5 4 ученика (33,3%) продемонстрировали способность к словообразованию (оценка – 2 балла), были незначительные ошибки и трудности, например не смогли образовать названия детенышей и формы слова от слова «овца». Большая часть школьников (66,7%) допускали многочисленные ошибки: теленок – «бычок», козленок – «козочка», шенок – «собачка, собаченок», ягненок – «барашек» (оценка – 0 баллов).

По результатам выполнения задания № 6 количественные показатели были аналогичны показателям по заданию № 5 – 4 ученика (33,3%) продемонстрировали способность к словообразованию (оценка – 2 балла), 8 школьников (66,7%) допускали многочисленные ошибки (оценка – 0 баллов). Характерные ошибки проявлялись: в отказе от выполнения задания, демонстрации неуверенности показанного способа словообразования (завязывать – «не развязывать»), использовании хорошо знакомых приставок, не связанных со смыслом образуемого слова (выдвинуть – «отодвинуть, отодвигать»), (прибежать – «забежать»).

Таким образом, результаты исследования позволили выявить некоторые особенности словарного запаса у младших школьников с интеллектуальными нарушениями: в словаре детей преобладают слова, обозначающие предмет и действия предмета, причем достаточно односторонне только по нескольким тематическим группам лексем; отмечаются трудности в выборе слов с противоположным значением; возникают ошибки при словообразовании, словоизменении, основой для этого часто у ребенка выступает фонетическое сходство слов; конкретность понимания образных слов и выражений.

### Заключение

Обобщая полученные результаты, можно утверждать, что для младших школьников с интеллектуальными нарушениями характерны как типичные особенности словарного запаса (значительная разница между пассивным и активным словарем, конкретность понимания образных слов и выражений, несформированность словообразовательных умений), так и специфические особенности, которые расширяют представление об этом компоненте речевого дефекта при данном нарушении: 1) наиболее употребимыми лексемами являются те, которые входят в тематические группы «животные», «овощи» и «фрукты», менее – «посуда» и «мебель»; 2) понимание образной лексики характеризуется конкретностью, недифференцированностью,

отсутствием переноса свойств и признаков с одного предмета на другие; 3) несформированность словообразовательных умений проявляется в неспособности образовать формы множественного числа имени существительного, глаголы с противоположным значением с помощью приставок.

На основании данной информации можно заключить, что процесс формирования лексической системности у умственно отсталых обучающихся не может происходить самостоятельно, для этого требуется систематическая поэтапная коррекционная работа.

Традиционно развитие словарного запаса речи ребенка предусматривает работу по его обогащению, уточнению значений лексем, усвоенных, но употребляемых неверно, и последующую активизацию словаря. Основу обогащения словаря составляет работа по формированию тематических групп слов, синонимических рядов, антонимических пар, многозначных слов. Расширение словаря осуществляется благодаря ознакомлению школьников с разными значениями одного и того же слова, освоению способов словоизменения и словообразования. Активизация словарного запаса происходит в ходе решения целенаправленно спроектированных речевых ситуаций, учебных заданий. Методическое обеспечение данной работы определено и применяется учителями-логопедами, однако полученные результаты констатирующего эксперимента обуславливают необходимость его совершенствования. Для этого предлагается разработать и апробировать комплекс игровых технологий. Игра является основным видом деятельности ребенка, а для ребенка с интеллектуальными нарушениями она остав-

ся ведущей и в младшем школьном возрасте. В рамках этой деятельности создаются условия для коррекции и развития психических процессов, речевого развития, социализации ребенка. Кроме того, использование игровых технологий делает процесс обучения более увлекательным и мотивирующим для детей, что дает им больше шансов на успешное освоение образовательной программы. Все это составляет перспективы для дальнейшего исследования.

#### Список литературы

1. Яшина В.И., Алексеева М.М., Макарова В.Н., Ставцева Е.А. Теория и методика развития речи детей. М.: Академия, 2019. 192 с.
2. Рябова Н.В., Назарова Е.В., Терлецкая О.В. Научно-практические основы формирования коммуникативных универсальных учебных действий младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2021. Том 12, № 1. С. 91–96.
3. Абрамова И.В., Горькова К.А. Логопедическое сопровождение детей с ограниченными возможностями здоровья в условиях инклюзивной практики // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 5(2). С. 301–305.
4. Лалаева Р.И. Нарушения чтения и пути их коррекции у младших школьников. СПб.: Каро, 2019. 256 с.
5. Басилова Т.А., Валявко С.М., Кожалиева Ч.Б., Кузнецова Л.В., Курбанова Р.А., Левченко И.Ю., Лонина В.А., Лубовский В.И., Петрова В.Г., Розанова Т.В., Солнцева Л.И. Специальная психология. М.: Юрайт, 2024. 598 с.
6. Аксенова А.К., Ильина С.Ю. Методика преподавания русского языка для детей с нарушениями интеллекта. М.: Просвещение, 2011. 334 с.
7. Воронкова В.В., Евтушенко И.В. Олигофренопедагогика. М.: ИЦ «ВЛАДОС», 2024. 447 с.
8. Приказ Минпросвещения России от 24.11.2022 г. № 1026 «Об утверждении федеральной адаптированной основной общеобразовательной программы обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями)». Институт коррекционной педагогики [Электронный ресурс]. URL: <https://ikp-rao.ru/frc-ovz3/> (дата обращения: 02.04.2024).

УДК 373.1  
DOI 10.17513/snt.40068

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛОЙ

<sup>1</sup>Адамский С.С., <sup>1</sup>Попкова Т.Н., <sup>2</sup>Мокиевская Н.Е.

<sup>1</sup>МБОУ Лицей современных технологий управления № 2 г. Пензы,  
Пенза, e-mail: oss-sk@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
Пенза, e-mail: rector@penzgtu.ru

В статье рассматриваются сложности внедрения информационных систем в общеобразовательных учреждениях РФ, анализируются потребности общеобразовательных учреждений в автоматизации внутренних информационных процессов. Целью данной статьи является исследование возможностей и перспектив внедрения электронных систем управления в общеобразовательных учреждениях. В статье анализируется существующая педагогическая практика и обосновывается возможность разработки модулей электронной системы для управления общеобразовательной школой. В рамках статьи рассмотрены теоретические аспекты создания и функционирования электронных систем управления в общеобразовательных учреждениях, приведены практические примеры успешного внедрения таких систем, определены проблемы, с которыми сталкиваются общеобразовательные учреждения при внедрении и использовании электронных систем управления. Обоснованы потребности общеобразовательных учреждений в автоматизации следующих информационных процессов: подробный учет посещаемости обучающихся, анализ контрольных точек, учет проектной деятельности, сбор данных для инвентаризации. В ходе апробации внедрения описываемой разработки модулей информационной системы было установлено, что успешное применение электронной системы управления требует не только технологических инноваций, но и организационных изменений. Эффектом от предлагаемой в статье автоматизации в общеобразовательной организации стало существенное снижение временных затрат на выполнение целевых рабочих задач администрации и педагогического коллектива учреждения. Внедрение электронных систем управления является многоаспектным процессом, требующим комплексного подхода. Необходимо учитывать не только технические аспекты, но и человеческий фактор, культуру организации и готовность к изменениям. Также критически важно обеспечение безопасности данных и защиты личной информации.

**Ключевые слова:** информационная система, управление персоналом, образование, общеобразовательная школа, информационные процессы, автоматизация управленческих процессов в образовании

## A MANAGEMENT IT-SYSTEM MODULES DEVELOPMENT FOR SECONDARY SCHOOLS

<sup>1</sup>Adamskiy S.S., <sup>1</sup>Popkova T.N., <sup>2</sup>Mokievskaja N.E.

<sup>1</sup>Lyceum of Modern Management Technologies № 2, Penza, e-mail: oss-sk@mail.ru;

<sup>2</sup>Penza State Technological University, Penza, e-mail: rector@penzgtu.ru

The article examines the challenges of implementing information systems in general education institutions in the Russian Federation and analyzes the needs of these institutions for automating internal information processes. The purpose of this article is to explore the possibilities and prospects of implementing electronic management systems in general education institutions. The article analyzes existing pedagogical practices and justifies the possibility of developing modules of an electronic system for managing a general education school. The article considers the theoretical aspects of the creation and functioning of electronic management systems in general education institutions, provides practical examples of successful implementation of such systems, and identifies the problems faced by general education institutions in implementing and using electronic management systems. The needs of general education institutions for the automation of the following information processes are substantiated: detailed attendance tracking of students, analysis of control points, accounting of project activities, and data collection for inventory. During the testing of the implementation of the described information system modules, it was found that the successful application of the electronic management system requires not only technological innovations but also organizational changes. The effect of the automation proposed in the article in a general education organization resulted in a significant reduction in the time spent on performing target work tasks by the administration and teaching staff of the institution. The implementation of electronic management systems is a multifaceted process that requires a comprehensive approach. It is necessary to consider not only technical aspects but also the human factor, organizational culture, and readiness for change. Ensuring data security and protection of personal information is also critically important.

**Keywords:** information system, personnel management, education, general education school, information processes, automation of management processes in education

Современный мир характеризуется стремительным развитием информационных технологий, которые оказывают значительное влияние на все сферы человеческой деятельности, в том числе и на образование.

Важной задачей современных образовательных учреждений является не только предоставление качественных образовательных услуг, но и эффективное управление образовательным процессом

с использованием современных технологий. В этом контексте *особое внимание уделяется разработке и внедрению электронных систем управления общеобразовательными учреждениями.*

Актуальность темы определяется рядом факторов. Во-первых, интеграция информационных технологий в управленческий процесс позволит повысить степень рационального использования внутренних возможностей образовательной организации, а также улучшить результаты работы управляющего звена [1]. Во-вторых, использование современных электронных систем управления способствует повышению прозрачности и открытости образовательного процесса, что является важным аспектом в контексте соответствия общеобразовательного учреждения критериям проекта «Школа Минпросвещения России» [2].

Общеобразовательная школа нуждается в цифровизации документооборота из-за постоянно растущих в объемах информационных процессов, связанных, в том числе, и с управленческой деятельностью.

Цифровизация образования позволяет сформировать в учреждении автоматизированные рабочие места: администратора, директора учебного заведения (школа, детский сад, организация дополнительного образования), секретаря, учителя, классного руководителя, создать единую базу данных образовательного учреждения (данные об учреждении образования, база данных на учителей и учащихся, материально-техническая база, база ГИА, школьная библиотека, иные сведения, касающиеся особенностей организации образовательного процесса) [3].

Р.М. Хамитов считает, что цифровые инструменты могут снять бремя надзора с плеч учителей, позволяя им больше сосредоточиться на обучении, а не на служении бюрократической системе. Благодаря цифровым инструментам и автоматизации учителя могут снизить количество рутинной повседневной работы [4].

Е.В. Якушина утверждает, что образование относится к социально-культурной сфере: в отличие от производственной сферы, результаты нематериальной деятельности здесь не так очевидны: производимый продукт с трудом поддается количественному измерению, критерии эффективности образовательной деятельности не имеют четкого и однозначно понимаемого определения [5].

Д.А. Махотин, Т.С. Будаева и А.В. Агафонов отмечают, что преимуществами информационной системы в сфере образования являются возможность автоматизированного анализа большого объема данных, оперативное формирование отчетов и выводов, а

также возможность взаимодействия между субъектами в режиме реального времени [6].

Ю.А. Куликов, высказываясь о недостатках эффективности автоматизации, отмечает, что при внедрении и эксплуатации электронных систем управления в образовательных учреждениях часто возникают различные проблемы. Основные из них: технические трудности, обучение и адаптация рабочего коллектива, интеграция с существующими процессами, финансовые ограничения, проблемы конфиденциальности и безопасности данных, риски с хранением и обработкой персональных данных, оценка эффективности системы [7].

Эти проблемы могут значительно затруднить процесс внедрения и эксплуатации электронных систем управления и требуют тщательного анализа и планирования для их преодоления, а значит, добавят большой объем документарной нагрузки на членов административной команды, увеличивая временные затраты (которые могли бы быть направлены на конкретную работу с педагогами, учащимися и родительской общественностью). Особое внимание должно быть уделено предварительному анализу потребностей учреждения, субъектов образовательных отношений, подготовке и обучению персонала, а также разработке стратегий постоянного обновления и поддержки системы в рамках развития образовательной организации.

Целями исследования являются теоретическое обоснование и разработка модулей электронной системы управления в общеобразовательном учреждении.

#### **Материалы и методы исследования**

В исследовании применялись следующие эмпирические методы: метод педагогического наблюдения, метод интервью с педагогами ОУ, членами администрации, метод анкетирования педагогов ОУ, метод правового анализа для изучения нормативной базы, метод конкретизации для исследования педагогического процесса МБОУ ЛСТУ № 2 г. Пензы. Среди педагогов МБОУ ЛСТУ № 2 г. Пензы в количестве 150 человек в возрасте от 21 до 60 лет было проведено анкетирование с целью выявления потребностей в автоматизации ряда процессов их деятельности. В результате исследования была определена необходимость оптимизации следующих операций, способствующих уменьшению временных затрат при реализации учебного процесса: подробный учет посещаемости обучающихся, анализ контрольных точек в рамках реализации различных предметов, учет проектной деятельности, сбор данных для инвентари-

зации, обработка портфолио обучающихся и педагогических работников.

Рабочей группой педагогов МБОУ ЛСТУ № 2 г. в количестве 21 человека, состоящей из членов администрации (8 человек), центра мониторинга (5 человек), председателей предметных методических объединений и методических объединений классных руководителей (8 человек), был проведен системный анализ документов, учебного процесса в МБОУ ЛСТУ № 2 г. Пензы на предмет эксплуатации электронных систем управления, существующих в общеобразовательном учреждении. Рабочая группа подтвердила необходимость оптимизации таких рабочих процессов, как учет посещаемости обучающихся, сбор данных для инвентаризации, учет проектной деятельности учащихся, обработка портфолио обучающихся и педагогических работников.

В результате проведенного анализа нормативной базы использования цифровых сервисов и систем в образовании было выявлено, что в Пензенской области существуют приказ Министерства образования № 111/01-07 от 15.02.2013 года «О введении в эксплуатацию модуля “Электронная школа” электронной системы образования Пензенской области» и приказ правительства о создании ГИС ЭСО ПО [8]. Модуль «Электронная школа» позволяет применять электронный журнал успеваемости и посещений для урочной и внеурочной деятельности, хранит сведения об обучающихся и педагогах, отображает результаты ГИА у выпускников 9-х и 11-х классов. Обучающиеся школ пользуются «электронным дневником», связанным с ГИС ЭСО ПО.

Анализ использования электронных систем в школах Пензенской области показал, что в общеобразовательных организациях широко распространены продукты «1С» в сфере бухгалтерского учета, широко применяются сервисы по сбору данных через электронные формы: Google-формы и Яндекс-формы. Для организации образовательных мероприятий некоторыми учреждениями используется система сбора заявок и работ от участников – «ДМИП.рф». Часть общеобразовательных учреждений ведет учет питания детей в АИС «Банк Авангард».

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Были выявлены ряд проблем, которые не могут решить существующие системы автоматизации управления ОУ: указывать подробную причину отсутствия обучающихся на занятиях с целью рекомендации закрытия классов или корпусов ОУ на карантин, невозможность автоматическо-

го анализа результатов общих контрольных точек в обучении. В отдельных общеобразовательных учреждениях затруднен процесс инвентаризации. С 2018 года в старших классах школ города Пензы и Пензенской области в учебный план старшеклассника включен предмет «Индивидуальный проект». Из-за особенностей в организации и контроле данного учебного предмета необходимо вести учет проектных работ. Такой учет не производился в автоматизированном режиме на уровне рассматриваемой общеобразовательной организации.

Были определены требования к разрабатываемой электронной системе управления.

1. С учетом аспектов по защите персональных данных и чувствительной информации для общеобразовательного учреждения данные в электронной системе управления территориально должны храниться внутри организации, так как родители дают согласие на обработку персональных данных детей именно школе. Для этого необходимо использовать сервер и сетевую инфраструктуру общеобразовательной организации.

2. Информационная система управления не должна обладать возможностью открытой регистрации пользователей. Ее обязан контролировать администратор (оператор системы). Заполнение сведений должно быть минимизировано и не дублировать существующие системы. Доступ к данным должен быть разделен на три уровня: администратор, сотрудник, обучающийся (в том числе родитель). Веб-интерфейс системы управления должен быть адаптивным для различных устройств: настольный компьютер, ноутбук, планшет, смартфон.

3. Перед использованием системы управления обязательным является проведение инструктажа с пользователями.

На основании результатов проведенного исследования была создана электронная система управления, которая включает в себя следующие модули:

- 1) «Посещаемость»;
- 2) «Контрольные срезы»;
- 3) «Инвентаризация»;
- 4) «Проектная деятельность».

Модуль учета посещаемости является одним из важнейших в электронной системе учета, так как в любой общеобразовательной организации существует необходимость вести ежедневный учет посещаемости обучающихся. В реализуемой электронной системе управления первоначально сведения об обучающихся и сотрудниках не требуется вносить самостоятельно – предусмотрена возможность импорта из существующего модуля «Электронная школа». Обучающиеся внутри базы дан-

ных системы управления распределяются по классам, а сотрудники автоматически распределяются по должностям. Каждому участнику системы присваиваются уникальный идентификатор и код-пароль для доступа к системе управления, которые выдаются администратором лично.

Подробная информация о посещаемости в ОУ позволяет принимать оперативные административные меры с переводом классов обучающихся в режим карантина, что позволяет снизить риски в связи с заболеваемостью ОРВИ.

Каждый классный руководитель в начале рабочего дня указывает причину отсутствия обучающегося. Данное действие заложено в его должностную инструкцию. Временная затрата для данного вида отчета – до трех минут рабочего времени. Так как данные по школе сводятся автоматически, то осуществление управленческого контроля за заболеваемостью в ОУ осуществляется в режиме мониторинга и занимает до 20 минут рабочего времени администрации. Фрагменты интерфейса продемонстрированы на рисунке 1.

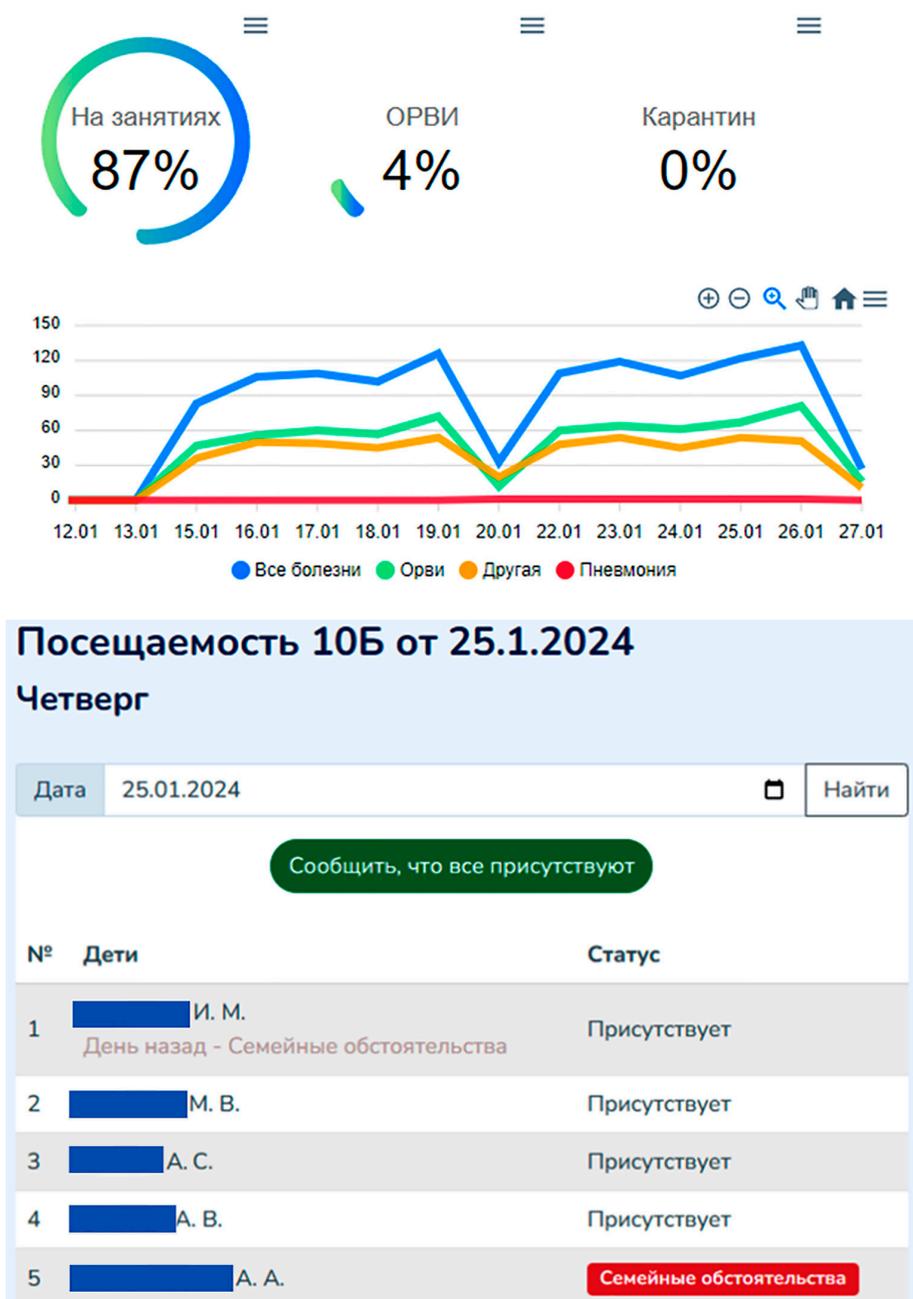


Рис. 1. Фрагмент интерфейса учета посещаемости

Одним из видов контроля за учебной деятельностью обучающихся являются контрольные срезы. Контрольные срезы позволяют найти слабые/сильные места и выявить закономерности в работе педагогического состава. Оперативный анализ по данным срезов по каждому из обучающихся между различными дисциплинами позволяет вовремя оказать педагогическую помощь неуспевающим детям. Работа с модулем анализа контрольных срезов состоит из следующих этапов:

- 1) определяются дисциплины, по которым будут проводиться срезы;
- 2) определяются критерии для оценки;
- 3) определяется состав участников для прохождения контрольных мероприятий;
- 4) заполняются первичные баллы, полученные каждым обучающимся по каждой дисциплине.

Пункты 1 и 2 выполняют руководители методических объединений ОУ. Пункт 3 выполняет заместитель директора по учебной

работе. Пункт 4 выполняется учителями-предметниками, осуществившими проверку работ по контрольным срезам. В результате формируется автоматическая аналитическая сводка по каждому обучающемуся, классу и дисциплине. Реализация интерфейса продемонстрирована на рисунке 2.

Для каждого неуспевающего обучающегося предусмотрена возможность комментирования учителем-предметником. Заполнение педагогами подобного отчета занимает до 20 минут времени, в зависимости от размера контингента. Ранее подобный процесс мог занимать до 1 рабочего дня.

Важной и неотъемлемой частью образовательной программы для старшеклассников в общеобразовательных организациях РФ является проектная деятельность. Необходимость реализации индивидуальных проектов современными школьниками декларируется ФГОС и является одним из приоритетов государственной образовательной политики.

Сводка по классу

№	ФИО	Зачёт информатика		Зачёт физика		Зачёт русский язык		Зачёт математика (профиль)	
		Зачёт 1	Зачёт 2	Зачёт 1	Зачёт 2	Зачёт 1	Зачёт 2	Зачёт 1	Зачёт 2
1	Максимович	4 (56%)	3 (40%)				2 (33.33%)	1 (0%)	2 (12.5%)
2	Владимирова			4 (60%)	5 (77.78%)		5 (75%)	5 (61.29%)	5 (53.13%)
3	Сергеевич	4 (64%)	4 (72%)				3 (37.5%)	3 (19.35%)	3 (18.75%)
4	Владимирович			5 (91.11%)	5 (80%)		3 (54.17%)	5 (74.19%)	5 (56.25%)
5	Александрович			3 (33.33%)	3 (35.56%)		2 (20.83%)	3 (19.35%)	4 (37.5%)

Рис. 2. Фрагмент интерфейса учета контрольных работ

Обучающийся	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
ова	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
ков	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
в	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
ева	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗

Рис. 3. Фрагмент интерфейса сводки по проектной деятельности

Проектная деятельность старшеклассников на данный момент регламентируется следующими документами: Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» [9], ФГОС, Примерной основной образовательной программой образовательного учреждения, иными внутренними документами в образовательном учреждении.

Обучающемуся на протяжении всего времени работы необходимо контактировать и обсуждать деятельность с куратором для достижения оптимального результата. Куратору следует оказывать всю необходимую помощь в преодолении трудностей и выполнении задач при реализации работ, своевременно консультировать и содействовать в прогнозировании дальнейшего хода развития проекта. Работу кураторов контролирует заместитель директора ОО по научно-методической работе и оказывает им всевозможную методологическую поддержку.

Для осуществления контроля над проектной деятельностью в школе предлагается следующая функциональная реализация (рис. 3):

- заполнение каждым обучающимся дневника проектной деятельности;
- контроль со стороны куратора и заместители по НМР за сроками заполнения дневника.

Были внесены изменения в основные образовательные программы начального общего образования, основного общего образования, среднего общего образования,

которые утверждены приказом директора. Внесены изменения в части учебного плана, в программу курса «Индивидуальный проект», а также организацию внеурочной деятельности.

Подобный подход позволил снизить на 50% количество проектов-рефератов и повысить качество выполняемых проектов, что дало увеличение количества участников на образовательных конкурсах от ОУ на 27% в сравнении с аналогичным периодом годом ранее, до внедрения системы.

Для внедрения информационной системы необходимо внести изменения в положение о проектной и исследовательской деятельности ОУ, создать положение о цифровом кабинете учителя и ученика в ОУ.

Рассмотрим модуль «Инвентаризация» предлагаемой нами электронной системы управления (рис. 4). Учебные кабинеты закрепляются за ответственными сотрудниками, обязанности и ответственность прописываются в должностных инструкциях заведующего кабинетом. Учителя в цифровом кабинете сотрудника получают доступ к заполнению и редактированию списка имущества. Администратор имеет доступ к общей сводке по учреждению. Осуществлен учет личной выдачи оборудования в виде ссуды.

До внедрения модуля «Инвентаризация» процесс сбора данных для инвентаризации составлял до 2 рабочих недель, после внедрения сбор данных был ускорен до трех рабочих дней.

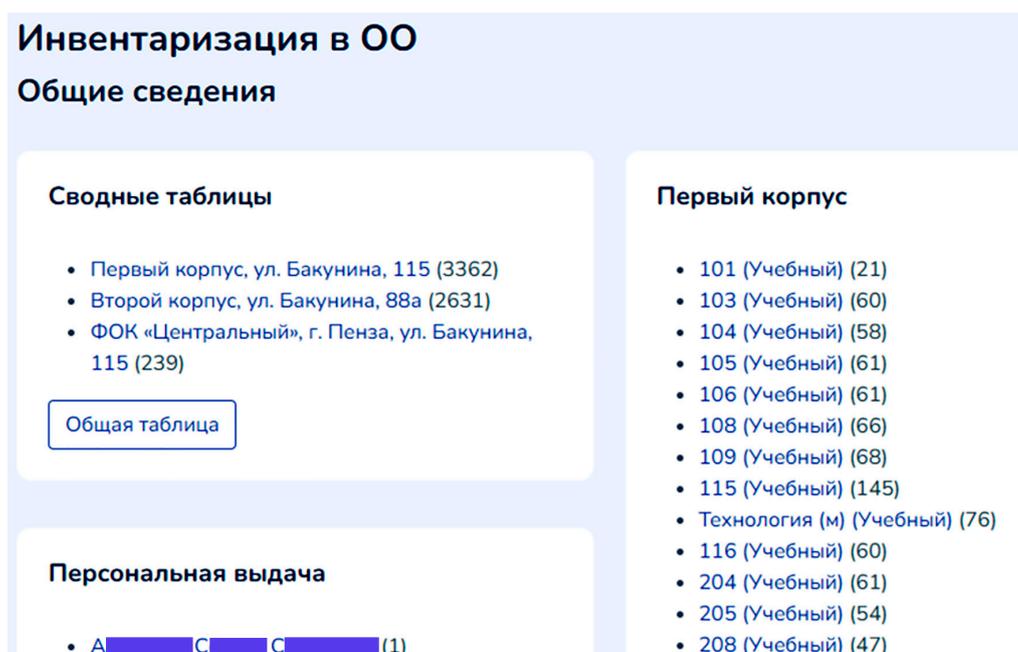


Рис. 4. Фрагмент интерфейса модуля «Инвентаризация»

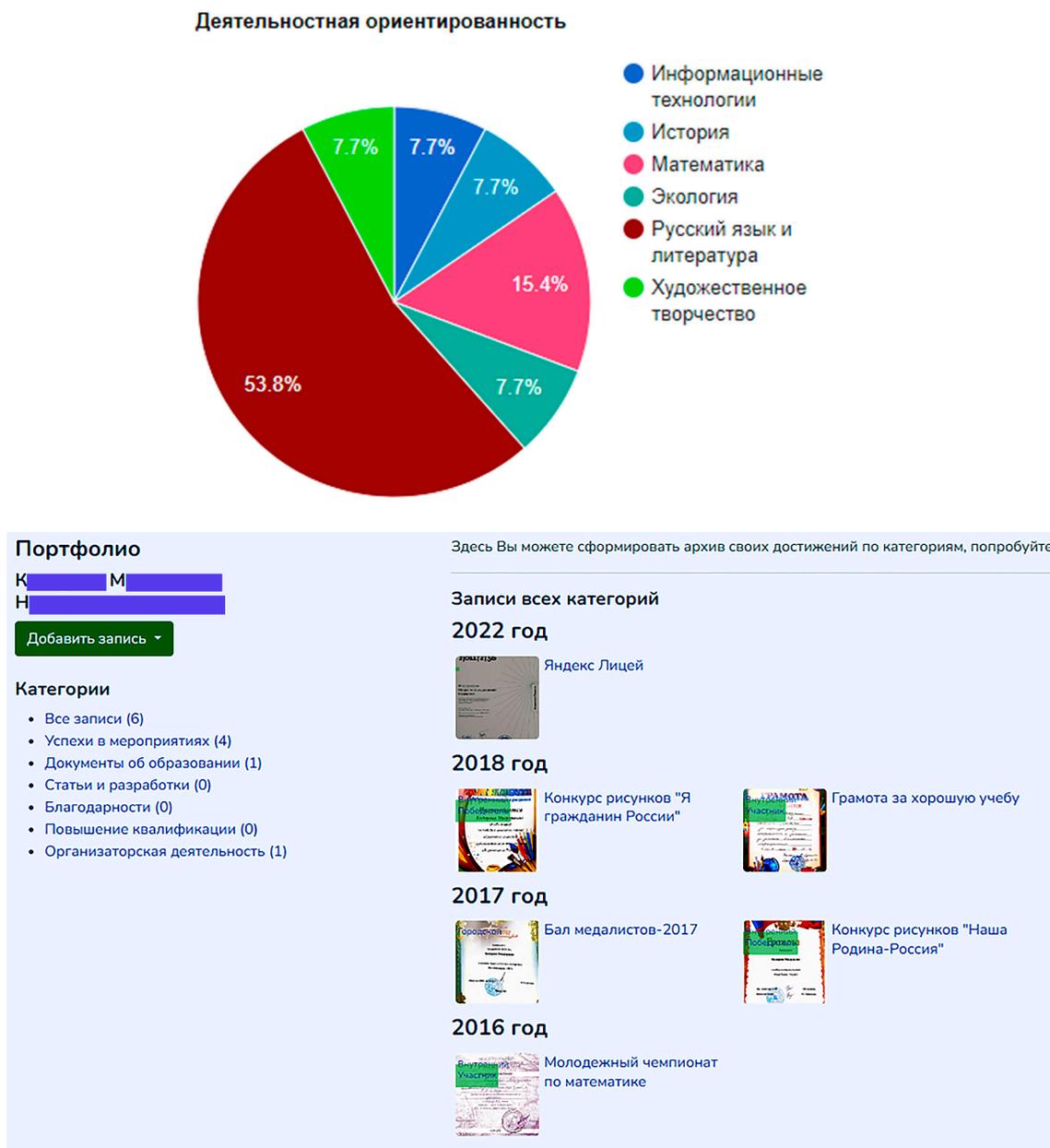


Рис.5. Диаграмма деятельностной ориентированности (интерфейс портфолио)

В рамках реализации задачи расширения доступности информационных ресурсов лицея за счет создания образовательного пространства разработаны локальные акты:

- Положение «Об индивидуальном учебном плане»;
- Положение «Об индивидуальном проекте обучающихся 10–11-х классов».

Личные кабинеты обучающихся как цифровое портфолио предоставляют информацию об участии детей в конкурсных мероприятиях различного уровня, дают возможность для детального анализа приоритетных направлений в конкретной сфере

интересов. Это, в свою очередь, позволяет разработать личностную образовательную траекторию, а также сформировать команды по профильным направлениям для участия в конкурсах (рис. 5).

### Заключение

Таким образом, в ходе анализа существующих систем было установлено, что успешное внедрение электронной системы управления требует не только технологических инноваций, но и организационных изменений. В ходе внедрения в рабочий процесс разработанных модулей информа-

ционной системы были существенно снижены временные затраты на выполнение целевых рабочих задач.

Разработка и внедрение электронных систем управления являются многоаспектным процессом, требующим комплексного подхода. Необходимо учитывать не только технические аспекты, но и человеческий фактор, культуру организации и готовность к изменениям. Особое внимание должно быть уделено обучению персонала, чтобы обеспечить плавную адаптацию к новой системе. Также критически важно обеспечение безопасности данных и защиты личной информации.

Электронные системы управления в общеобразовательном учреждении открывают новые возможности для повышения качества и доступности образования, делая процесс управления более прозрачным, эффективным и адаптируемым к постоянно изменяющимся условиям современного образовательного пространства.

#### Список литературы

1. Волков С.В., Ишбаев З.З., Штраус Л.С. Повышение эффективности управления образовательной организацией на основе внедрения информационно-коммуникационных технологий // Вестник МГПУ. Серия: Экономика. 2023. № 1(35). С. 132-144. DOI: 10.25688/2312-6647.2023.35.1.09.
2. Критерии и показатели самодиагностики // Школа Минпросвещения России. [Электронный ресурс]. URL: <https://smp.edu.ru/criteriaandindicators> (дата обращения: 15.04.2024).
3. Мусина А.И., Гареева Г.А., Григорьева Д.Р. Автоматизация образовательных учреждений // Символ науки. 2016. № 12-1. С. 186-188.
4. Хамитов Р.М. Цифровизация образования и ее аспекты // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30771> (дата обращения: 28.04.2024). DOI: 10.17513/spno.30771.
5. Якушина Е.В. Информационные системы для администратора и учителя // Народное образование. 2010. № 9(1402). С. 151-157.
6. Махотин Д.А., Будаева Т.Ч., Агафонов А.В. Современные возможности автоматизации процесса экспертного исследования результатов выполнения работ (оказания услуг) в сфере образования // Современное педагогическое образование. 2023. № 7. С. 334-337.
7. Куликов Ю.А. Проблема автоматизации системы оценки качества образования // Человек. Социум. Общество. 2019. № 3. С. 40-42.
8. Постановление правительства Пензенской области «О создании государственной информационной системы «Электронная система образования Пензенской области» и утверждении Положения о государственной информационной системе Пензенской области «Электронная система образования Пензенской области» от 18.07.2022 № 612-пП. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5800202207200011?index=8> (дата обращения: 14.04.2024).
9. Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 21.12.2012 № 73-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 14.04.2024).

УДК 378.147.88

DOI 10.17513/snt.40069

## РАЦИОНАЛИЗАТОРСКАЯ РАБОТА КАК КОМПОНЕНТ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

Бирюкова И.П., Бакланов И.О.

*ФГКВОВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,  
Воронеж, e-mail: ipbir95@mail.ru*

Статья посвящена проблеме организации рационализаторской работы курсантов как одного из факторов личностного и профессионального становления специалиста в военных инженерных вузах. Цель исследования – определение возможностей и способов включения элементов рационализаторской деятельности в лабораторный практикум по физике для формирования компетенций курсантов в области рационализаторства. В процессе исследования обобщен опыт организации рационализаторской работы на общеобразовательных кафедрах в Военном учебно-научном центре Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», проведены беседы и интервью с преподавателями, руководителями военно-научной работой курсантов, проанализированы рационализаторские предложения, поданные курсантами совместно с преподавателями. Выявлена необходимость оптимизации структуры и методов рационализаторской работы на базе общеобразовательных кафедр для развития способностей курсантов к техническому творчеству. Установлено, что включение элементов рационализаторской деятельности в физический практикум позволяет создать условия для проявления творческой инициативы курсантов, заинтересовать и вовлечь в рационализаторскую работу более широкий контингент обучающихся, повысить техническую грамотность курсантов, развить их способности выявлять проблемы и применять теоретические знания для решения практических задач, реализовать связи между различными разделами курса физики и междисциплинарные связи. Конкретизировано содержание компонентов рационализаторской деятельности курсантов и дано описание функций преподавателя при проведении лабораторных работ с элементами рационализаторства. Результаты исследования могут быть использованы преподавателями общеобразовательных дисциплин в военных инженерных вузах для расширения спектра организационных форм и методических приемов, применяемых для развития способностей курсантов к рационализаторской деятельности.

**Ключевые слова:** военные вузы, компетенции, курсанты, рационализаторская работа, физический практикум

## RATIONALIZATION WORK AS A COMPONENT OF CADETS' EDUCATIONAL ACTIVITIES AT MILITARY UNIVERSITY

Biryukova I.P., Baklanov I.O.

*Military Educational and Scientific Center of the Air Force  
«N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, e-mail: ipbir95@mail.ru*

The article is devoted to the issue of organizing cadets' rationalization activities as a factor of their personal and professional development at military engineering universities. The aim of this study is to determine the possibilities and ways of incorporating elements of rationalization activities into laboratory workshops in physics in order to form cadets' competencies in the field of innovation. During the research process, we summarized the experience of organizing rationalization processes in general education departments in Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy». We also conducted discussions and interviews with teachers who are involved in scientific work with cadets. The rationalization proposals submitted by the cadets together with the teachers were analyzed. The need for optimizing the structure and methods of rationalization work in general education departments in order to develop cadets' technical creativity abilities has been revealed. It has been established that incorporating elements of rationalization activities into physics workshops creates conditions for cadets to demonstrate their creative initiative, increasing their interest and involving a wider range of cadets in the rationalization work, as well as enhancing their technical qualification. It also helps them to develop their ability to identify problems, apply theoretical knowledge to solving practical problems, and make connections between different sections of the physics curriculum and academic disciplines. The content of the cadets' activities and the role of the teacher during laboratory work with elements of rationalization have been specified. The results of the study can be used by teachers who teach general education subjects at military engineering universities to broaden their range of organizational forms and methods to develop cadets' abilities to innovate.

**Keywords:** military universities, competencies, cadets, innovation work, physics practice

В соответствии с компетентностной концепцией современного высшего образования выпускники военных инженерных вузов должны обладать творческими способностями и опытом продуктивной деятельности в сфере будущей профессии, быть готовыми эффективно действовать в не-

стандартных ситуациях, владеть эвристическими методами решения проблем, уметь находить оптимальные технические решения. У курсантов наблюдается формирование этих качеств, если в вузе создана специальная среда, в которой стимулируется проявление творческих способностей обучаю-

щихся и предоставляются средства для их развития в продуктивной и общественно полезной деятельности. В этих целях организуется военно-научная работа курсантов, важными составляющими которой являются исследовательская, изобретательская и рационализаторская деятельность.

Вследствие того, что изобретательская деятельность и научные исследования предъявляют высокие требования к креативным способностям, знаниям методологии и владению навыками технического творчества, в этих видах научной работы участвует небольшой процент наиболее талантливых курсантов. Рационализаторская работа, в частности ее упрощенные формы: микро-рационализаторство и спонтанное рационализаторство – доступны более широкому контингенту обучающихся, так как в этих видах творческой активности не требуется обязательная новизна предлагаемых технических решений, и к ним можно привлекать курсантов на начальном этапе обучения. В то же время в военных вузах для формирования способностей курсантов к рационализаторству не в полной мере используется потенциал общеобразовательных дисциплин. Поэтому не только осуществление рационализаторской деятельности в самостоятельной работе курсантов, но и внедрение ее элементов в лабораторные практики при изучении естественнонаучных дисциплин представляется перспективным направлением развития способностей обучающихся к техническому творчеству в военных инженерных вузах.

В связи с этим цель исследования состояла в определении возможностей и способов включения элементов рационализаторской деятельности в лабораторный практикум по физике для формирования компетенций курсантов военных вузов в области рационализаторства.

#### **Материалы и методы исследования**

Анализ образовательных систем военных вузов Российской Федерации показывает, что для вовлечения курсантов в рационализаторскую работу проводятся следующие мероприятия: создание военно-научных обществ и научных кружков, проведение выставок и конкурсов технического творчества, привлечение курсантов для участия в конструкторско-технологических и исследовательских проектах и в модернизации учебно-материальной базы [1–3].

Важность рационализаторской работы обучающихся в организациях высшего военного образования подчеркивают многие авторы научных публикаций последних лет. В частности, Н.В. Негуторов, А.И. Кузне-

цов, В.Г. Крист считают участие в рационализаторской работе перспективным способом развития творческих способностей курсантов, необходимых в их предстоящей профессиональной деятельности, и указывают на целесообразность создания образовательной среды, способствующей развитию творческого потенциала курсантов в течение всего периода обучения в вузе. Этими авторами установлена положительная корреляционная связь активности курсантов в рационализаторской работе с их академической успеваемостью [4]. По мнению И.И. Грачева, В.Я. Савицкого и Е.С. Григоряна, рационализаторская работа, представляя собой компонент технического творчества, мотивирует обучающихся на неформальное и всестороннее усвоение материала учебных дисциплин, активизирует процесс подготовки военных инженеров, формирует навыки самообучения, развивает самостоятельность мышления и способность генерировать инновационные идеи [5].

В то же время многие исследователи и педагоги-практики указывают на наличие противоречий между необходимостью раскрытия творческого потенциала курсантов и строгой регламентацией военной службы, а также между необходимостью создания условий для проявления интеллектуальной инициативы обучающихся и ограниченностью резервов времени. Как отмечает Е.А. Павлов, результативность научного творчества курсантов зависит от степени их самоорганизации и приспособленности к условиям обучения [6]. Однако начало обучения приходится на период адаптации курсантов к системе образования военного вуза, и это снижает эффективность их самостоятельной работы и творческой деятельности в ее рамках. Другие причины низкой результативности самостоятельной творческой работы курсантов А.С. Попова и Д.А. Греков видят в слабой теоретической базе и недостаточном стимулировании творческих видов деятельности [7]. И.А. Веприяк, С.Д. Чижумов и Н.Н. Случанинов констатируют, что, несмотря на то, что рационализаторская и изобретательская деятельность требует методологических знаний, современные образовательные программы не предусматривают дисциплин, специально направленных на обучение техническому творчеству [8].

Таким образом, основы рационализаторской деятельности, которая в дальнейшем будет совершенствоваться в ходе научной работы, должны закладываться на младших курсах. Между тем анализ научных публикаций показал, что в военных

вузах для развития рационализаторских способностей курсантов недостаточно используются средства общеобразовательных дисциплин. Следовательно, требуется оптимизация структуры и методов рационализаторской деятельности курсантов на базе общеобразовательных кафедр в целях создания среды, способствующей более полному раскрытию творческих способностей обучающихся.

В связи с этим проведен анализ условий, методов и форм организации рационализаторской работы в военных вузах на основе сведений из научных публикаций, обобщен опыт организации рационализаторской работы курсантов на общеобразовательных кафедрах в Военном учебно-научном центре Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (ВУНЦ ВВС «ВВА»). Использовались методы беседы и интервью с преподавателями, руководящими военно-научной работой курсантов, и метод анализа продуктов деятельности. Анализировались рационализаторские предложения, поданные курсантами совместно с преподавателями за последние пять лет.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Рационализаторская деятельность курсантов на общеобразовательных кафедрах в ВУНЦ ВВС «ВВА» традиционно осуществляется в рамках военно-научной работы и включает создание и усовершенствование экспериментальных установок для научных исследований, а также модернизацию учебно-материальной базы. В процессе такой работы курсанты знакомятся со структурой, этапами и способами осуществления рационализаторской деятельности, обучаются правилам оформления рационализаторских предложений. Подаваемые курсантами совместно с преподавателями рационализаторские предложения способствуют увеличению результативности экспериментальных научных исследований и повышению качества и эффективности образовательного процесса. Для стимулирования участия в рационализаторской работе применяются следующие формы поощрения курсантов: представление лучших разработок на выставках и конкурсах инноваций и технического творчества; учет результатов рационализаторской работы при промежуточной аттестации; занесение наградных документов и свидетельств в портфолио для учета при последующем денежном вознаграждении и распределении по местам воинской службы.

Обычно внимание рационализаторской работе уделяется в часы самоподготовки курсантов и занятий с преподавателем во внеаудиторное время. Однако рационализаторская деятельность сложна и в содержательном, и в организационном плане. Она предусматривает как творческие способности, так и репродуктивные умения, а также знания методологии. Следовательно, рационализаторской работе, выполняемой в рамках научной деятельности, должны предшествовать простые ее формы и составляющие, которые доступны для курсантов на начальном этапе обучения, закладывают основы творческого мышления и дают первоначальные представления о рационализаторской деятельности. Поэтому для повышения эффективности формирования компетенций в сфере рационализаторства при изучении общеобразовательных дисциплин необходимо внедрение элементов рационализаторской деятельности в часы аудиторных занятий. Наиболее подходящей организационной формой обучения для этого является физический практикум, который дает возможность генерировать и обсуждать рационализаторские идеи во время выполнения лабораторных работ. Включение элементов рационализаторской деятельности в физический практикум позволит вовлечь в последующую рационализаторскую и изобретательскую работу более широкий контингент обучающихся и повысить эффективность формирования компетенций в области рационализаторства при изучении курса физики.

В рамках физического практикума курсанты не имеют возможности выполнять рационализаторскую деятельность в полном объеме, а знакомятся с ключевыми аспектами этой деятельности, такими как выявление проблемы, требующей нового технического решения, выдвижение рационализаторских идей и их оценивание с точки зрения предполагаемого положительного эффекта, создание предварительного проекта необходимых изменений конструкции лабораторной установки, разработка новой методики измерений и подбор необходимых материалов, обоснованный выбор оптимального технического решения из нескольких возможных, прогнозирование результатов. При этом существенны понятия микрорационализаторства, когда поиск курсантами рационализаторских идей стимулируется вопросами или заданиями преподавателя, предлагающими небольшие изменения используемых лабораторных установок, и спонтанного рационализаторства, когда курсанты проявляют творческую инициативу во время выполнения лабораторных работ, высказывая

идеи, обладающие признаками субъективной новизны и полезности. Эти виды рационализаторства представляют собой более простые и доступные для курсантов на начальной стадии обучения виды деятельности, по сравнению с рационализаторской и изобретательской деятельностью в рамках военно-научной работы.

В качестве высказываемых курсантами рационализаторских идей могут выступать предложения, касающиеся изменений конструкций, деталей, узлов лабораторных установок, их взаимного расположения, применения новых материалов, измерительных приборов, источников питания, генераторов механических и электромагнитных колебаний и т.п. При этом измерительное оборудование, навыки работы с которым у курсантов уже сформированы, может применяться по другому назначению. В процессе обсуждения предлагаемых технических решений курсанты, даже не высказывая рационализаторских идей, могут на простейших примерах познакомиться с различными способами решения технических проблем.

В ходе анализа рационализаторских идей курсанты учатся оценивать ожидаемый положительный эффект, разделяя его по целевому назначению: для обучения, научных исследований, эксплуатации технических устройств или реализации производственных процессов. Положительный эффект рационализаторского предложения в случае учебных лабораторных установок отличается от положительного эффекта для научного и производственного оборудования, для которого имеют значение скорость работы, точность и возможность автоматизации. В физическом практикуме на первом курсе используются установки, отличающиеся простотой конструкции и не требующие специальных навыков использования. К ним предъявляются повышенные требования по технике безопасности, надежности и долговечности, но нет необходимости в высокой производительности и точности измерений, а также автоматизации изучаемых процессов. Для предоставления возможности вносить рационализаторские предложения конструкции лабораторных установок и методики измерений не должны быть оптимизированы. Обучающий потенциал лабораторных установок повышается, если они предусматривают разнообразие экспериментов для рассмотрения различных сторон изучаемых физических явлений. Обучающий эффект зачастую также увеличивается благодаря многообразию ручных манипуляций над лабораторной установкой и возможности ее трансформации для различных целей экспериментов.

Таким образом, ожидаемый положительный эффект от рационализаторства во время проведения лабораторных работ может представлять собой:

- расширение круга проводимых исследований и увеличение количества решаемых задач;
- повышение наглядности изучаемых явлений;
- повышение соответствия получаемых экспериментальных результатов теоретическим положениям;
- исключение из методики выполнения эксперимента операций, не имеющих обучающего назначения, и других отвлекающих факторов;
- повышение мобильности, надежности и долговечности лабораторной установки;
- оптимизацию обслуживания и ремонта лабораторного оборудования.

Включение элементов рационализаторской деятельности в физический практикум создает условия для развития способностей выявлять проблемы и находить способы их решения. Для этого важен такой этап выполнения лабораторной работы, как анализ результатов экспериментов, в ходе которого курсанты могут выявить несоответствие полученных данных результатам, предсказанным теорией, определить причины этого несоответствия и найти способы их устранения. Например, при изучении движения тела в поле силы тяжести курсанты получают, что измеренная экспериментально дальность полета пули, выпущенной из пружинного пистолета, статистически значительно отличается от теоретической, которая рассчитывается по упрощенной формуле при предположении, что точки вылета и приземления пули располагаются на одном уровне по вертикали. Курсанты должны заметить неодинаковость высоты этих точек как причину расхождения экспериментальных и теоретических результатов и разработать приемлемые технические решения по выравниванию уровней начального и конечного положений пули.

При выявлении проблем курсанты видят противоречия между необходимостью решить существующую техническую проблему и недостатком имеющихся знаний и опыта. Осознание этого противоречия инициирует поиск дополнительной информации о физических принципах работы применяемого оборудования и сведений об уже известных способах решения подобных проблем. Это способствует повышению технической грамотности курсантов и освоению ими методологии научно-технического поиска. Курсанты также мотивируются на более глубокое изучение рас-

смаатриваемых физических явлений, что повышает интерес к изучению теоретического материала, содействует приобретению дополнительных знаний и формирует потребность в непрерывном самообразовании.

Важным обучающим эффектом рационализаторской работы является формирование умений использовать теоретические знания для решения практических задач. Осуществляя поиск способов решения выявленной технической проблемы, курсанты должны мобилизовать все имеющиеся знания. При этом достигается более глубокое понимание закономерностей изученных явлений и физических принципов работы измерительных приборов, тренируются навыки применения физико-математического аппарата. Например, в процессе выполнения лабораторной работы, в которой измеряются емкости конденсаторов по отношению максимальных токов разрядки конденсаторов неизвестной и известной емкостей, возникают значительные случайные ошибки измерений из-за быстроты изменения токов разрядки. Курсанты должны использовать свои знания закономерностей релаксационных процессов в электрических цепях с конденсаторами и резисторами для расчета сопротивления резистора, который необходимо добавить в цепь, чтобы ток разрядки изменялся достаточно медленно.

Включение элементов рационализаторства в лабораторный практикум создает условия для реализации связей между различными разделами курса физики и между учебными дисциплинами. Для разрешения выявленных проблем возникает необходимость актуализации имеющихся знаний по различным темам изучаемой дисциплины, а также знаний методик измерений и принципов действия измерительной техники, полученных при выполнении предыдущих лабораторных работ. Например, при изучении дифракции света на дифракционных решетках ставится задача предложить другие периодические структуры, которые могут играть роль дифракционных решеток для волн различной частоты. Курсанты могут предложить кристаллы для рентгеновского излучения или стоячие ультразвуковые волны для электромагнитного излучения оптического диапазона, при этом актуализируются и систематизируются знания по волновой оптике, квантовой оптике и упругим волнам.

Необходимость построения чертежей изменяемых установок требует знаний и умений, формируемых дисциплиной «Инженерная графика». Связи с дисциплинами математического цикла устанавливаются в ходе математического моделирования,

которое выполняется при анализе рационализаторских идей с целью оценивания последствий изменения конструкций лабораторных установок, нахождения параметров новых режимов работы и корректировки методик измерений. В качестве примера рассмотрим лабораторную работу, в которой изучается явление возникновения электродвижущей силы взаимной индукции в небольшой катушке, находящейся в переменном магнитном поле, создаваемом токами в двух больших катушках. Измеряется зависимость амплитуды электродвижущей силы взаимной индукции от косинуса угла между осью малой катушки и вектором индукции магнитного поля токов в больших катушках. В упрощенном варианте данной установки получаемая зависимость слегка отклоняется от линейной, которая предсказывается теоретически. В процессе поиска причин данного расхождения экспериментального и теоретического результатов курсанты более детально рассматривают особенности магнитного поля, создаваемого токами в больших катушках, выявляют факт неоднородности этого поля и предлагают способы изменения конструкции лабораторной установки для повышения его однородности. При этом для нахождения оптимальных размеров и взаимного расположения катушек проводятся вычисления с применением компьютерных программ, моделирующих магнитные поля, создаваемые различными системами проводников с токами.

Основными функциями преподавателя при проведении лабораторных занятий с элементами рационализаторства являются организаторская, мотивирующая и корректирующая. Преподаватель организует коллективное выявление проблем в ходе эксперимента и анализа его результатов, руководит обсуждением выдвигаемых идей, формирует малые группы для поиска технических решений. В целях повышения мотивации преподаватель обращает внимание курсантов на противоречия, раскрывает необходимость усовершенствования лабораторных установок для решения проблем различного вида, содействует в постановке целей и задач. Для задания направления творческой мысли курсантов и коррекции их действий преподаватель проводит критический анализ высказываемых идей, выдает вспомогательную информацию, показывает дополнительные иллюстративные материалы, задает наводящие вопросы. При этом имеется возможность реализовать такие активные методы обучения, как диалог, дискуссия, эвристическая беседа, «мозговой штурм», кейс-стади, работа в малых группах, моделирование.

### Заключение

Микрорационализаторство и спонтанное рационализаторство во время выполнения лабораторных работ являются доступными видами творческой деятельности для курсантов на начальном этапе обучения в вузе. Включение элементов рационализаторской деятельности в лабораторный практикум по физике вносит существенный вклад в формирование профессиональной компетентности будущих военных инженеров, позволяя применять знания в творческой практической деятельности. При этом повышается общая техническая грамотность курсантов, достигается более глубокое понимание ими закономерностей изучаемых явлений, развиваются способности выявлять проблемы, находить способы их решения и оценивать ожидаемый полезный эффект, устанавливаются связи между разделами изучаемой дисциплины и междисциплинарные связи. Разнообразие методических приемов, которые использует при этом преподаватель, стимулирует творческую активность курсантов и формирует их заинтересованность в рационализаторской деятельности.

Результаты исследования могут быть полезны преподавателям общеобразовательных кафедр, которые занимаются проблемами формирования компетенций в области рационализаторства.

### Список литературы

1. Бабкин А.Н., Назаренко А.В., Чоговадзе А.У. Об изобретательской, рационализаторской и патентно-лицензион-

ной деятельности в военных образовательных организациях министерства обороны Российской Федерации // Военная мысль. 2021. № 10. С. 80–88.

2. Донец С.А. О развитии профессионального творчества курсантов в процессе рационализаторской работы // Актуальные проблемы преподавания математических и естественнонаучных дисциплин в образовательных организациях высшего образования: материалы очно-заочной научно-методической конференции (Кострома, 13–15 февраля 2021 г.). Кострома: Издательство ФГКВОУ ВО «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко», 2021. С. 180–187.

3. Турчин В.А., Дейкун Д.Г., Курбонов Р.С. К вопросу о привлечении курсантов военного авиационного вуза к научно-исследовательской и изобретательской работе при изучении информатики // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы: материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 29 марта 2023 г.). Воронеж: Издательство Воронежского государственного педагогического университета, 2023. С. 386–392.

4. Негуторов Н.В., Кузнецов А.И., Крист В.Г. Рационализаторская работа и ее место в профессиональной подготовке курсантов высшего военного учебного заведения // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28529> (дата обращения: 17.05.2024).

5. Грачев И.И., Савицкий В.Я., Григорян Е.С. Роль рационализаторской и изобретательской работы в активизации образовательного процесса в военном вузе // Молодежь. Образование. Наука. 2023. № 1 (18). С. 12–17.

6. Павлов Е.А. Развитие профессионального творчества курсантов в ходе рационализаторской работы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2015. 25 с.

7. Попова А.С., Греков Д.А. Управление научно-исследовательской и рационализаторской работой курсантов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2019. Т. 7, № 1 (44). С. 302–305.

8. Веприяк И.А., Чижимов С.Д., Случанинов Н.Н. Организационные и методические аспекты рационализаторской работы в высшем военном учебном заведении // Специальная техника и технологии транспорта. 2023. № 19. С. 194–202.

УДК 372.8:004.92  
DOI 10.17513/snt.40070

## ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ»

<sup>1</sup>Быков А.А., <sup>2</sup>Киселева О.М.

<sup>1</sup>Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет “МЭИ”» в г. Смоленске,  
Смоленск, e-mail: mail@sbmpei.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск,  
e-mail: fizmat@smolgu.ru.

Сегодня мобильные технологии являются неотъемлемой частью человеческой деятельности. Они стали быстрой и удобной альтернативой личному получению информации. Мобильные приложения используют не только взрослые люди, но и школьники, что способствует развитию интереса обучающихся не только к их применению, но и к их созданию. Познакомить обучающихся с полноценным процессом разработки программных продуктов для различных гаджетов, включая проектирование, создание, тестирование и отладку, загрузку и установку файла на мобильный телефон или другие устройства, можно в рамках элективного курса «Разработка мобильных приложений». В рамках представленного в статье исследования была проведена оценка образовательного запроса обучающихся в области самостоятельного создания приложений для мобильных устройств. В проведенном констатирующем эксперименте респондентам были предложены анкета и уточняющая ее итоги беседа. С учетом их результатов и анализа научной и методической литературы по теме исследования были описаны некоторые элементы элективного курса «Разработка мобильных приложений». Авторами были определены цели рассматриваемого элективного курса, представлено его содержание, а также изложены методические рекомендации для педагогов по его реализации на практике.

**Ключевые слова:** информационные технологии, элективный курс, проект, мобильные приложения

## ELEMENTS OF THE ELECTIVE COURSE «MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT»

<sup>1</sup>Bykov A.A., <sup>2</sup>Kiseleva O.M.

<sup>1</sup>Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute in Smolensk,  
e-mail: mail@sbmpei.ru;

<sup>2</sup>Smolensk State University, Smolensk, e-mail: fizmat@smolgu.ru

Today, mobile technologies are an integral part of human activity. They have become a quick and convenient alternative to getting personal information. Mobile applications are used not only by adults, but also by schoolchildren, which contributes to the development of students' interest not only in their application, but also in their creation. You can introduce students to the full-fledged process of developing software products for various gadgets, including designing, creating, testing and debugging, downloading and installing a file on a mobile phone or other devices as part of the elective course «Mobile Application Development». As part of the research presented in the article, an assessment of the educational request of students in the field of self-creation of web applications was carried out. In the conducted ascertaining experiment, the respondents were presented with a questionnaire and a conversation clarifying its results. Taking into account their results and the analysis of scientific and methodological literature on the research topic, some elements of the elective course «Mobile application Development» were described. The authors defined the objectives of the considered elective course, presented its content, and outlined methodological recommendations for teachers on its implementation in practice.

**Keywords:** information technology, elective course, project, mobile applications

Мобильные телефоны и другие гаджеты являются неотъемлемой частью жизни человека. К примерам широко применяемых цифровых возможностей, реализуемых посредством мобильных приложений, можно отнести:

1) поисковые возможности глобальной сети [1];

2) обеспечение доступа к электронным услугам сайта «Госуслуги» и личным кабинетам различных государственных служб;

3) реализацию финансовых операций через личные кабинеты банков;

4) общение посредством электронной почты, видеоконференций, социальных сетей и мессенджеров [2];

5) применение преимуществ интернет-магазинов и служб доставки;

6) использование мобильных игр и других возможностей индустрии развлечений [3]; и т.д.

Широкая востребованность мобильных приложений приводит к тому, что актуальными становятся знания, умения и навыки не только по использованию рассматриваемых программных продуктов, но и по их

созданию [4]. При этом становятся значимыми компетенции как в области понимания общих принципов проектирования и разработки программных продуктов, так и знания возможностей конструкторов мобильных приложений, а также различных языков программирования. Реализовать полноценное обучение по созданию мобильных приложений от момента разработки проекта до получения функционирующего продукта в рамках общего курса информатики достаточно сложно, однако проведение элективного курса «Разработка мобильных приложений» может решить данную задачу.

«Элективный курс – это элемент учебного плана, дополняющий содержание при реализации профильного обучения, что позволяет удовлетворять разнообразные познавательные интересы школьников» [5].

Элективные курсы, связанные с разработкой программных продуктов, способствуют углублению знаний, получаемых обучающимися в рамках предмета «Информатика», а также расширению их кругозора. На наш взгляд, это определяет актуальность курса «Разработка мобильных приложений».

Цель исследования – рассмотрение элементов элективного курса «Разработка мобильных приложений».

#### Материалы и методы исследования

Методы, используемые в исследовании:

- анализ литературы;
- обобщение существующего педагогического опыта;
- констатирующий эксперимент.

Сегодня существует значительная база исследований, связанных с вопросом разработки и внедрения в образовательный процесс элективных курсов, она представлена в научных работах таких педагогов, как В.В. Бесценная, И.И. Ильясов, Н.А. Галатенко, А.Г. Каспржак, П.С. Лернер и др.

Анализ научных и методических работ, связанных с проблемой создания элективного курса по разработке приложений для мобильных устройств, на наш взгляд, позволяет сделать некоторые выводы:

- применение мобильных технологий в современном цифровом обществе стало необходимой компетентностью для каждого человека;
- интерес к процессу создания мобильных приложений у обучающихся может способствовать переориентации развлекательной деятельности в область практической и созидательной;
- проблема создания приложений для мобильных устройств слабо раскрыта в общем курсе информатики;

– общие методические подходы к обучению основам создания мобильных приложений находятся на стадии формирования.

#### Результаты исследования и их обсуждение

При разработке элементов элективного курса «Разработка мобильных приложений» необходимо обладать информацией об уровне значимости рассматриваемого материала. Выявить образовательный запрос обучающихся в исследуемой области позволяет констатирующий эксперимент. В его задачи входят оценка востребованности описываемого элективного курса, определение мобильной операционной системы устройств, для которых будет вестись разработка, а также выбор программного средства для создания мобильных приложений. Исследование было проведено на базе МБОУ СШ № 35 города Смоленска. Испытуемыми выступили обучающиеся десятых классов. С респондентами проводились анкетирование и уточняющая его результаты беседа.

Для оценки востребованности элективного курса «Разработка мобильных приложений» обучающимся был задан следующий вопрос: «Заинтересованы ли вы в освоении возможностей по созданию программ для мобильных устройств в рамках элективного курса “Разработка мобильных приложений”?»

- Да
- Нет

При ответе на данный вопрос опрошенные были единодушны и положительно восприняли возможность получения знаний, умений и навыков по созданию мобильных приложений, согласились пройти предлагаемый элективный курс.

При создании мобильных приложений разработчику необходимо ориентироваться на возможность мобильной операционной системы, установленной на телефонах и других гаджетах. Чтобы определиться с ее видом, опрошиваемым предложили следующий вопрос анкеты: «Выберите мобильную операционную систему устройств, для которых будут разрабатываться мобильные приложения, создаваемые в рамках курса»:

- Android
- iOS
- Другая операционная система

Результаты, представленные на рисунке 1, позволяют сделать вывод о том, что у опрошиваемой группы преобладают мобильные телефоны с операционной системой Android, что позволяет ориентироваться на нее при описании элементов элективного курса.



Рис. 1. Используемые операционные системы, %

Сегодня существуют разные подходы к разработке программных продуктов для гаджетов, ориентированные как на программирующего пользователя, так и на обучающихся, для которых программирование не является сильной стороной [6]. Поэтому следующий вопрос анкеты был направлен на выбор типа программного обеспечения, которое будет применяться при проведении элективного курса: «Выберите тип среды разработки мобильных приложений, с которой вы бы хотели познакомиться при освоении материалов элективного курса»:

- Конструктор мобильных приложений
- Язык программирования

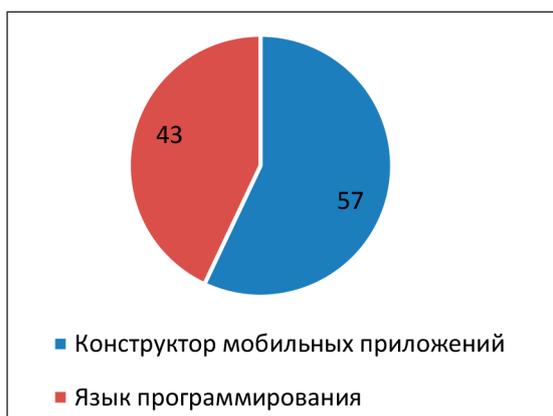


Рис. 2. Типы среды разработки мобильных приложений, %

Результаты анкетирования, представленные на рисунке 2, отражают выбор респондентов, отданный в пользу конструкторов мобильных приложений. На наш взгляд, это объясняется составом опрашиваемой группы, в которую входили обучающиеся в классах с различными профилями, а сле-

довательно, имели разный уровень подготовки в области программирования.

Таким образом, в результате проведенного констатирующего эксперимента выявлен высокий уровень востребованности элективного курса «Разработка мобильных приложений». Исходя из полученных на второй и третий вопросы ответов, в качестве программного обеспечения для рассматриваемого курса, на наш взгляд, возможно использовать среду визуальной разработки android-приложений – MIT App Inventor, которая требует от пользователя минимума знаний в области программирования. Конструирование мобильного приложения в ней реализуется в визуальном режиме из блоков программного кода, и для работы достаточно базовых знаний в области алгоритмизации [7].

Несмотря на удобство конструктора приложений для мобильных устройств MIT App Inventor, рассматриваемый элективный курс при необходимости может быть реализован в другой программной среде.

Оценив востребованность курса и определившись с мобильной операционной системой устройств, для которых будут разрабатываться мобильные приложения, и средой для их создания, рассмотрим некоторые элементы обсуждаемого элективного курса.

Перечислим цели предлагаемой обучающимся программы «Разработка мобильных приложений»:

- на примере создания мобильных приложений познакомить обучающихся с принципами разработки прикладного программного обеспечения;
- используя конструктор мобильных приложений, например MIT App Inventor, рассмотреть основные принципы создания и опубликования программных продуктов для мобильных устройств;
- научить обучающихся создавать мобильные приложения, основываясь на знаниях в области алгоритмизации, публиковать их и осуществлять отладку на мобильных устройствах [8];
- содействовать повышению интереса обучающихся к программированию;
- в процессе создания итоговых проектов развивать творческие способности обучающихся;
- способствовать получению опыта коллективной деятельности при выполнении групповых проектов;
- формировать алгоритмическое и аналитическое мышление у слушателей курса [9].

Как нам кажется, включение следующих тем в элективный курс «Разработка мобильных приложений» позволит реализовать поставленные выше цели:

- «Конструктор приложений для мобильных устройств, его режимы и интерфейс, загрузка и установка файла на гаджет»;
- «Компоненты»;
- «Разработка приложения с несколькими экранами»;
- «Работа с анимацией»;
- «Работа с медиа»;
- «Реализация возможностей сенсоров»;
- «Применение математических функций» [10];
- «Тестирование и отладка»;
- «Сравнительный анализ сред разработки мобильных приложений»;
- итоговый проект, состоящий из индивидуального или коллективного задания.

Процесс внедрения курса «Разработка мобильных приложений» имеет ряд методических особенностей.

1. Описываемая тема элективного курса востребована и доступна для освоения обучающимися старшего школьного звена. Это подтверждается результатами констатирующего эксперимента и программой предмета «Информатика», из которой видно, что в старших классах обучающиеся уже владеют основами алгоритмизации.

2. В качестве формы реализации рассматриваемой темы рекомендуется элективный курс, поскольку, на наш взгляд, полноценная работа по проектированию, созданию и отладке мобильных приложений требует значительного количества учебного времени.

3. Средства реализации элективного курса вариативны, поскольку как визуальные среды для разработки мобильных приложений, так и мобильные операционные системы телефонов и других гаджетов имеют тенденцию терять популярность и устаревать [11]. Однако базовые знания, умения и навыки, полученные при изучении курса, останутся актуальными, как и сама тема.

4. Элективный курс «Разработка мобильных приложений» является практико-ориентированным и наиболее успешно будет усвоен обучающимися при сопровождении теоретического материала практической разработкой мобильных приложений для его закрепления. При этом лабораторные работы желательно проводить с использованием пошаговой инструкции. Предпочтительная для проведения занятий форма – очная, поскольку некоторые элементы курса являются сложными и требуют как пояснений педагога, так и наглядной демонстрации.

5. Завершающим этапом элективного курса является выполнение итогового проекта. В зависимости от сложности выбранной темы и отводимого на ее реализацию времени итоговое задание может быть групповым или индивидуальным [12]. Оно направлено

на отработку обучающимся знаний, умений и навыков, приобретенных в рамках рассматриваемого курса, и дает им возможность продемонстрировать творческие способности.

### Заключение

Таким образом, при основе на результатах проведенного констатирующего эксперимента осуществлена попытка рассмотреть элементы элективного курса «Разработка мобильных приложений». По нашему мнению, последовательная реализация на практике представленных в статье тем курса с учетом методических особенностей его реализации позволит достичь сформулированных целей.

### Список литературы

1. Быков А.А., Тимофеева Н.М. Особенности формирования информационной компетентности студентов строительных специальностей на базе подготовки в классическом университете // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 5-2. С. 341-344.
2. Козлов С.В., Резванцева А.А. Чат-боты как одна из тенденций развития современного образования // *Международный журнал экспериментального образования*. 2022. № 5. С. 44-49.
3. Тимофеева Н.М. О структурировании и наглядном представлении информации в виде интеллект-карт средствами онлайн-сервисов // *Системы компьютерной математики и их приложения*. 2019. № 20-2. С. 214-218.
4. Тимофеева Н.М. Оценка качества электронного обучения и возможности его повышения // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31855> (дата обращения: 25.04.2024). DOI: 10.17513/spno.31855.
5. Бесценная В.В. Конструирование содержания элективных курсов в профильном обучении: автореф. дис... канд. пед. наук. Омск, 2006. 19 с.
6. Быков А. А., Киселева О. М. Элементы элективного курса по созданию виртуальных помощников // *Современные наукоемкие технологии*. 2024. № 1. С. 113-117. DOI: 10.17513/snt.39917.
7. Сенчилов В.В., Тверской Е.А. Об одном способе разработки справочного мобильного приложения по физике для Android // *Развитие научно-технического творчества детей и молодежи – НТТДМ 2022: сборник материалов VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. Киров, 2022. С. 167-173.
8. Гаврилова Т.И., Тимофеева Н.М. Исследование готовности школьников к проектированию развивающих компьютерных игр // *Концепт*. 2014. № 6. С. 6-10.
9. Быков А. А., Киселева О. М. О применении элементов индивидуального обучения в дистанционной работе со студентами // *Современные наукоемкие технологии*. 2020. № 9. С. 106-110. DOI: 10.17513/snt.38223.
10. Галина И.И., Нафикова А.Р. Разработка программно-методического обеспечения элективного курса «Создание мобильных приложений» для учащихся общеобразовательных учреждений // *Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы*. 2022. № 1-3(62). С. 131-134.
11. Козлов С.В., Шкуратова А.А. Особенности мониторинга образовательного пространства с использованием новых информационных технологий // *Системы компьютерной математики и их приложения*. 2020. № 21. С. 393-399.
12. Сгибнева С.В. Интернет-проекты как инновационная форма организации образовательной деятельности в рамках реализации ФГОС // *Сибирский учитель*. 2015. № 1(98). С. 69-70.

УДК 372.881.111.22  
DOI 10.17513/snt.40071

## ДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЧАТGPT-4O В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Вишленкова С.Г., Левина Е.А.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,  
Саранск, e-mail: svetlana.vishlenkova@yandex.ru

Статья посвящена исследованию дидактических возможностей использования технологии ChatGPT-4o в процессе обучения иностранным языкам в педагогическом вузе. В условиях динамичных изменений в современном мире актуальность данной статьи определяется необходимостью поиска альтернативных методов обучения, поскольку традиционные подходы могут оказаться недостаточно эффективными для подготовки специалистов, способных адаптироваться и успешно функционировать в новых реалиях. Анализ литературы и эмпирические данные свидетельствуют о том, что использование искусственного интеллекта может существенно улучшить процесс обучения, предоставляя персонализированные образовательные программы и возможности для интерактивного и индивидуализированного подхода. В работе рассматриваются как положительные аспекты применения ChatGPT-4o, так и потенциальные проблемы и ограничения. В результате анализа качества выполнения лингвистических операций ChatGPT-4o было выявлено, что чат демонстрирует способность давать четкие и обстоятельные ответы на общие вопросы, предоставляя дополнительную информацию и примеры, подробные объяснения грамматических структур и исключений из правил с примерами предложений. Нейросеть создает реалистичные диалоги, адаптированные к уровню владения языком, и визуализированные интеллект-карты по разным темам. Она исправляет грамматические и орфографические ошибки, предлагает улучшенные версии текстов и составляет списки тематической лексики с переводами и объяснениями. В целом чат умеет создавать тесты, инструкции и оценочные сетки, но совершает незначительные ошибки в создании заданий с множественным выбором. При переводе текстов между немецким и русским языками обнаружены лингвистические ошибки, а также трудности с переводом имен собственных. Научная статья предоставляет значимые данные, которые могут послужить основой для дальнейших исследований и успешной интеграции технологий искусственного интеллекта в обучение иностранным языкам.

**Ключевые слова:** иностранный язык, технология ChatGPT-4o, коммуникативная компетенция, дидактические возможности, методика обучения, нейросеть

*Статья публикуется при поддержке гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) по теме «Инновационная лингводидактика в иноязычном образовательном пространстве».*

## DIDACTIC POTENTIAL OF CHATGPT-4O IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES AT A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Vishlenkova S.G., Levina E.A.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev, Saransk,  
e-mail: svetlana.vishlenkova@yandex.ru

The article is dedicated to exploring the didactic potential of using ChatGPT-4o technology in the process of teaching foreign languages at a pedagogical university. In the context of dynamic changes in the modern world, the relevance of this article is determined by the necessity to seek alternative teaching methods, as traditional approaches may prove insufficient for preparing professionals capable of adapting and functioning successfully in new realities. Literature analysis and empirical data indicate that the use of artificial intelligence can significantly enhance the learning process by providing personalized educational programs and opportunities for interactive and individualized approaches. The paper examines both the positive aspects of implementing ChatGPT-4o and potential issues and limitations. Through the analysis of the quality of linguistic operations performed by ChatGPT-4o, it was found that the chat demonstrates the ability to provide clear and comprehensive answers to general questions, offering additional information and examples, detailed explanations of grammatical structures, and exceptions to rules with sentence examples. The neural network generates realistic dialogues adapted to the language proficiency level and visualized intelligence maps on various topics. It corrects grammatical and spelling errors, offers improved versions of texts, and compiles lists of thematic vocabulary with translations and explanations. Overall, the chat can create tests, instructions, and evaluation grids, albeit with minor errors in crafting multiple-choice tasks. Linguistic errors were identified when translating texts between German and Russian, as well as difficulties in translating proper nouns. The scientific article provides valuable data that can serve as a basis for further research and the successful integration of artificial intelligence technologies into foreign language education.

**Keywords:** foreign language, ChatGPT-4o technology, communicative competence, didactic possibilities, teaching methodology, neural network

*The article is published with the support of a grant for research in priority areas of scientific activity of partner universities in networking (South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) on the topic "Innovative linguodidactics in a foreign language educational space".*

В условиях стремительного развития цифровых технологий, в том числе искусственного интеллекта, значительное внимание уделяется их интеграции в образовательный процесс. Распоряжение Правительства РФ от 18 октября 2023 г. № 2894-р утверждает стратегическое направление цифровой трансформации образования («цифровой зрелости»), что предполагает создание единого, качественного и безопасного образовательного пространства с равным доступом к цифровому образовательному контенту и сервисам для всех участников образовательных отношений [1]. Суть данного явления – это способность индивидуума адаптироваться к современным реалиям, умение жить в высокотехнологичном обществе [2, с. 72].

В сфере образования, особенно в преподавании иностранных языков, цифровые технологии все чаще становятся неотъемлемой частью учебного процесса. Как отмечают авторы «Дидактической концепции цифрового профессионального образования и обучения», «многие цифровые технологии, обладая педагогически значимыми дидактическими свойствами (интерактивность, мультимедийность, гипертекстовость, персональность, субкультурность и др.), обеспечивают возможность их использования для построения образовательного процесса, ориентированного на учёт особенностей цифрового общества» [3, с. 17–19]. Потенциал цифровых технологий обуславливает возможность организации и проведения занятий в дистанционном и смешанном форматах. Кроме того, посредством их использования возможно создание условий естественной языковой среды, где происходит реальное иноязычное взаимодействие. На современном этапе иноязычного образования речь идет уже об интеграции современных цифровых технологий, базирующихся на использовании искусственного интеллекта.

Впервые термин «искусственный интеллект» был введен в 1956 году Джоном Маккарти, который определил данный феномен как «науку и технологию создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. Это связано с аналогичной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но искусственный интеллект не должен ограничиваться биологически наблюдаемыми методами» [Цит. по: 4]. Вследствие множества подходов к определению сущности понятия «искусственный интеллект» на сегодняшний день нет однозначной научной трактовки данного термина. В рамках настоящего исследо-

вания авторы придерживаются определения искусственного интеллекта, предлагаемого Национальным стандартом Российской Федерации: «Искусственный интеллект – способность технической системы имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных практически значимых задач обработки данных результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека» [5]. В современном иноязычном образовании актуализируется одно из таких направлений искусственного интеллекта, как обработка естественных языков (NLP – Natural Language Processing). Данная область включает в себя использование алгоритмов, позволяющих анализировать и обрабатывать текстовые или голосовые данные, а также понимать их полный смысл, включая намерения и эмоции говорящего или пишущего. К примеру, в обучении иностранным языкам уже достаточно широко применяется ряд цифровых сервисов, использующих технологии NLP: онлайн-платформа Grammarly, приложения с чат-ботами Duolingo, Virtual Talk, Mondly, Memrise, Babbel, онлайн-переводчик DeepL.

Важно отметить, что различные аспекты внедрения искусственного интеллекта в иноязычное образование рассматривались в исследованиях многих авторов (П.В. Сысоев [6; 7], М.Н. Евстигнеев [8; 9], С.В. Титова, К.Т. Темурян [10] и др.). Среди них важно отметить работу Е.А. Елтанской, А.В. Аржановской, посвященную изучению возможностей применения технологий искусственного интеллекта в иноязычном образовании. По мнению авторов, искусственный интеллект, обладая потенциалом «создавать и использовать персонализированные образовательные программы, где каждый обучающийся имеет свои уникальные потребности и способности, предлагая тем самым индивидуальный подход к обучению, способен изменить и улучшить процесс обучения» [11, с. 46]. Е.Ю. Костюкович, исследуя возможности внедрения искусственного интеллекта в процесс обучения английскому языку в высшем учебном заведении с позиций индивидуализированного подхода, доказывает, что данный метод обладает высокой эффективностью и перспективностью для преподавания иностранных языков в академической среде, особенно учитывая наличие социальной потребности в специальных компетенциях, связанных со знаниями английского языка [12].

Исследователи (Е.А. Елтанская [11]; Н.Г. Кондрахина [13]; С.Е. Тупикова [14]) также придерживаются мнения, что искусственный интеллект по праву считается высокоэффективным средством обучения, способным повысить качество и доступность образования. Однако важно соблюдать гармоничный баланс между внедрением новейших технологий и уважительным отношением к традиционной роли преподавателя в образовательном процессе.

Функциональные возможности, которыми обладает одна из разновидностей искусственного интеллекта – технология ChatGPT-4o, позволяют предположить, что она может быть применена в преподавании иностранного языка в вузе и способна оптимизировать образовательный процесс. Вместе с тем к использованию ChatGPT-4o наблюдается неординарное, зачастую скептическое отношение. Данная работа в определенной степени призвана решить эту проблему.

Говоря об исследованиях по проблеме изучения возможностей использования ChatGPT-4o в обучении иностранным языкам, следует отметить их малочисленность на данный момент. Одной из значимых работ по проблеме внедрения ChatGPT-3 в иноязычное образование является исследование А.Г. Кравцовой, где автор рассматривает функционал чат-бота и предлагает способы его использования в учебном процессе [15]. Таким образом, настоящее исследование значимо для дальнейшего изучения функциональных возможностей ChatGPT-4o в иноязычном образовании. При этом рассматриваются не только возможности, но и потенциальные проблемы и ограничения в его использовании.

Целью данного исследования является выявление дидактического потенциала применения ChatGPT-4o в процессе преподавания иностранных языков в педагогическом вузе.

#### **Материал и методы исследования**

Обучение иностранному языку с помощью ChatGPT-4o было организовано на площадке технопарка универсальных педагогических компетенций МГПУ имени М.Е. Евсевьева. Одним из форматов таких площадок является IT-лаборатория. Комплекс технического оборудования IT-лаборатории позволяет создать условия для формирования языковых навыков и речевых умений с помощью ChatGPT-4o у будущих учителей иностранных языков.

Задачи исследования включают: обоснование значимости применения искусственного интеллекта в образовательной сфере; аргументацию использования ChatGPT-4o

в процессе обучения иностранным языкам студентов языковых факультетов педагогических вузов; выявление дидактических возможностей и трудностей, связанных с внедрением ChatGPT-4o в учебный процесс; описание практических заданий, разработанных с использованием ChatGPT-4o, для формирования иноязычной коммуникативной компетенции у будущих учителей иностранных языков.

Для решения исследовательских задач были применены следующие теоретические и эмпирические методы:

1) анализ психолого-педагогической, методической литературы и нормативно-правовых документов, включающий тщательное изучение существующих научных работ и публикаций, касающихся применения искусственного интеллекта в образовании, а также государственных документов, регулирующих образовательную деятельность и внедрение новых технологий в учебный процесс;

2) изучение педагогического опыта, подразумевающее исследование и обобщение практического опыта педагогов, которые уже используют или экспериментируют с ChatGPT-4o в преподавании иностранных языков;

3) метод синтеза для объединения полученных данных из различных источников с целью создания целостного представления о потенциале ChatGPT-4o в образовательном процессе;

4) метод сравнения для сопоставления различных подходов и методов обучения с использованием ChatGPT-4o, а также оценки их эффективности по сравнению с традиционными методами преподавания;

5) систематизация и классификация материалов по проблеме исследования, включающие организацию и упорядочение собранных данных для выявления ключевых аспектов проблемы;

6) прогнозирование возможных тенденций и перспектив использования ChatGPT-4o в обучении иностранным языкам, а также оценка потенциальных трудностей и путей их преодоления;

7) апробация, которая включала экспериментальное внедрение ChatGPT-4o в образовательный процесс для оценивания его эффективности в реальных условиях обучения иностранным языкам.

Эти методы позволили провести всесторонний анализ применения ChatGPT-4o в обучении иностранным языкам, выявить его дидактические возможности и трудности, а также предложить эффективные практические задания для формирования коммуникативной компетенции у студентов.

### Результаты исследования и их обсуждение

Апробация проводилась с участием студентов 3–5 курсов факультета иностранных языков, что обеспечило непосредственное наблюдение за процессом и сбор данных о практическом применении технологии.

На диагностирующем этапе экспериментального обучения было проведено анкетирование студентов в количестве 100 человек, обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование», профилю подготовки «Иностранный язык (английский, немецкий)» Мордовского государственного педагогического университета имени М.Е. Евсевьева. Целью анкетирования было выявление информированности студентов о функциональных возможностях использования ChatGPT-4o в обучении иностранному языку.

В результате опроса 95% респондентов ответили, что слышали о ChatGPT-4o. Однако только 46% опрошенных имеют опыт использования ChatGPT-4o в процессе изучения иностранных языков, в частности для написания текстов и эссе на иностранном языке, а также при прямом и обратном переводе текстов. Около 58% респондентов считают, что ChatGPT-4o может быть полезным инструментом в преподавании иностранного языка, 22% опрошенных затруднились дать ответ на данный вопрос, 20% респондентов считают ChatGPT-4o бесполезным сервисом. Наиболее часто упоминаемыми преимуществами ChatGPT-4o были названы грамматическая проверка и исправление (82%), помощь в написании текстов и эссе (75%), предоставление переводов (68%). Наиболее часто упоминаемыми недостатками ChatGPT-4o были названы неточность или предвзятость ответов (65%), слабая польза сервиса в обучении устной речевой деятельности (43%), потенциал для плагиата (58%). 78% респондентов выразили желание более подробно изучить потенциал использования сервиса в обучении иностранным языкам.

Результаты проведенного анкетирования показали, что студенты в целом положительно относятся к использованию ChatGPT-4o в изучении иностранного языка. Однако большинство из них не знакомо с потенциальными преимуществами ChatGPT-4o, но осознают важность изучения функциональных возможностей интеграции сервиса в образовательный процесс.

На втором этапе исследования основное внимание было уделено анализу дидактического потенциала использования ChatGPT-4o в обучении различным аспектам ино-

странного языка. Для выявления и оценки эффективности применения ChatGPT-4o в образовательном процессе были разработаны и предложены вопросы в рамках дисциплины «Практический курс немецкого языка» студентам третьего курса. Данные вопросы, разработанные в контексте современного международного учебника немецкого языка как иностранного «Sicher! B1», включали в себя различные языковые навыки и речевое взаимодействие: общие вопросы, лексика, грамматика, произношение, письмо, чтение (понимание прочитанного, перевод текста, исправление ошибок в тексте, составление текста), говорение (составление диалогов, монологического высказывания), страноведение, создание теста и оценочной сетки. Представляется целесообразным рассмотреть данные вопросы и результаты, полученные в ходе взаимодействия между исследователем и ChatGPT-4o, более подробно. Исследователь передавал ChatGPT-4o команды (англ.: prompt). В контексте искусственного интеллекта подсказка означает команду, вопрос или приказ от пользователя. Чтобы получить желаемый результат, подсказка для ChatGPT-4o должна быть максимально четкой и исчерпывающей. Вот примеры вопросов-промптов:

1. Sie sind Student an einer deutschen Universität. Wie kann man im Deutschen Nachfragen stellen? / Вы – студент немецкого университета. Как вы можете задавать вопросы на немецком языке?

2. Sie sind Deutschlehrer. Erklären Sie Ihren Studierenden, wie man im Deutschen die Verben im Präteritum konjugieren kann? Erklären Sie bitte mit Beispielsätzen für das Niveau B1. / Вы преподаватель немецкого языка. Объясните своим ученикам, как спрягаются глаголы в простом прошедшем времени в немецком языке. Пожалуйста, объясните с примерами предложений для уровня B1.

3. a) Bereiten Sie bitte Wortkarten zum Thema „Verschiedene Partys“ für das Niveau B1 vor. / а) Подготовьте карточки со словами по теме «Различные вечеринки» для уровня B1; b) Schreiben Sie Synonyme zu diesen Wörtern! / Напишите к этим словам синонимы; c) Sie sind ein Deutschlehrer. Machen Sie einen Test mit diesen Wörtern für das Niveau B1. / Вы учитель немецкого языка. Составьте тест с этими словами для уровня B1.

4. Was bedeutet das Wort „Mahlzeit“? Erklären Sie bitte es auf Russisch und bringen Sie einige Beispielsätze! Nennen Sie Synonym und Antonym zum Wort „Mahlzeit“! Bilden Sie Beispielsätze mit den Wörtern! / Что означает слово «Прием пищи»? Пожалуйста, объясните это по-русски и приведите примеры предложений! Приведите синонимы и ан-

тонимы к слову «Прием пищи»! Составьте примеры предложений со словами!

5. Erstellen Sie ein Mindmap zum Thema „Studieren in Deutschland“ / zum Thema „Essen und Trinken“. / Создайте ментальную карту по теме «Учеба в вузе в Германии» / «Еда и напитки».

6. Wie kann man „Sehenswürdigkeiten“ auf Deutsch aussprechen? / Как Вы произнесете слово «достопримечательности» по-немецки?

7. Sie sind Deutschlehrer. Erstellen Sie Testaufgaben auf dem Sprachniveau B1 zum Thema „Essen und Trinken“. / Вы – учитель немецкого языка. Составьте тестовые задания на уровне языка B1 по теме «Еда и напитки»:

a) Erstellen Sie bitte einen Lückentext für das Thema Essen und Trinken. Geben Sie die richtigen Antworten in Klammern; / a) составьте клоуз-текст по теме «Еда и напитки». Правильные ответы укажите в скобках;

b) Erstellen Sie eine Zuordnungsaufgabe auf dem Sprachniveau B1 zum Thema „Essen und Trinken“. / б) составьте задание на установление соответствия на уровне языка B1 по теме «Еда и напитки»;

c) Erstellen Sie eine Multiple-Choice-Aufgabe auf dem Sprachniveau B1 zum Thema „Essen und Trinken“ / в) составьте задание с множественным выбором на уровне языка B1 по теме «Еда и напитки».

8. Schreiben Sie eine E-Mail an Ihren Freund zur Einladung zum Weihnachten. Erstellen Sie bitte ein Bewertungsraster für diese E-Mail. / Напишите своему другу письмо-приглашение на Рождество. Пожалуйста, создайте оценочную сетку для этого письма.

9. Du bist meine Freundin aus Deutschland, und jetzt schreiben wir uns eine SMS. Wir machen Pläne für einen Kinobesuch. Stelle mir Fragen und antworte auf meine Antworten. Verwende einfache Strukturen und Wörter auf dem Niveau B1. / Ты моя подруга из Германии, и сейчас мы переписываемся. Мы договариваемся о походе в кино. Задавай мне вопросы и реагируй на мои ответы. Используй простые структуры и слова на уровне B1.

10. a) Lesen Sie und übersetzen Sie den Text der Einladung. /

a) Прочитайте и переведите текст-приглашение.

b) Schreiben Sie eine ähnliche Einladung zur Hochzeit. /

б) Напишите аналогичное приглашение на свадьбу.

11. a) Korrigieren Sie die Fehler im Text. / a) Исправьте ошибки в тексте.

b) Formulieren Sie die Fragen zum Text! / б) Задайте вопросы по тексту!

12. Ich weiß, dass zu den Weihnachtssymbolen in Deutschland der Weihnachtsbaum und Weihnachtskrippe gehört. Welche Weihnachtssymbole gibt es noch in Deutschland? / Я знаю, что символы Рождества в Германии – это рождественская елка и рождественские ясли. Какие еще символы Рождества есть в Германии?

Таким образом, организованное взаимодействие между студентами в роли исследователей и ChatGPT-4o позволило обучающимся изучить и апробировать возможности использования данного сервиса в обучении иностранному языку. Кроме того, в ходе пленарного обсуждения качества выполнения лингвистических операций ChatGPT-4o студентами совместно с преподавателем были сделаны следующие выводы.

– ChatGPT-4o продемонстрировал способность давать четкие и обстоятельные ответы на общие вопросы. В своих ответах чат часто предоставляет дополнительную информацию, что помогает расширить знания обучающихся и углубить их понимание изучаемого материала. Он подтверждает свои ответы примерами предложений, которые демонстрируют использование новых слов и структур в осмысленном контексте. Это помогает студентам увидеть, как язык используется в реальных ситуациях.

– Искусственный интеллект способен предоставить подробные и четкие объяснения грамматических структур немецкого языка. Объяснение грамматического материала подкрепляется примерами предложений, что помогает обучающимся понять грамматику в контексте. ChatGPT-4o также может указывать на исключения из правил, что делает объяснение более полным.

– ChatGPT-4o способен генерировать реалистичные диалоги из повседневной жизни, которые похожи на настоящие разговоры между людьми. Примечательно, что данные диалоги могут быть адаптированы чатом к уровню владения иностранным языком, что делает их эффективными для обучения устной речи.

– ChatGPT-4o может создавать визуально привлекательные интеллект-карты по разным темам, которые помогают студентам в понимании и запоминании учебного материала.

– Он также способен исправлять грамматические и орфографические ошибки в коротких текстах, показывает правильную форму и создает улучшенные версии предлагаемых текстов.

– ChatGPT-4o способен составлять список лексики, перевести полученный список на нужный язык, объяснить лексические единицы, предлагая эквиваленты, синони-

мы и антонимы немецких или русских слов, в том числе в примерах предложений.

– ChatGPT-4o успешно справился с заданиями учебника на развитие умений чтения и письма.

– Он смог ответить на вопрос, касающийся произношения, и особенно хорошо справился с заданиями по страноведению.

– В целом успешно ChatGPT-4o продемонстрировал умение создания итогового теста по учебной теме, допустив незначительные ошибки при создании заданий с множественным выбором.

– Он способен формулировать четкие рабочие инструкции и создавать оценочные сетки.

Однако при переводе немецких текстов на русский и наоборот были обнаружены некоторые лингвистические ошибки, в частности неправильный перевод слов, добавления и удаления, пропуск части текста, предложение старых версий для некоторых слов, изменение типов предложений, дифференциация положения элементов предложения в языке перевода и трудности с переводом имен собственных.

На следующем этапе исследования студенты, приняв на себя роль учителя, должны были разработать технологическую карту урока немецкого языка, интегрируя ChatGPT-4o. В рамках этой задачи участники самостоятельно определяли цель урока и методы её достижения, опираясь на функциональные возможности ChatGPT-4o для преподавания конкретного аспекта немецкого языка. Они должны были разработать образовательный контент, который бы эффективно использовал возможности искусственного интеллекта для улучшения усвоения материала и активизации учебного процесса. Результаты работы студентов продемонстрировали их компетентность в использовании дидактического потенциала ChatGPT-4o.

### Заключение

В ходе написания научной статьи было проведено исследование, направленное на изучение и анализ дидактического потенциала ChatGPT-4o в обучении иностранному языку студентов факультета иностранных языков в технопарке универсальных педагогических компетенций МГПУ имени М.Е. Евсевьева на площадке IT-лаборатории.

На основе полученных данных была разработана система заданий, направленных на оптимизацию использования дидактического потенциала ChatGPT-4o для развития коммуникативной компетенции и повышения эффективности изучения иностранного языка студентами третьего курса по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогиче-

ское образование» с профилем «Иностранный язык (английский, немецкий)».

Были определены ключевые условия для получения положительной динамики применения искусственного интеллекта в обучении иностранным языкам:

1) исследование возможностей и ограничений ChatGPT-4o, чтобы понять его потенциал, проблемы и перспективы применения в образовательном процессе;

2) интеграция дидактического потенциала ChatGPT-4o в образовательный процесс (стимуляция познавательной активности через использование интерактивных заданий для повышения интереса студентов к учебному процессу, адаптация учебных материалов под индивидуальные потребности и уровень подготовки каждого студента, ускорение усвоения материала благодаря мгновенной обратной связи, создание условий для активного общения и аналитической деятельности, игровое обучение);

3) сочетание с традиционными методами обучения.

Для исследователей, занимающихся вопросами инновационной методики обучения иностранным языкам, результаты работы послужат пониманием того, как искусственный интеллект может интегрироваться в учебный процесс и какие преимущества и вызовы он приносит в сферу образования. Преподаватели смогут использовать данные о дидактических возможностях ChatGPT-4o для внедрения инновационных образовательных технологий и создания адаптивных и персонализированных учебных траекторий.

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310270020> (дата обращения: 27.04.2024).
2. Левина Е.А., Вишленкова С.Г., Варданян Л.В. Формирование функциональной грамотности у будущих учителей иностранных языков // Гуманитарные науки и образование. 2023. Т. 14. № 3(55). С. 70–76. DOI 10.51609/2079-3499\_2023\_14\_03\_70.
3. Биленко П.Н., Блинов В.И., Дулинов М.В., Есенина Е.Ю., Кондаков А.М., Сергеев И.С. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения / под науч. ред. В.И. Блинова. М.: Перо, 2019. 98 с.
4. Соменков С.А. Искусственный интеллект: от объекта к субъекту? // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). 2019. № 2(54). С. 75-85. DOI: 10.17803/2311-5998.2019.54.2.075-085.
5. ГОСТ Р 59276-2020 «Национальный стандарт Российской Федерации. Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200177291> (дата обращения: 27.04.2024).

6. Сысоев П.В. Искусственный интеллект в образовании: осведомлённость, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 10. С. 9–33. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-10-9-33.
7. Сысоев П.В. Принципы обучения иностранному языку на основе технологий искусственного интеллекта // Иностранные языки в школе. 2024. № 3. С. 8–19.
8. Евстигнеев М.Н. Ключевые вопросы обучения иностранному языку на основе искусственного интеллекта // Иностранные языки в школе. 2024. № 3. С. 20–26.
9. Евстигнеев М.Н. Принципы обучения иностранному языку на основе технологий искусственного интеллекта // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2024. Т. 29, № 2. С. 309–323. DOI: 10.20310/1810-0201-2024-29-2-309-323.
10. Титова С.В., Темурян К.Т. Интеллектуальная система обучения иностранным языкам: типы, структура, принципы проектирования // Иностранные языки в школе. 2024. № 3. С. 25–32.
11. Елтанская Е.А., Аржановская А.В. Технологии применения искусственного интеллекта в обучении иностранному языку // Мир науки, культуры, образования. 2024. № 1(104). С. 43–46. DOI: 10.24412/1991-5497-2024-1104-43-46.
12. Костюкович Е.Ю. Применение искусственного интеллекта в обучении английскому языку в вузе // Современное педагогическое образование. 2023. № 1. С. 492–496.
13. Кондрахина Н.Г., Петрова О.Н. Использование возможностей искусственного интеллекта для преподавания иностранных языков: новая реальность // Мир науки, культуры, образования. 2024. № 1(104). С. 360–363. DOI: 10.24412/1991-5497-2024-1104-360-363.
14. Тупикова С.Е., Быкова Н.О. Возможности искусственного интеллекта в организации самостоятельной работы студентов факультетов иностранных языков // Организация самостоятельной работы студентов по иностранным языкам. 2023. № 6. С. 214–221.
15. Кравцова А.Г. Chatgpt-3: перспективы использования в обучении иностранному языку // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 3(100). С. 33–35. DOI: 10.24412/1991-5497-2023-3100-33-35.

УДК 378:514.18:744.4  
DOI 10.17513/snt.40072

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ BLACKBOARD ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Назарова Ж.А.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург,  
e-mail: ZhNazarova2020@gmail.com*

В данной статье приводится обзор инструментов и средств электронной образовательной среды BlackBoard, которые можно применять в рамках геометро-графической подготовки студентов высшей школы. После окончания пандемии COVID-19 и возвращения образовательного процесса в привычный очный формат часто стали публиковаться работы, посвященные экспериментам внедрения средств электронной образовательной среды в образовательный процесс при изучении различных дисциплин. Наряду с этим мало работ, посвященных графической подготовке студентов посредством электронной образовательной среды. Считается, что научиться чертить можно только при непосредственном контакте студента с преподавателем. Автор статьи анализирует средства электронной образовательной среды BlackBoard и приводит наглядные примеры, где и в каких ситуациях можно эти инструменты применять в образовательном процессе при изучении геометро-графических дисциплин. Ключевыми выводами можно назвать то, что электронная образовательная среда стала инструментом организации самостоятельной работы студентов, регулятором ритмичности изучения материала, а также то, что она стала неотъемлемой частью образовательного процесса по любой дисциплине на всех уровнях образования. Приводится авторская оценка необходимости применения средств электронной образовательной среды в рамках геометро-графической подготовки обучающихся высшей технической школы.

**Ключевые слова:** начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, геометро-графическая подготовка, электронная образовательная среда, BlackBoard

## THE USE OF THE BLACKBOARD ELECTRONIC EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE STUDY OF DESCRIPTIVE GEOMETRY AND COMPUTER GRAPHICS ENGINEERING

Nazarova Zh.A.

*Ural State University of Railway Transport, Yekaterinburg, e-mail: ZhNazarova2020@gmail.com*

This article provides an overview of the tools and tools of the BlackBoard electronic educational environment that can be used as part of the geometric and graphic training of high school students. After the end of the COVID-19 pandemic and the return of the educational process to the traditional full-time format, works on experiments on the introduction of electronic educational environment into the educational process in the study of various disciplines often began to be published. Along with this, there are few works devoted to the graphic training of students through an electronic educational environment, it is believed that it is possible to learn how to draw only through direct contact between a student and a teacher. The author of the article analyzes the means of the BlackBoard electronic educational environment and provides illustrative examples of where and in what situations these tools can be used in the educational process when studying geometric and graphic disciplines. The key conclusions are that the electronic educational environment has become a tool for organizing independent work of students, a regulator of the rhythm of studying the material, as well as the fact that it has become an integral part of the educational process in any discipline at all levels of education. The author's assessment of the need to use the means of an electronic educational environment in the framework of geometric and graphic training of higher technical schools is given.

**Keywords:** descriptive geometry, engineering and computer graphics, geometric and graphic training, electronic educational environment, BlackBoard

Современные технологии играют все более важную роль в образовании, обеспечивая студентам доступ к разнообразным образовательным ресурсам и инструментам. Одной из таких электронных образовательных сред (далее – ЭОС) является BlackBoard – платформа, предназначенная для управления образовательным процессом и обмена информацией между преподавателями и студентами. Применение BlackBoard при изучении начертательной геометрии и инженерной компьютерной графики открывает новые

возможности для эффективного обучения и понимания сложных концепций.

Обзор существующих ЭОС и методов их применения на различных уровнях образования, при изучении различных дисциплин начался вместе с появлением первых ЭОС примерно 10–15 лет назад, но масштабное знакомство с ними произошло в начале 2020 года при вынужденном переходе на дистанционную форму обучения. После окончания пандемии обзор ЭОС и обсуждение полученного опыта продолжаются.

При этом стоит выделить особо яркие направления исследований. Первое время актуальным был вопрос готовности педагогов к применению ЭОС [1–3]. Отмечалось, что средний возраст педагогов высшей школы и привычная методика преподавания не позволяют быстро адаптироваться к новым условиям и с максимальной эффективностью применять все средства ЭОС. Также шло обсуждение выбора наиболее приемлемой ЭОС среди множества существующих, которая могла бы максимально быстро быть внедрена в образовательный процесс [4, 5].

Среди современных исследований отмечается, что ЭОС становится неотъемлемой частью образовательного процесса [6, 7], приводится зарубежный опыт [8, 9].

Появился термин «смешанное обучение», иногда встречается термин «гибридное» в том же значении, когда часть занятий проводится в аудитории, а часть (например, лекции для больших потоков) – дистанционно через ЭОС. Карантины из-за каких-либо сезонных заболеваний отныне не несут такого ущерба качеству образования, как раньше, за счет возможности временно перейти на дистанционное обучение [10, 11].

В настоящее время большинство публикаций на эту тему посвящены опыту преподавания конкретных дисциплин на разных уровнях образования [12], что позволяет сделать вывод, что ЭОС – это не временное явление, а инструмент, оставшийся в образовательном процессе на постоянной основе. По применению ЭОС при изучении графических дисциплин можно отметить работы [13, 14].

Цель исследования – продемонстрировать инструментальный электронный образовательной среды BlackBoard на примере изучения начертательной геометрии и инженерной компьютерной графики, который может быть также применен при изучении практически любой дисциплины высшей технической школы. Приводятся лишь некоторые возможности, которые максимально эффективно используются при изучении графических дисциплин, но в рамках изучения любой другой конкретной дисциплины преподаватели могут сами выстроить свои способы и методы применения инструментария ЭОС.

#### **Материалы и методы исследования**

При написании статьи использовались теоретические методы исследования. Проводился анализ научной литературы, посвященной исследованиям в области применения электронных образовательных сред в высших учебных заведениях, анализировались публикации авторов, рассказываю-

щих о своем опыте дистанционного и гибридного обучения и дальнейшего применения полученных навыков преподавания в постпандемийных условиях. Проведен сравнительный анализ оценки эффективности применения современных технологий в образовательном процессе, данной разными авторами. Кроме того, стоит также отметить личный педагогический опыт автора: приводится практический опыт, полученный в 2019/2020 – 2021/2022 учебных годах.

В Уральском государственном университете путей сообщения (г. Екатеринбург) дисциплина «Начертательная геометрия и компьютерная графика» изучается два семестра на первом курсе. В первом семестре изучаются разделы начертательной геометрии, работы выполняются вручную, а во втором семестре на фоне изучения теоретической базы по разделам инженерной графики происходит овладение навыками работы в графическом редакторе «КОМПАС-3D» для выполнения практических заданий. Начертательная геометрия представлена 18 часами лекций и 18 часами практических занятий, а инженерная компьютерная графика – 18 часами лекций и 18 часами работы в малых группах по 12–15 человек на лабораторных занятиях.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Если во время пандемии COVID-19 в 2019/2020 – 2021/2022 учебных годах ЭОС BlackBoard рассматривалась как средство коммуникации студентов и преподавателя, чтобы сохранить образовательный процесс, то теперь, когда вернулся привычный формат проведения аудиторных занятий, ЭОС рассматривается как неотъемлемая часть образовательного процесса, больше направленная на организацию и структурирование самостоятельной работы студентов, которая занимает от 50 до 60% учебного времени. Но от того, что было сокращено время аудиторной работы и выделен такой большой объем времени на самостоятельное изучение материала, студенты сразу учиться самостоятельно не стали, к этому необходимо было прийти постепенно, научить студентов учиться самостоятельно. Вчерашние ученики общеобразовательных школ не умели искать информацию самостоятельно, поэтому по-прежнему единственным источником новых знаний служил преподаватель, который старался в максимально доступной форме изложить как можно больше, несмотря на сокращение аудиторного времени.

Во многом ситуация изменилась благодаря пандемии, которая коснулась и педагогов высшей школы, и учеников общеоб-

разовательной школы. Педагоги наконец-то были вынуждены научиться пользоваться предлагаемыми современными технологиями, отработать свои методики применения средств ЭОС для передачи информации студентам. Ученики старших классов, оставшись дома, под руководством своих школьных учителей вынуждены были самостоятельно готовиться по предметам. Вследствие этого появились навыки скорочтения, анализа прочитанного, способность синтезировать полученную информацию в личное знание и многое другое.

И только сейчас появилась возможность продуктивной совместной работы преподавателя и студента с применением ЭОС, когда время, выделенное на самостоятельное изучение дисциплины, – это не время, которое студент не находится на занятии, а значит, посвящает его своим личным интересам, а время, которое посвящено продолжению образовательного процесса вне стен университета.

В рамках данного исследования были рассмотрены инструментарий ЭОС BlackBoard и возможности его применения при графической подготовке студентов.

У преподавателя появилась возможность структурированно *представить методические разработки* к занятиям. Это могут быть презентации, ссылки на сторонние сайты, справочная информация и т.д. Если учесть, что «Инженерная графика» как дисциплина посвящена изучению ГОСТов Единой системы конструкторской документации, которые есть в свободном доступе в сети Интернет, то возможность собрать их в одном месте в упорядоченном виде облегчает студентам задачу при поиске информации при самостоятельной работе.

Примерно 10–15 лет назад во время выдачи нового задания преподаватель был вынужден на занятии показывать образцы выполнения подобных работ: перед аудиторией в 30 человек показывать лист формата А3 несколько минут и надеяться, что теперь все поняли, чего от них требуется; это не самый доступный вариант передачи информации. Сейчас есть возможность выставить фото или выполненные в графическом редакторе работы по каждой изучаемой теме, чтобы студенты могли в любой момент еще раз посмотреть весь объем выполнения задания (сколько листов, сколько задач, каким методом решать, как оформлять и т.д.).

*Список источников* студентам всегда приводился в распечатанном виде, или во время лекции на последнем слайде указывалось несколько изданий непосредственно по этой теме. Но в настоящее время далеко не все источники можно найти

в библиотеке, часто необходимо указать на интернет-ресурсы, для которых нужны рабочие ссылки. Сейчас есть возможность составить список с такими ссылками, такой список уже не ограничивается только изданиями, которые есть в библиотеке вуза в бумажном виде, но также можно показать студентам онлайн-уроки, издания, опубликованные в электронном виде, и т.д.

Ключевым инструментом можно назвать *контроль знаний студентов* – созданные для студентов тематические тесты, итоги которых система считает автоматически (теперь не нужно вручную проверять тетрадные листочки и считать баллы), задания позволяют обучающимся высылать свои работы преподавателю без необходимости распечатывать чертежи – своего рода бумагоберегающая технология. При этом у преподавателя есть возможность при проверке задания внести пометки, отдельно написать комментарий с перечнем всех ошибок. Опыт автора показывает, что это гораздо удобнее, чем проговорить быстро весь этот перечень вслух, студент многое из этого не запомнит, количество проверок, таким образом, возрастает в разы. Благодаря опосредованной проверке работ есть возможность более внимательно рассмотреть решение, все прописать, а обучающийся мало того, что пометки видит и по ним исправляет свою работу, так еще и по комментариям буквально по пункту все читает и исправляет, и вот, когда все учтено, можно отправлять работу на повторную проверку. Если раньше студент сидел со своей работой на консультации и каждые 5 минут подходил, чтобы ему указали дальнейший шаг для исправления (невозможно подсчитать количество таких проверок), то сейчас система сама считает количество попыток, и наглядно видно, что самые сложные работы у самых слабых студентов не занимают более 10 проверок.

Тут стоит отметить, что проверку работ по сравнению с проверкой тестовых заданий в случае графических дисциплин автоматизировать практически невозможно, автор подробно аргументировал этот момент ранее [15].

*Вопросы для промежуточной аттестации* – во все времена это была информация из далекого будущего, которая студентам сиюминутно вроде бы не нужна. Ознакомить их в начале семестра – все забудут, потеряют, скажут, что ничего не выдавали. Представить за две недели до конца семестра – слишком поздно. Теперь эти вопросы всегда в доступе. При изучении дисциплины есть возможность после каждой темы заглянуть и прочитать вопросы по изучен-

ной теме, понять, насколько хорошо студент разобрался, всю ли информацию нашел самостоятельно.

*Виртуальный класс* – один из главных инструментов для работы в дистанционном формате для проведения онлайн-занятий. Теперь этот инструмент также не потерял своей актуальности благодаря возможности делать видеозаписи и в дальнейшем представлять ссылки на них внутри курса среди методических разработок. Что можно записать?

Начнем с лекций: во все времена преподаватель во время лекции был вынужден ждать, пока студенты запишут, зачертят информацию с доски, плаката или в более поздние времена – со слайда. В своей статье [14] автор уже рассматривал преимущества предоставления студентам возможности делать конспекты в рамках самостоятельной работы. Отметим еще раз, что видеозапись разбора презентации («это записать», «тут обратите внимание», «это лишь наглядное изображение для понимания, перечерчивать не нужно») позволяет в дальнейшем обучающимся в спокойном темпе выполнить конспект лекции в гораздо более высоком качестве, а высвободившееся время на занятии можно посвятить изложению материала, который невозможно найти в учебнике (историческая справка, примеры применения получаемых навыков на практике, поскольку студентам во все времена интересно и не понятно, где те или иные знания могут им пригодиться в дальнейшей профессиональной деятельности). Чтобы 1,5 часа вести такую беседу, педагогу нужно обладать колоссальным опытом, ораторским искусством, чтобы из чтеца слайдов стать интересным собеседником; такие изменения требуют от преподавателя не только времени, однократно потраченного на запись видеоразбора презентации, но и времени на подготовку ко встрече со студентами в аудитории.

Также можно сделать видеозапись выполнения какого-то задания в графическом редакторе. В настоящее время в сети Интернет существует множество подобных видеоуроков, по которым можно освоить любую программу, но практика показывает, что всегда информативнее изложение материала преподавателем, который в дальнейшем будет проверять индивидуальное задание студента. Появляется возможность в комментариях писать: «Смотрите видео, там был рассмотрен этот момент». Это чем-то напоминает прежнее «мы на лекции об этом уже говорили», но согласитесь, такое напоминание неэффективно, а вот пересмотреть видео можно многократно.

Еще одним преимуществом ЭОС является *центр оценок*, доступный обучающимся. Там наглядно отображен весь список работ, которые нужно выполнить за семестр. Уже нет необходимости пустых вопросов: «А что мне еще осталось сделать?», «Я забыл, какую оценку Вы мне поставили...», и т.д.

Благодаря возможности *обратной связи* студенты могут задавать вопросы и получать помощь от преподавателей в реальном времени. Это требует от преподавателя гораздо больше времени, проводимого за компьютером, снижается доля живого общения со студентами, но, кроме ответов на индивидуальные вопросы обучающихся, также у преподавателя появляется возможность сообщить какую-то информацию либо одному студенту по электронной почте, либо отдельной студенческой группе сделать веерную рассылку (например, о переносе занятия). Современная реальность показывает, что посредством современных телефонов информация до студентов доходит мгновенно. Если же информация касается всего потока, то можно сделать объявление – оно тоже продублируется по электронной почте каждому студенту, а еще останется на курсе, чтобы к нему можно было вернуться. Например, так можно сообщить о предстоящей олимпиаде с вложением всех сопутствующих материалов и ссылок на сайт организаторов. У обучающегося уже нет возможности сказать, что его в этот момент не было на занятии или что он забыл, о чем шла речь.

Доступность материалов курса также позволяет студентам самостоятельно изучить материал, если по каким-либо причинам их не было на занятии. Здесь стоит отметить, что среди множества положительных моментов появляются и отрицательные. Например, обучающиеся предпочитают работать, а не посещать занятия, а благодаря ЭОС в кратчайшие сроки изучают весь материал перед промежуточной аттестацией. Да, можно ответить хорошо на любой из вопросов, но последовательность, размерность и структурированность позволяют перерабатывать внешнюю информацию в личное знание, а поверхностное изучение за одну ночь ведет к тому, что уже после экзамена студент ничего не вспомнит из прочитанного. Для профилактики таких ситуаций разрабатываются тематические тесты, ограниченные по времени прохождения, что вынуждает обучающихся изучать материал поэтапно.

Также стоит отметить, что при самостоятельном изучении материала дисциплины падает коллективное творчество, мозговой штурм, коллективные обсуждения; если каждый студент может спросить преподава-

теля напрямую, то нет необходимости просить помощи с ответом среди равных себе обучающихся, вместе искать ответы, сотрудничать. Преподаватели могут посредством своих заданий вернуть коллективное творчество в студенческую группу (например, какое-то большое задание разбить между студентами или малыми группами студентов, чтобы они вне аудиторного времени были вынуждены продолжать общение в целях выполнения задания).

### Заключение

ЭОС BlackBoard предоставляет множество инструментов и функций, в данной статье рассмотрены лишь некоторые из них, которые наиболее эффективно можно использовать при изучении начертательной геометрии и инженерной компьютерной графики. Эти средства повышают понимание студентов, делают процесс обучения более увлекательным и эффективным. Использование BlackBoard экономит время преподавателей, улучшает мотивацию студентов и обеспечивает более гибкий подход к обучению.

Обзор некоторых инструментов ЭОС BlackBoard показывает, как их можно применять в качестве вспомогательных средств при графической подготовке студентов. ЭОС позволяет структурировать и организовывать самостоятельную работу обучающихся, отныне образовательный процесс не прекращается с окончанием занятия и заострен не только на выполнении практических заданий. Самостоятельная работа студентов стала включать в себя также изучение материалов, отобранных преподавателем и разложенных по темам, прохождение тематических тестов с мгновенной обратной связью по оцениванию своих знаний. Таким образом, применение средств ЭОС BlackBoard при изучении начертательной геометрии и инженерной компьютерной графики позволяет вести образовательный процесс на современном уровне с применением современных технологий. Это обеспечивает должный уровень качества образовательного процесса, обучающиеся эффективнее используют учебное время, развивают навыки работы с графическими программами и получают обратную связь от преподавателей. Это современный и удобный способ обучения, который способствует повышению качества образования и подготовки специалистов.

### Список литературы

1. Голубник А.А., Назаров А.И. Формирование готовности учителя к практической реализации цифрового обучения // Мир науки. Педагогика и психология. 2022. Т. 10. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/35PSMN322.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
2. Эсеналиева Г.А., Исаев Р.Р., Эрдолатов С.С., Абдиллаева Н., Дожжанов Э. Формирование цифровой грамотности педагогов // Alatau Academic Studies. 2023. № 1. С. 169-180. DOI: 10.17015/aas.2023.231.18.
3. Тараненко И.А., Учайкина Е.Н., Фомина Н.И. О готовности преподавателей иностранного языка к профессиональной деятельности в цифровой среде // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32884> (дата обращения 21.04.2024). DOI: 10.17513/spno.32884.
4. Бусыгин С.А. Педагогический опыт применения эффективных цифровых технологий обучения биологическим дисциплинам // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 1-1(64). С. 112-115. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-1-1-112-115.
5. Панкова Т.Н., Чухина А.А., Багаев И.З., Борисов Е.А., Снегирев Д.В. Потенциал современных образовательных технологий: ресурсы, средства, сервисы // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2022. № 8. С. 70-74. DOI: 10.37882/2223-2982.2022.08.20.
6. Телякова И.Х., Хисматулина Н.В., Пугачева С.А. Электронные образовательные ресурсы в современном учебном процессе (на примере иностранного языка) // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 3(60). С. 424-428. DOI: 10.25683/VOLBI.2022.60.365.
7. Вакс В.Б. Использование в образовательном процессе цифровых каналов связи // Концепт. 2022. № 3. URL: <https://e-koncept.ru/2022/221018.htm> (дата обращения 21.04.2024). DOI: 10.24412/2304-120X-2022-11018.
8. Шихнабиева Т.Ш. Анализ опыта реализации смешанного обучения в России и за рубежом в условиях цифровой трансформации образования // Педагогическая информатика. 2022. № 2. С. 83-95.
9. Асмятуллин Р.Р. Особенности цифровизации образования в Узбекистане // Россия и Азия. 2022. № 7(21). С. 41-53.
10. Ли О.Ю. Особенности гибридного обучения при изучении дисциплины «Информатика» // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2023. Т. 1. С. 270-274.
11. Горшков Д.Б., Большаков В.Н., Несмеянов П.П. Совершенствование электронного обучения в высших учебных заведениях на основе облачных вычислений // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 2-1(65). С. 74-79. DOI: 10.24412/2500-1000-2022-2-1-74-79.
12. Косяков А.А., Никитина Е.П. Опыт дистанционного преподавания электротехнических дисциплин в Уральском государственном университете путей сообщения // Инновационная экономика и общество. 2022. № 2(36). С. 85-97.
13. Усанова Е.В. Применение VR/AR-технологий в базовой геометро-графической подготовке // Казанский педагогический журнал. 2022. № 6(155). С. 99-105. DOI: 10.51379/KPJ.2022.157.7.012.
14. Назарова Ж.А. Применение средств электронной образовательной среды в преподавании геометро-графических дисциплин // Гуманитарные и технические открытия 2024: сборник материалов IV-ой Международной очно-заочной научно-практической конференции (г. Москва, 25 марта 2024 г.). Москва: Издательство НЦ «Издание», 2024. С. 155-156.
15. Назарова Ж. А. Анализ возможности применения средств электронной образовательной среды для проверки домашних заданий по начертательной геометрии // Современная педагогика и психология: теория, методика, практика : Сборник материалов VI Международной очно-заочной научно-практической конференции (г. Москва, 21 октября 2022 г.). Москва: НИЦ «Империя», 2022. С. 43-49.

УДК 376:372.87

DOI 10.17513/snt.40073

## ЗАНЯТИЯ С ДЕТЬМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНЫМ ТВОРЧЕСТВОМ

Полынская И.Н.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет», Барнаул,  
e-mail: julka-nv@mail.ru

В статье представлены теоретическое обоснование и проверка экспериментальной методической концепции обучения детей с ограниченными возможностями здоровья декоративно-прикладному творчеству в художественной школе. Для повышения продуктивности занятий декоративно-прикладным творчеством были использованы следующие методы: репродуктивный, доступный и посильный способ изложения, основанный на возможностях детей с ограниченными возможностями здоровья, наглядный с визуальной и практической демонстрацией учителем приемов и способов ведения работы над каждым заданием. Для реализации задания была разработана специальная программа обучения основам декоративно-прикладного искусства детей с ограниченными возможностями здоровья. Комплекс упражнений и заданий выстроен в логической последовательности, согласно дидактическим принципам – от простых действий к более сложным манипуляциям руки. Разработанные критерии оценки работ учащихся позволили провести объективный анализ педагогического исследования. Констатирующий этап эксперимента имел цель – выявить уровень умений учащихся с ограниченными возможностями здоровья в прикладной деятельности в самом начале их обучения в специализированных коррекционных группах школы искусств. Формирующий этап педагогического исследования был нацелен на эффективное повышение уровня практических умений учащихся с ограниченными возможностями здоровья в декоративно-прикладной деятельности. Результаты экспериментального исследования указывают на актуальность проблемы, поскольку практические умения учащихся с ограниченными возможностями здоровья в декоративной деятельности, способствующие улучшению мелкой моторики, стимулируют необходимые в момент творческой работы психофизиологические процессы, а также способствует целенаправленному контролю поступающей информации, обеспечивающей избирательную и продолжительную направленность на объекте деятельности, что способствует не только развитию мелкой моторики рук, но и началу творческого совершенствования личности ребенка. По результатам анализа работ детей с ограниченными возможностями здоровья можно констатировать, что поставленные задачи педагогического исследования были решены.

**Ключевые слова:** учащиеся с ограниченными возможностями здоровья, обучение, развитие, творческие способности, основы декоративно-прикладного искусства, специальное образование, мелкая моторика рук

## CLASSES WITH CHILDREN WITH DISABILITIES IN ARTS AND CRAFTS

Polynskaya I.N.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: julka-nv@mail.ru

The article presents a theoretical justification and testing of an experimental methodological concept for teaching arts and crafts to children with disabilities in an art school. To increase the productivity of arts and crafts classes, the following methods were used: a reproductive, accessible and feasible way of presentation, based on the capabilities of children with disabilities, visual with a visual and practical demonstration by the teacher of techniques and ways of working on each task. To solve this problem, a special program was developed to teach the basics of arts and crafts to children with disabilities. The set of exercises and tasks is built in a logical sequence, according to didactic principles – from simple actions to more complex hand manipulations. The developed criteria for evaluating students' work allowed for an objective analysis of pedagogical research. The ascertaining stage of the experiment set the goal of identifying the level of skills of students with disabilities in applied activities at the very beginning of their education in specialized correctional groups at an art school. The formative stage of pedagogical research was aimed at effectively increasing the level of practical skills of students with disabilities in arts and crafts. The results of the experimental study indicate the relevance of the problem, since the practical skills of students with disabilities in decorative activities, which contribute to the improvement of fine motor skills, stimulate the psycho physiological processes necessary at the time of creative work. It also promotes targeted control of incoming information, ensuring selective and long-term focus on the object of activity, which contributes not only to the development of fine motor skills of the hands, but also to the beginning of the creative improvement of the child's personality. Based on the results of the analysis of the work of children with disabilities, it can be stated that the set objectives of the pedagogical research were solved.

**Keywords:** students with disabilities, learning, development, basics of arts and crafts, creativity, special education, fine motor skills

В настоящий момент в педагогической системе нашей страны имеется проблема подготовки детей с ограниченными возможностями здоровья, организации благоприятных условий для их общего развития и обучения. Учебно-воспитательная работа

и адаптация детей с ограниченными возможностями здоровья осуществляются посредством специальных коррекционно-развивающих программ обучения для детей с особенностями развития независимо от степени умственных и физиологических способностей. «Обучение основам художественного творчества детей с ограниченными возможностями здоровья является одним из важнейших направлений реабилитации» [1]. Обучение детей с ограниченными возможностями здоровья предполагает создание для них специфических условий, обеспечивающих адекватные возможности для обучения, коррекцию отклонений в развитии, социальную адаптацию. Затруднительное положение детей с ограниченными возможностями здоровья – это, прежде всего, не только проблемы самообслуживания и получения базового образования, обусловленные нарушениями взаимоотношений с окружающим миром, ограниченной подвижностью, отсутствием полноценного общения, контактности и коммуникации. Несомненно, развитие детей с устойчивыми отклонениями здоровья возможно посредством решения концептуальных задач инклюзивного образования. Декоративно-прикладная творческая деятельность детей с ограниченными возможностями здоровья призвана обеспечить развитие двигательных характеристик, психических качеств, силы воли для их максимальной реализации и самовыражения как социально значимого субъекта общества в различных сферах жизни.

В последнее время программы обучения декоративно-прикладному творчеству в различных направлениях образования были адаптированы для детей с ограниченными возможностями здоровья. Для многих детей с различными нарушениями слуха, речи, нарушенной координацией и слабо развитой мелкой моторикой декоративно-прикладная деятельность становится главным родом занятий и работой в будущем. Различные виды декоративного творчества способствуют развитию важных практических навыков, таких как точность и координация движений рук, особенно важных для детей. Кроме того, они помогают освоить особенности художественных материалов, таких как глина, ткань, бумага, бисер и другие, развивают чувство прекрасного и эстетики, учат видеть красоту в окружающем мире и принимать участие в создании различных художественных изделий. Одним из наиболее признанных учебных предметов в детских художественных школах является декоративно-прикладное искусство. Обучение детей, как правило, про-

ходит небольшими группами (до десяти человек), для детей с особыми образовательными потребностями занятия проводятся индивидуально, что позволяет педагогу организовать процесс обучения дифференцированно. Целями занятий декоративно-прикладным творчеством являются усиленная реабилитация и самореализация детей с ограниченными возможностями здоровья сообразно жизненным целям в социокультурном пространстве и обществе, а также обучение практическим умениям в декоративно-прикладном творчестве. Все задания данной дисциплины адаптированы для освоения детьми с ограниченными возможностями здоровья и детьми-инвалидами основ декоративно-прикладного творчества.

Цель исследования: теоретическое обоснование и проверка экспериментальной методической концепции обучения детей с ограниченными возможностями здоровья декоративно-прикладному творчеству. Эксклюзивное образование детей с ограниченными возможностями здоровья различных категорий базируется на основных положениях исследований, проведенных отечественными ученым, педагогами в области методики преподавания трудового обучения, рисования, декоративно-прикладного творчества.

#### Материал и методы исследования

Для решения данной проблемы была разработана специальная программа обучения основам декоративно-прикладного искусства детей с ограниченными возможностями здоровья в художественной школе. Программа включает адаптированные приемы, способы, средства обучения для такого рода обучающихся. «Адаптированные образовательные программы для детей с ограниченными возможностями здоровья – это тщательно разработанный, точный и действенный профессиональный педагогический инструмент, выполняющий роль посредника между ребенком с особенностями развития и системой образования» [2].

Представляем методический комплекс специальных заданий и упражнений, направленных на обучение основам ДПИ в школе искусств детей с ограниченными возможностями здоровья (табл. 1).

Представленный методический комплекс содержит специальные упражнения и задания, адаптированные для детей с ограниченными физическими возможностями. Комплекс упражнений и заданий выстроен в логической последовательности, согласно дидактическим принципам от простых действий к более сложным манипуляциям руки и творческому содержанию.

Таблица 1

## Методический комплекс специальных заданий и упражнений

№	Тема	Содержание занятий	Кол-во часов
Группа детей 9–11 лет			
1.	«Закладка для книги»	Нарисовать эскиз закладки для книги из простых геометрических фигур цветными карандашами	2 часа
2.	«Осеннее очарование»	Сделать аппликацию из осенних сухоцветов	2 часа
3.	«Лисичка – рыжая сестричка»	Оригами. Сделать путем складывания бумаги образ лисы	2 часа
4.	«Заглянула Осень в сад – листья кружатся, летят»	Изобразить акварельными красками осенний пейзаж	2 часа
5.	«Птица Счастья»»	Изготовить птицу из носового платка путем сматывания нити	2 часа
6.	«Плетение»	Сплести небольшое полотно из 4 основных жгутов и 4 вспомогательных	2 часа
7.	«Снеговик»	Аппликация из цветной бумаги. Создать аппликацию снеговика	2 часа
8.	«Белоснежная калла»	Изготовить из белой и цветной бумаги объемный цветок каллы по образцу	2 часа
9.	«Открытка на 8 Марта для мамы»	Создать объемную аппликацию из цветной бумаги по образцу	2 часа
10.	«Карамельный петушок»	Вылепить из цельного куска пластилина петушка по образцу методом вытягивания	2 часа

Для того чтобы повысить продуктивность занятий декоративно-прикладным творчеством, применяли следующие методы: репродуктивный, доступного и посильного изложения, исходя из возможностей детей с ограниченными возможностями здоровья, наглядный, где упор осуществлялся на прикладной характер, а также показ учителем приемов и способов ведения работы над каждым заданием.

При разработке эксклюзивной программы обучения для детей с ограниченными возможностями здоровья учитываются физиологические, возрастные и индивидуальные особенности учащегося, основанные на следующих правилах:

- учет возможностей и максимальное развитие склонностей ребенка;
- психофизиологические особенности личности учащегося;
- целесообразность обучения, основанная на подборе необходимых учебных материалов, методик и приемов работы, с учетом способностей ребенка;
- наглядное обучение – демонстрация учебного материала с подробным описанием;
- инициативность и мотивация учащихся в прикладной деятельности.

В обучении необходимо объединить между собой следующие факторы. Это, прежде всего, обучение практическим уме-

ниям и навыкам работы с бумагой, глиной, пластилином, текстилем, природными материалами, карандашами и красками. Также занятия декоративно-прикладным творчеством должны быть направлены на развитие мелкой моторики рук, пространственного мышления, памяти, внимания, силы воли, усидчивости и т.д. Развитие мелкой моторики связано с познавательной деятельностью, волевой и эмоциональной функцией психики.

Диагностика, позволяющая определить уровень практических умений учащихся с ограниченными возможностями здоровья в декоративно-прикладной деятельности, осуществлялась на базе МАУДО г. Нижневартовска «ДШИ № 2». Для этого были разработаны критерии оценки (табл. 2).

Экспериментальное исследование проводилось в двух группах численность по 7–8 человек в возрасте от 9 до 11 лет. С учетом ч. 3 ст. 55 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и на основании рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии родители или законные представители дали письменное согласие на обучение ребенка с ограниченными возможностями здоровья по адаптированной образовательной программе образования в МАУДО г. Нижневартовска «ДШИ № 2».

Таблица 2

Критерии оценки работ учащихся с ОВЗ на занятиях декоративно-прикладным творчеством

Позиции	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Создание декоративной композиции	Наличествуют серьезные ошибки в составлении декоративной композиции	Незначительные неточности в компоновке декоративной работы	Декоративная композиция грамотная
Развитие практических навыков на занятиях с различными материалами	Навыки практической работы проявляются достаточно слабо	Навыки практической работы вызывают некоторые затруднения	Практические навыки выражены убедительно в работах учащихся с ОВЗ
Развитие мелкой моторики рук	Мелкая моторика при работе не очень развита: движения пальцев сбиваются, нет точности в их координации, движения рук неловкие, напряженные и слишком медленные	Мелкая моторика при работе умеренно развита: не совсем точная пластичность движения руки, сила движения пальцев	Относительно свободное владение операционной работой кисти рук, убедительно удерживают направления движения кисти рук

Таблица 3

Анализ работы школьников констатирующего этапа эксперимента

Позиции	I группа (7 учащихся)			II группа (8 учащихся)		
	уровни					
	низкий	средний	высокий	низкий	средний	высокий
1. Создание декоративной композиции	—	—	—	—	—	—
2. Развитие практических навыков на занятиях с различными материалами	100%	0%	0%	98%	2%	0%
3. Развитие мелкой моторики рук	58%	28%	14%	63%	25%	12%

Констатирующий этап эксперимента имел цель – выявить уровень умений учащихся с ограниченными возможностями здоровья в прикладной деятельности в самом начале их обучения в специализированных коррекционных группах школы искусств г. Нижневартовска. На данном этапе исследования детям предлагалось заплести косичку из разноцветных тесемок. Результат данного вида работы учащихся был довольно слаб, дети испытывали значительные трудности, некоторые обучающиеся вообще не смогли выполнить данное задание. Навыки в прикладной деятельности детей находились преимущественно на низком уровне. Поскольку целевой установкой выявления умений организации декоративной композиции на констатирующем этапе не ставилось, эта позиция в критериях на констатирующем этапе эксперимента не исследовалась. В таблице 3 представлены результаты работы детей с ограниченными возможностями здоровья.

Данные таблицы 3 демонстрируют, что низкий уровень развития мелкой моторики при плетении косички составил в I группе 58%, во II группе этот показате-

тель практически такой же – 63%. Средний уровень – 28 и, соответственно, во второй группе – 25%.

Анализ работы школьников с ограниченными возможностями здоровья позволил выявить существенные проблемы развития умений в декоративно-прикладной деятельности, в том числе практических навыков и мелкой моторики рук.

Следующий этап педагогического исследования был нацелен на эффективное повышение уровня практических умений учащихся с ограниченными возможностями здоровья в декоративно-прикладной деятельности.

Итак, первое задание формирующего этапа эксперимента – нарисовать эскиз закладки для книги из простых геометрических фигур цветными карандашами, задание рассчитано на 2 часа. Пример выполнения работ учащимися приведен ниже. Из представленных рисунков можно увидеть еще довольно «корявые» формы геометрических фигур в прорисовке. Владение цветными карандашами достаточно затруднительно для детей с ограниченными возможностями здоровья, это заметно в нанесении цветных

штрихов на отдельных фигурах и фоне закладки (рис. 1. Мадина Ш. (10 лет)).

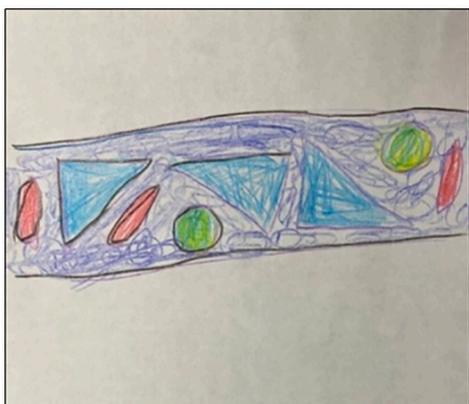


Рис. 1. Мадина Ш. (10 лет)



Рис. 2. Антон Д. (11 лет)



Рис. 3. Даша С. (10 лет)

Следующее задание – сделать аппликацию из осенних сухоцветов (рис. 2. Антон Д. (11 лет)). Поскольку сухие листья и цветы очень хрупкие и ломкие, учащиеся с особым старанием пытались закомпоновать природные материалы на цветном листке бумаги. В работах можно заметить неаккуратность, заломы бумаги, следы клея и еще не совсем точное попадание отдельных элементов композиции аппликации.

Третьим заданием эксперимента было изготовление образа лисы путем складывания бумаги (оригами). Такая техника способствует развитию мелкой моторики и формированию воображения. «Уровень тревожности на занятиях оригами снижается. Дети улучшают свои коммуникативные навыки. Занятия оригами способствуют формированию у школьников творческого развития, поскольку сама техника сопряжена с творческим мышлением, воображением, фантазией» [3]. В этом задании ученики должны преобразовать плоский лист бумаги путем последовательного складывания в стилизованный объект животного, далее дорисовать нос и глаза лисицы (рис. 3. Даша С. (10 лет)). Вся работа проходит совместно с педагогом.

Изобразительная деятельность вызывает особый интерес и эмоциональный отклик детей с ограниченными возможностями здоровья. В процессе изобразительной деятельности у детей развиваются цветовосприятие, определение размеров, величин формы предметов и объектов, их расположения в пространстве. При работе с красками и цветными карандашами развивается мелкая моторика рук, которая определяет гибкость и координацию движений кисти, что оказывает положительное влияние на последующее формирование письменного навыка. Несомненно, рисование содействует развитию когнитивных данных, улучшению волевых и эмоциональных качеств, а также эстетических чувств детей данной категории. Поэтому в методический комплекс специальных заданий и упражнений вошли задания по работе с акварельными красками. Тема следующего занятия: «Заглянула Осень в сад – листья кружатся, летят» – изображение акварельными красками осеннего пейзажа (рис. 4. Тимур Н. (9 лет)). «Детям с ограниченными возможностями нужно развивать чувство цвета, поддерживать желание искать свое восприятие, нацеливать их на выражение своих эмоций через цвет, а не следовать за взрослыми с их стереотипами» [4].

Далее экспериментальная работа заключалась в освоении приемов работы с тканью. Обучающимся было предложено изго-

товить из носового платка «Птицу Счастья» путем обматывания нитью для выявления и формообразования деталей: клюва, головы, хвоста и крыльев. Пример выполнения данной работы показан на рисунке 5 (Олеся А. (11 лет)).



Рис. 4. Тимур Н. (9 лет)



Рис. 5. Олеся А. (11 лет)



Рис. 6. Антон Д. (11 лет)

Задание на развитие мелкомоторных навыков руки предусматривало самостоятельно сплести детьми небольшое полотно

из 4 основных жгутов и 4 вспомогательных. Эта работа требовала от детей максимальной сосредоточенности, упорства и терпения. Представляем пример выполненного задания (рис. 6. Антон Д. (11 лет)).

Следующим заданием было выполнение аппликации из цветной бумаги снеговика (рис. 7. Коля Т. (9 лет)).

Требовалось создать объемную аппликацию из цветной бумаги «Открытка на 8 Марта для мамы»: изготовить из белой и цветной бумаги объемный цветок каллы по образцу (рис. 8. Олеся А. (11 лет)). Вырезание ножницами затруднительно для детей, здесь можно наблюдать неровности, угловатости и заусенцы в вырезании лепестков и листьев (рис. 9. Эмма Р. (10 лет)).

«Карамельный петушок». Нужно было вылепить из цельного куска пластилина петушка по образцу методом вытягивания (рис. 10. Карина М. (10 лет)).



Рис. 7. Коля Т. (9 лет)



Рис. 8. Олеся А. (11 лет)



Рис. 9. Эмма Р. (10 лет)

Работа учащимися выполнялась одновременно с объяснением и практическим показом методов лепки данного изделия. «Занятия лепкой очень важны для учащихся школы, так как они влияют на становление личности ребенка, воспитывают усидчивость, развивают трудовые умения и навыки детей, развивают мелкую моторику» [5].



Рис. 10. Карина М. (10 лет)

Работы учащихся формирующего этапа эксперимента подтвердили успешность и эффективность разработанного методического комплекса. Результаты формирующего этапа эксперимента, зафиксированные в таблице 4, демонстрируют рост признаков овладения способами и приемами работы с различными художественными материалами, а также развития умений в декоративно-прикладной деятельности, в том числе практических навыков и мелкой моторики рук.

Таблица 4

Анализ работы школьников формирующего этапа эксперимента

Позиции	I группа (7 учащихся)			II группа (8 учащихся)		
	уровни					
	низкий	средний	высокий	низкий	средний	высокий
1. Создание декоративной композиции	14%	29%	57%	12%	38%	50%
2. Развитие практических навыков на занятиях с различными материалами	29%	42%	29%	25%	62%	13%
3. Развитие мелкой моторики рук	14%	57%	29%	12%	76%	12%

В таблице 4 можно наблюдать значительный рост показателей формирующего этапа эксперимента по сравнению с констатирующим. Однако низкий уровень еще значительный, и это требует дальнейшей работы с детьми с ограниченными возможностями здоровья. Таким образом, все задачи, поставленные в статье, были решены и подтвердили правомерность педагогического эксперимента.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты экспериментального исследования указывают на актуальность проблемы, поскольку практические умения учащихся с ограниченными возможностя-

ми здоровья в декоративной деятельности, способствующие улучшению мелкой моторики, стимулируют необходимые в момент творческой работы психофизиологические процессы, а также способствуют целенаправленному контролю поступающей информации, обеспечивающей избирательную и продолжительную концентрацию на объекте деятельности, что способствует не только развитию мелкой моторики рук, но и началу творческого совершенствования личности ребенка.

Важной задачей педагогов, работающих с детьми с ограниченными возможностями, является мотивация детей к прикладным и художественным видам деятельности. Для этого педагогу необходимо обладать

не только профессиональными компетенциями, но и душевными качествами: благосклонностью, добротой, поскольку работа с детьми требует полной самоотдачи и большого терпения. Особенность взаимодействия с такими детьми заключается в том, что им приходится постоянно сталкиваться с различными видами заболеваний: нарушениями развития в физическом и эмоциональном плане, поражениями нервной системы, гистерезисом психофизического развития. «Для успешного решения проблемы интеграции, формирования социальной адаптации детей с ограниченными возможностями здоровья в процессе учебной деятельности важное значение имеет организация учебного сотрудничества» [6]. Задача педагога состоит в индивидуальном развитии конкретного ребенка, и все запланированные мероприятия проводятся для решения все более сложных образовательных и творческих задач. «Успешная совместная работа педагогов и специалистов подразумевает общую направленность, обусловленную рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК), единый методологический подход, взаимодополняемость и скоординированность коррекционных мероприятий, поддержку всех участников коррекционного процесса как в профессиональном, так и в личностном плане» [7]. Одним из направлений психолого-педагогического сопровождения и коррекции является обеспечение личностно-ориентированного подхода к образовательному процессу. «Декоративно-прикладное искусство» – это творческий предмет, поскольку различные виды работы позволяют реализовать в любом доступном материале, создавать эмоционально выразительные произведения с детьми с ограниченными возможностями здоровья.

### Заключение

По результатам анализа работ детей с ограниченными возможностями здоровья

можно констатировать, что поставленные задачи педагогического исследования были решены. Предложенный методический комплекс специальных заданий и упражнений содействует успешному и эффективному повышению уровня практических умений учащихся с ограниченными возможностями здоровья в декоративно-прикладной деятельности, это положительно влияет на развитие мелкой моторики рук, концентрацию внимания детей в процессе занятий декоративно-прикладной деятельностью. Несомненно, решение концептуальных проблем инклюзивного образования может повысить качество обучения детей с ограниченными возможностями здоровья.

### Список литературы

1. Ваняев В. А. Педагогические условия коррекционно-развивающего обучения детей с задержкой психического развития пубертатного периода средствами изобразительного искусства как элемент социализации // Кант. 2021. № 1(38). С. 208-213.
2. Лебедева Е.М., Конькова И.П. Синтез живописи и музыки – ресурс развития личности учащегося с ограниченными возможностями здоровья // Дидакт. 2022. № 1(9). С. 96-101.
3. Латыпов Л.Р., Польшкая И.Н. Оригами как вид художественно-творческой деятельности на уроках изобразительного искусства // Гуманитарный научный вестник. 2022. № 3. С. 20-24.
4. Сулейманова Н.Ю. Развитие творческих способностей через использование нетрадиционных техник рисования у детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья // Гуманитарный трактат. 2019. № 71. С. 8-11.
5. Польшкая И.Н. Формирование творческого воображения посредством лепки на занятиях по изобразительному искусству и технологии в начальных классах общеобразовательной школы // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 10. С. 146-152. DOI: 10.17513/snt.39807.
6. Речицкая Е.Г., Зуробьян С.А., Зуробьян А.Ж. Учебное сотрудничество в инклюзивном обучении как эффективное условие социальной адаптации обучающихся с ограниченными возможностями здоровья // Педагогика и психология образования. 2022. № 1. С. 103-113.
7. Феоктистова С.В., Лобанова Е.В., Самохина Н.А., Приходько Е.В. Интегративный подход к организации психолого-педагогического сопровождения детей с ограниченными возможностями здоровья // Психолого-педагогический поиск. 2021. № 2(58). С. 197-207.

УДК 373.5:37.01  
DOI 10.17513/snt.40074

## ПРОФИЛЬНЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРОБЫ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КЛАССОВ

Прончатова А.С.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,  
Саранск, e-mail: pronchatova1996@mail.ru

В своем исследовании автор рассматривает актуальную проблему формирования информационной компетентности обучающихся психолого-педагогического класса посредством профильных педагогических проб. Актуальность исследования обусловлена развитием информационных технологий и ростом циркуляции информации вокруг человека, которую необходимо уметь искать, анализировать, создавать, передавать, критически оценивать, использовать для решения поставленных задач и т. д. Цель исследования заключается в рассмотрении эффективной организации профильных педагогических проб с обучающимися психолого-педагогических классов, определении формата, структурных компонентов, этапов применения данного метода с указанием формируемых информационных умений у обучающихся психолого-педагогических классов для каждого этапа. Характеристика информационных умений основывается на модели формирования информационной компетентности Большая Семерка. Представлены преимущества профильных педагогических проб с использованием современных методов при формировании информационной компетентности обучающихся психолого-педагогических классов. Проведенная опытно-экспериментальная работа позволила сделать вывод, что профильные педагогические пробы способствуют формированию когнитивно-деятельностного компонента информационной компетентности обучающихся психолого-педагогических классов. Профильные педагогические пробы способствуют формированию профессиональных навыков, пониманию специфики педагогической деятельности и развитию профессиональных интересов, что является ключевым элементом успешной карьеры в области образования.

**Ключевые слова:** информационная компетентность, обучающиеся, формирование, профессиональная проба, психолого-педагогический класс, профильная педагогическая проба, информационные умения

*Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов – партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»).*

## SPECIALIZED PEDAGOGICAL TESTS AS A MEANS OF FORMING THE INFORMATION COMPETENCE OF PUPILS OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CLASSES

Pronchatova A.S.

Mordovian State Teachers Training University named after M. E. Evseyev, Saransk,  
e-mail: pronchatova1996@mail.ru

In his research, the author considers the urgent problem of the formation of information competence of students of the psychological and pedagogical class through specialized pedagogical tests. The relevance of the research is due to the development of information technologies and the growing circulation of information around a person, which must be able to search, analyze, create, transmit, critically evaluate, use to solve tasks, etc. The purpose of the study is to consider the effective organization of specialized pedagogical tests with students of psychological and pedagogical classes. Determining the format, structural components, and stages of application of this method, indicating the information skills being formed in students of psychological and pedagogical classes for each stage. The characteristics of information skills are based on the Big Seven model of information competence formation. The advantages of specialized pedagogical tests using modern methods in the formation of information competence of students of psychological and pedagogical classes are presented. The conducted experimental work allowed us to conclude that specialized pedagogical tests contribute to the formation of a cognitive-activity component of the information competence of students of psychological and pedagogical classes. Specialized pedagogical tests contribute to the formation of professional skills, understanding of the specifics of pedagogical activity and the development of professional interests, which is a key element of a successful career in the field of education.

**Keywords:** information competence, pupils, psychological and pedagogical class, formation, professional test, specialized pedagogical test, information skills

*The research was carried out within the framework of a grant for conducting research in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseyev).*

Технологический прогресс, информатизация и цифровая трансформация образования, с которыми сталкивается современное общество, привели к тому, что системы образования в различных странах мира приняли на себя задачу формирования необходимых компетенций, способностей и навыков для успешной адаптации к новым условиям. Научное сообщество сходится во мнении, что формирование информационной компетентности учителей и обучающихся является ключевым фактором успеха в этих процессах, интегрированных в систему образования. Особую актуальность это приобретает для обучающихся психолого-педагогических классов, которые ориентированы на выбор педагогических профессий.

Цель исследования: раскрыть преимущества профильных педагогических проб при формировании информационной компетентности; рассмотреть эффективную организацию профильных педагогических проб с обучающимися психолого-педагогических классов с использованием ТИД метода; охарактеризовать формат, структурные компоненты, этапы применения данного метода с указанием формируемых информационных умений у обучающихся психолого-педагогических классов для каждого этапа.

#### **Материалы и методы исследования**

Опытно-экспериментальное исследование проводилось с обучающимися 9-х профильных классов психолого-педагогической направленности в общеобразовательных организациях Республики Мордовия. Всего в эксперименте приняли участие обучающиеся пяти классов в количестве 111 человек. Методами исследования явились: анализ психолого-педагогической, методической литературы, педагогической практики, опрос, педагогический эксперимент.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Современные информационные технологии выводят образовательные технологии на новый уровень. Информационная компетентность в условиях перехода к информационному обществу становится составляющей профессиональной компетентности [1]. Особую актуальность формирование информационной компетентности приобретает в допрофессиональной педагогической подготовке, а именно в рамках психолого-педагогических классов. Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева является региональным координатором реализации федерального проекта «Психолого-педагогические классы». В 2022 году региональный кластер

составили 20 психолого-педагогических классов на площадках общеобразовательных организаций шести муниципалитетов [2]. Здесь обучающиеся получают не только специализированную психолого-педагогическую подготовку, но и необходимые навыки и знания максимально эффективного применения информационно-коммуникационных и цифровых технологий в своей деятельности для поиска, обработки и использования информации, направленной на активное освоение и использование элементов педагогических технологий. В нашем исследовании под информационной компетентностью обучающихся профильных классов психолого-педагогической направленности будем понимать интегративное качество личности, являющееся результатом отражения процессов отбора, усвоения, переработки, трансформации и генерирования информации с использованием информационных технологий и современных цифровых инструментов для решения задач, направленных на активное освоение и использование элементов педагогических технологий, позволяющее вырабатывать, принимать, прогнозировать и реализовывать оптимальные решения в учебной и психолого-педагогической деятельности. Формировать информационную компетентность возможно с использованием различных цифровых инструментов, в том числе с использованием чат-ботов, интерактивных игр, цифровых комиксов [3] и др. Информационная компетентность необходима для успешного функционирования обучающихся в информационном обществе и активного обучения в течение всей жизни.

Особую важность для обучающихся психолого-педагогических классов будет иметь будущая профессиональная деятельность. С основой на закономерностях и изучении динамики педагогической ориентации обучающихся в результате многолетних эмпирических исследований были разработаны принципы допрофессиональной педагогической подготовки. Среди них – принцип субъектной включенности обучающихся в педагогический процесс, который проистекает из деятельностного характера допрофессиональной педагогической подготовки. Эта деятельность способствует более глубокому пониманию сущности педагогического труда, выявлению ключевых педагогических качеств, их формированию и развитию. В рамках этого принципа для школьников, ориентирующихся на выбор педагогических профессий, эта деятельность должна рассматриваться в качестве профессиональной пробы [4]. Отсюда следует, что средством, которое бы дало возможность обуча-

ющемся выступать субъектом выбранного направления будущей трудовой деятельности, а именно осуществлять проектирование профессиональных действий, характеризующееся четкостью, обоснованностью, что дает возможность в дальнейшем оценки эффективности предполагаемого результата и соотношения с личностными интересами и качествами, могут служить профессиональные пробы. По мнению С.Ю. Печерской, Р.С. Фомичева, профессиональная проба – это профессиональное испытание, моделирующее элементы конкретного вида профессиональной деятельности и способствующее сознательному, обоснованному выбору профессии. Профессиональная проба помогает окунуться в будущую профессию, убедиться в ее достоинствах, определить в недостатках. Профессиональные пробы являются своего рода моделью конкретной профессии, посредством апробирования которой обучающиеся получают сведения об элементах деятельности различных специалистов, что позволяет узнать данную профессию изнутри [5]. При работе с психолого-педагогическими классами формирование профессиональных навыков и компетенций осуществляется путем применения профильных педагогических проб, которые являются эффективным способом ранней профориентации [6].

Применение профильных педагогических проб служит ключевым средством для осмысления уникальности педагогической работы и выявления профессиональных интересов. Значимость данных проб для обучающихся психолого-педагогических классов проявляется в их знакомстве с педагогической сферой, приобретении опыта работы с детьми, развитии эмпатии и готовности к психологическим вызовам, а также в формировании профессионального самоопределения. Одним из главных преимуществ профильных педагогических проб служит практическое применение теоретических знаний на практике, что способствует развитию коммуникативных навыков, формированию информационной компетентности, умения решать проблемы и принимать обоснованные решения обучающимися психолого-педагогических классов.

Безусловно, организация регионального кластера психолого-педагогических классов на площадках общеобразовательных организаций расширяет профориентационный ресурс для педагогического университета, но для этого необходимы новые интересные для современного школьника формы [7]. В связи с этим для формирования информационной компетентности обучающихся предусматривается использование

профильных педагогических проб (разработка и проведение мини-уроков) с помощью ТИД метода.

ТИД метод – это метод современной педагогической и психологической практики, который направлен на практическое применение информационной компетентности в соответствии с запросами современной образовательной среды и общества. ТИД (технология, идея/информация, дизайн) – это подача материала интересно, кратко и с практической пользой. ТИД метод имеет в своей основе мировую платформу для распространения идеи и вдохновения людей TED (Technology, Entertainment, Design). TED-выступления стали своеобразным стандартом качественных презентаций, которые привлекают внимание миллионов зрителей со всего мира. Мероприятия TED отличаются от остальных подобных событий. Во-первых, выступления TED – это лекции, которые длятся от 11 до 18 минут. Это объясняется психологической природой человека, так как только в течение первых 20 минут возможно полное удержание внимания людей. Во-вторых, все участники TED объединены одной идеей – изменить мир к лучшему. В-третьих, конференция доступна каждому. Каждый может посмотреть выступления бесплатно на официальном сайте [8]. В образовательном процессе ТИД метод в психолого-педагогических классах может применяться при организации профильных педагогических проб как небольшие 15-минутные мини-уроки либо классные часы.

Для того чтобы эффективно организовать профильные педагогические пробы с обучающимися психолого-педагогических классов с использованием ТИД метода, необходимо изначально определиться с тем, что данный формат собой представляет и какие структурные компоненты включает. После этого данный метод может быть реализован обучающимися психолого-педагогических классов. Для этого обучающимся представляется для анализа ряд коротких видеороликов в данном формате. Пробы проводятся как обучающимися психолого-педагогических классов, так и экспертами в какой-либо области и учителями.

В результате совместного обсуждения и анализа обучающиеся психолого-педагогических классов приходят к выводу, что каждый из роликов включает в себя три составные части: введение, основная часть, заключение. Каждая часть включает в себя характеристики. Опишем их ниже.

1. *Введение*: яркое начало, которое может включать в себя личную историю, шокирующее заявление, обескураживающий

вопрос, видеофрагмент, иллюстрацию. Завершить введение можно, показав аудитории, что им стоит ожидать в результате проведения мини-урока.

2. *Основная часть*: разделение текста основной части выступления на три составляющие в соответствии с тематикой выступления, типом урока (например, для урока открытия нового знания: актуализация знаний, объяснение нового материала, первичное закрепление знания).

3. *Завершение*: подведение к завершению мини-урока, включающее объяснение, почему выбранная тема, идея важна; возможно использование игр, интерактивных элементов взаимодействия с аудиторией.

После формирования у обучающихся психолого-педагогических классов четкого представления формата проведения профильных педагогических проб представляется целесообразным привести этапы применения данного метода учителем при работе в психолого-педагогических классах.

1. *Выбор темы* для профильной педагогической пробы является ключевым этапом, определяющим успешность и эффективность проведения данного образовательного мероприятия. При выборе темы необходимо учитывать интересы и потребности обучающихся, актуальность и значимость темы для образовательного процесса, а также соответствие темы целям и задачам педагогической работы. Важно также учитывать возможности использования различных методов и форм работы при изучении выбранной темы, а также ее соответствие образовательным стандартам и требованиям. Таким образом, выбор темы для педагогической пробы должен быть обоснованным, целенаправленным и способствовать достижению поставленных образовательных целей. Темы может представить учитель или предоставить обучающимся психолого-педагогических классов возможность выбрать их самим.

Согласно модели формирования информационной компетентности Большая Семерка [9], на данном этапе будет формироваться такое информационное умение, как определение информационной проблемы.

2. *Изучение информации по выбранной тематике, подготовка выступления*: обучающиеся проводят исследование по выбранной теме, изучают научные статьи, книги, интервью с экспертами и другие источники информации. Организовать работу предлагается следующим образом: обучающимся психолого-педагогических классов предлагается поделиться на 3 команды, используя стикеры, цвета которых они выбрали перед началом занятия (жел-

тый, зеленый, красный). Задача: раскрыть тему, используя ТИД метод, а также создать сопроводительный плакат в виде инфографики, схемы или рисунка. На основе полученных знаний, найденной информации обучающиеся готовят выступление.

Согласно модели формирования информационной компетентности Большая Семерка, на данном этапе будут формироваться такие информационные умения, как управление информацией: выявление источников информации, выбор лучших из них; доступ к информации: нахождение нужной информации внутри источников; интеграция информации: организация материала из различных источников; оценка информации; создание информации.

3. *Проведение презентаций*: обучающиеся представляют свои выступления перед классом или школьной аудиторией. Они делятся своими идеями, предлагают решения проблем и отвечают на вопросы аудитории. Самые лучшие презентации обучающиеся могут записать на камеру и, используя различные программы видеомонтажа, смонтировать ролик и выставить в социальных сетях.

Согласно модели формирования информационной компетентности Большая Семерка, на данном этапе будет формироваться такое информационное умение, как передача информации.

В рамках опытно-экспериментальной работы с обучающимися психолого-педагогических классов в общеобразовательных учреждениях Республики Мордовия автором были проведены профильные педагогические пробы. Помимо этого, также учителем было проведено занятие с использованием ТИД метода «Информационные технологии в образовании» при формировании информационной компетентности обучающихся психолого-педагогических классов. Представленное выступление длится 15 минут, и его можно использовать на этапе мотивации изучения информационных технологий. Опишем тезисно каждый этап.

#### 1. Введение

Учитель демонстрирует яблоко. В процессе дискуссии между учителем и обучающимися о символическом значении яблока выявляется основная идея влияния культурных и исторических аспектов на восприятие объектов. Яблоко, рассматриваемое как предмет, становится символом различных концепций, включая миф о соблазне в Библии, начало человеческой цивилизации и историю раздора из древнегреческих мифов. Исследование роли яблока в различных контекстах позволяет понять, как интерпретация и символика могут влиять на наше

восприятие и понимание культурных и исторических явлений с разных сторон, выделяя как отрицательные аспекты, так и положительные. Главная мысль заключается в том, что значение яблока зависит от культурных и исторических интерпретаций, которые мы ему придаем. Аналогичным образом можно сказать и про информационные технологии (ИТ). Любой здравомыслящий человек скажет, что, несомненно, их роль огромна. И это действительно так. Поэтому не может не возникнуть вопрос: всегда ли использование ИТ является благом?

Вариант «не использовать ИТ вообще» не рассматривается по причине того, что на современном уровне развития общества это невозможно: независимо от желания учителя ребенок в повседневной жизни постоянно сталкивается с ИТ. И поэтому вопрос стоит только о том, как избежать вредного воздействия данных технологий и извлечь из их применения максимальную пользу для обучающегося и педагога в сфере образования, чтобы в руках человека ИТ служили во благо.

### *2. Основная часть*

Для рассмотрения информационных технологий в сфере образования воспользуемся методикой развития критического мышления, которая называется «6 вопросов» (другими словами – 5W1H, или метод Киплинга). Метод шести вопросов ориентирован не столько на углубление в проблему или задачу, сколько на возможность посмотреть на нее с разных сторон. ЧТО такое информационные технологии? КТО использует информационные технологии? КОГДА? ГДЕ используют информационные технологии? ПОЧЕМУ информационные технологии необходимы в образовании в настоящее время? КАК использовать информационные технологии в образовании?

### *3. Заключение*

Миф. В начальные дни исследования космоса США и Советский Союз соревновались за первенство в исследовании поверхности Луны, что имело огромное значение для престижа, признания и национальной гордости. Ключевым фактором в этой космической гонке было обеспечение доступа к информации. Астронавты играли центральную роль в сборе данных и наблюдении за изменениями. Однако возникла серьезная проблема: в условиях невесомости стандартные ручки переставали функционировать. Решение этой задачи стало ключом к победе в космической гонке. Никогда прежде роль ручки не была столь критически важной. Правительство США инвестировало значительные средства в разработку ручки с мини-помпой, которая позволила

астронавтам писать заметки в невесомости. Советский Союз решил эту проблему иначе, предоставив всем своим космонавтам карандаши. Таким образом, даже такие информационные технологии, как ручка и карандаш, могут иметь важное значение в определенных условиях, включая космические исследования.

Проведенная опытно-экспериментальная работа позволила сделать вывод, что профильные педагогические пробы с помощью ТИД метода способствуют формированию когнитивно-деятельностного компонента информационной компетентности обучающихся психолого-педагогических классов. У обучающихся, которые принимали участие в эксперименте, наблюдались повышение мотивации к обучению и использованию современных информационных технологий, улучшение коммуникативных навыков и умения работать в команде, более успешная адаптация к современному информационному обществу. Помимо этого, в результате проведенной экспериментальной работы у обучающихся повысился интерес к профессии педагога, что способствовало ориентации обучающихся на педагогические профессии. В связи с тем, что преимущественно эксперимент был проведен с обучающимися 9-х профильных классов психолого-педагогической направленности, после осуществления профильных педагогических проб нами был проведен опрос, который показал, что у обучающихся повысился уровень мотивации к выбору профессии педагога. Результаты показали, что под воздействием нового опыта участия в практической деятельности обучающиеся начали рассматривать профессию педагога как желаемую для будущего выбора педагогического вуза. По итогам опроса было выявлено, что 80% участников эксперимента выразили еще большую заинтересованность в профессии. Они отметили, что полученный опыт, знания и навыки в области интеграции информации в психолого-педагогическую деятельность позволили им увидеть новые перспективы и возможности для реализации своего творческого и профессионального потенциала в образовании.

### **Заключение**

Профильные педагогические пробы посредством ТИД метода позволяют не только формировать информационную компетентность обучающихся психолого-педагогических классов: умение работать с информационными технологиями, анализировать, систематизировать и отбирать информацию для мини-урока, но также обучающиеся выступают в роли педагогов,

исследователей, аналитиков и публичных докладчиков. Они учатся искать, анализировать и оценивать информацию, а также эффективно использовать свои идеи и знания. Этот подход также способствует развитию навыков критического мышления, самостоятельности и творческого мышления обучающихся. Профильные педагогические пробы помогают формированию профессиональных навыков, пониманию специфики педагогической деятельности и развитию профессиональных интересов, что является ключевым элементом успешной карьеры в области образования.

#### Список литературы

1. Деденева А.С., Прокурина А.С. Формирование информационной компетентности в гуманитарном вузе: образовательные технологии // Современные наукоемкие технологии. 2009. № 11. С. 70-71.
2. Горшенина С.Н., Буянова И.Б., Неясова И.А., Серикова Л.А. Научно-методическое сопровождение профильных классов психолого-педагогической направленности: региональный опыт // Глобальный научный потенциал. 2023. № 1(142). С. 28-30.
3. Прончатова А.С. Использование цифровых комиксов в подготовке вожатых (на примере обучающихся психолого-педагогических классов) // Наставничество вожатых: теория и практика: Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году педагога и наставника (г. Саранск, 12 октября 2023 г.). Саранск: Издательство Мордовского государственного педагогического университета им. М.Е. Евсевьева, 2023. С. 113-119.
4. Успенский В. Б. Закономерности и принципы допрофессиональной подготовки школьников // Ярославский педагогический вестник. 2000. № 1(23). С. 56-62.
5. Печерская С.Ю., Фомичев Р.С. Профессиональные пробы как фактор личностного и профессионального самоопределения обучающихся // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2019. № 1(33). С. 89-94.
6. Организация деятельности психолого-педагогических классов: учебно-методическое пособие. М.: Академия Минпросвещения России, 2021. 392 с.
7. Антонова М.В. Новые профориентационные форматы в проекте «профильные психолого-педагогические классы» // Глобальный научный потенциал. 2023. № 2(143). С. 49-52.
8. Зайцева Г.В., Айчувакова Г.В. Современное публичное выступление в программе наставничества с применением TED-технологии // Государственное управление в новых реалиях: современные вызовы и возможности: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Челябинск, 26–27 октября 2022 г.). Челябинск: Издательство Челябинского филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2022. С. 208-217.
9. Бурмакина В.Ф., Зелман М., Фалина И.Н. Информационно-коммуникационно-технологическая компетентность: методическое руководство для подготовки к тестированию учителей. М.: Центр развития образования АНХ при Правительстве РФ, 2007. 56 с.

УДК 378.147:330.117:330.5  
DOI 10.17513/snt.40075

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В НЕЭКОНОМИЧЕСКИХ ВУЗАХ

<sup>1</sup>Сажина Н.М., <sup>2</sup>Лебедева И.С., <sup>2</sup>Редько А.Н.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, e-mail: sazhinanm@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, e-mail: kinnas@mail.ru

Цель работы: проанализировать тенденции развития экономического образования в неэкономических вузах. Материалами исследования являются учебно-методические разработки по преподаванию экономических дисциплин в неэкономических вузах, в том числе в медицинском вузе. Для развития цифровой экономики в России необходимы образовательные и кадровые программы – комплексный, сквозной подход к образованию. В результате сравнения сделан вывод, что компетенции выпускника неэкономического вуза схожи с компетенциями выпускника экономического вуза. На примере медицинского вуза рассмотрен процесс становления преподавания экономики и формирования учебно-методических материалов. Сделан вывод, что специалист любой отрасли сегодня должен не только обладать базовыми экономическими знаниями и знать специфику экономического поведения субъектов своей отрасли, но еще и быть финансово грамотным. Функциональная грамотность – способность человека вступать в отношения с внешней средой и максимально быстро адаптироваться и функционировать в ней – включает в том числе и финансовую грамотность. Первые знания по финансовой грамотности сегодня молодежь получает еще в школе. Обучаясь в вузе, даже не по экономическому направлению, овладевая основами экономики и повышая свою финансовую грамотность, молодые специалисты становятся более конкурентоспособными.

**Ключевые слова:** компетенция, цифровая экономика, функциональная грамотность, финансовая грамотность, учебно-методическое обеспечение

## MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ECONOMIC EDUCATION IN NON-ECONOMIC UNIVERSITIES

<sup>1</sup>Sazhina N.M., <sup>2</sup>Lebedeva I.S., <sup>2</sup>Redko A.N.

*Kuban State University, Krasnodar, e-mail: sazhinanm@mail.ru;*

*Kuban State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, e-mail: kinnas@mail.ru*

The purpose of the work is to analyze trends in the development of economic education in non-economic universities. The research materials are educational and methodological developments for teaching economic disciplines in non-economic universities, including medical universities. To develop the digital economy in Russia, educational and personnel programs are needed – an integrated, end-to-end approach to education. As a result of the comparison, we came to the conclusion that the competencies that a graduate of a non-economic university should have when studying economic disciplines are similar. Using the example of a medical university, the process of establishing the teaching of economics and the formation of educational and methodological materials is considered. We came to the conclusion that a specialist in any industry today must not only have basic economic knowledge and know the specifics of the economic behavior of the subjects of his industry, but also be financially literate. Functional literacy – a person's ability to enter into relationships with the external environment and adapt and function in it as quickly as possible – also includes financial literacy. Young people today receive their first knowledge of financial literacy at school. By studying at a university, even if not in an economics field, mastering the basics of economics and increasing their financial literacy, young professionals become more competitive.

**Keywords:** competence, digital economy, functional literacy, financial literacy, educational and methodological support

Сегодня в сфере образования действуют образовательные стандарты третьего поколения. При реализации образовательных программ вузы готовят специалистов для удовлетворения сложившегося спроса на них с учетом имеющейся материально-технической и научно-исследовательской базы.

Это, в свою очередь, обуславливает формирование особенностей информационного обеспечения и образовательной среды, в том числе полный доступ к информационным сетям и образовательным курсам,

индивидуализацию образования, непрерывность образования, онлайн-образование, саморазвитие и самообразование.

Шестой технологический уклад, начавшийся в 2010 г., опирается на развитие нанотехнологий, клеточных технологий, снижение энерго- и материалоемкости производства, повышение производительности труда и цифровую экономику. Экономическое образование сегодня – объективная необходимость для выпускников всех специальностей.

Цель исследования: проанализировать тенденции развития экономического образования в неэкономических вузах.

#### **Материалы и методы исследования**

Материалами исследования являются рабочие программы и учебно-методические комплексы экономических дисциплин, преподаваемых для студентов неэкономических специальностей; учебно-методические разработки по преподаванию экономических дисциплин в неэкономических вузах, в том числе в медицинском вузе. На основе метода анализа рабочих программ проведено сравнение экономических компетенций для студентов различных специальностей. Проанализировано учебно-методическое обеспечение преподавания дисциплины «Экономика» в медицинском вузе. На основе метода анкетирования проведен опрос студентов о заинтересованности в получении дополнительных знаний и готовности к повышению финансовой грамотности при посещении дополнительных курсов. Проведен анализ результатов повышения финансовой грамотности.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

На основе трудов отечественного экономиста Н.Д. Кондратьева, посвященных экономическим циклам, современные ученые Д.С. Львов, С.Ю. Глазьев, Ю.В. Яковец, А.А. Сытник и другие развили теорию, получившую название «Технологический уклад». Технологический уклад (волна) – совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства; в связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным [1].

Всемирный банк определяет цифровую экономику как экономику, в которой развитие цифровых технологий приводит к повышению производительности труда, конкурентоспособности бизнеса, снижению издержек производства, созданию новых рабочих мест, снижению бедности и социального неравенства [2].

«Цифровая экономика – это не отдельная отрасль, по сути это уклад жизни, новая основа для развития системы государственного управления, экономики, бизнеса, социальной сферы, всего общества. Формирование цифровой экономики – это вопрос национальной безопасности и независимости России, конкуренции отечественных компаний», – заявил Президент России В.В. Путин на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам [3].

Во исполнение майских Указов Президента РФ и для ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере была разработана национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [4, 5].

Для достижения основной цели этой программы (сделать из России динамичное, современное государство) были поставлены задачи по преобразованию приоритетных отраслей экономики и социальной сферы посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений. Одним из индикаторов обозначено 100%-ное подключение к Интернету органов власти, объектов социальной сферы, образовательных организаций. Основной акцент был сделан на подготовку квалифицированных кадров, нормативное регулирование, создание инфраструктуры и обеспечение безопасности в цифровой среде, что нашло отражение в принятии соответствующих федеральных проектов.

Цифровизация экономики является одним из приоритетных направлений для США, Великобритании, Германии, Японии, Китая. Заведующий отделом науки и инноваций ИМЭМО РАН И.В. Данилин в докладе «Китай и США – лидеры цифровой экономики: сопоставительный анализ и выводы для России» подчеркнул, что и в США, и в Китае эффектами развития цифровой экономики являются рост благосостояния и качества жизни, развитие наукоемких услуг, инновационное развитие; динамика и эффекты цифровой экономики определяются экономическими и социально-культурными факторами, культурная специфика воздействует на реализацию цифровой экономики. Позже в своей публикации И.В. Данилин также отметил, что одним из ключевых факторов динамики цифровой экономики США и КНР является рост значения качественных характеристик ее развития, особенно инновационной активности. Для продвижения России в этом направлении необходим комплексный подход к образованию с акцентом на инновации [6].

В 2019 г. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования выпустил результат серьезной аналитической работы «Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации», в которой подробно отражен опыт Финляндии, Кореи, Сингапура, Вьетнама и Кении по реализации национальных проектов по цифровой трансформации школы. Специалисты пришли к выводу, что многие системы образования перестали отвечать современным

требованиям развития экономики. Однако цифровые решения, примененные в промышленности, становятся связующим звеном для глобальной экономики знаний. Формируются новые контуры экономик и обществ. Обучающиеся стремятся к комфорту, а также социальному и карьерному успеху; по-новому анализируют потоки информации, оценивают окружающую обстановку, принимают решения о создании бизнеса, смене места жительства. Это наиболее заметно и длится дольше в странах с наиболее гибкими системами – Сингапуре и Корее. И без успеха в этих процессах трансформации школы и учителя будут продолжать готовить учеников, не соответствующих современным требованиям [7].

Очевидно, что изменения необходимы на всех уровнях образования. Знания выпускников вуза должны быть актуальными и соответствовать новейшим тенденциям социально-экономического развития общества. Процессы глобализации экономики, востребованность специалистов с универсальными и конкурентоспособными знаниями диктуют новые требования к содержанию высшего образования. Стандарты подготовки выпускников для различных отраслей экономики задаются международными стандартами, это отразилось в том числе в переходе на Болонскую систему.

Состояние экономики определяет экономическое поведение и экономическую образованность ее субъектов, включая подготовку специалистов по планированию, учету, финансам и другим направлениям [8].

Под цифровым образованием обычно понимается комплекс явлений, включая переход обучающихся на дистанционное обучение с использованием современных средств связи, использование ИТ-технологий в качестве дополнения к уже существующим образовательным практикам, формирование у будущих специалистов навыков в соответствии с реалиями цифровой экономики, в том числе для решения проблемы кадрового дефицита [9].

Минцифры России совместно с Минобрнауки России продолжает работу по подготовке ИТ-специалистов в вузах. С 2019 г. более 343 тыс. человек приняты на обучение, к 2024 г. запланировано обучить 500 тыс. человек в более чем 800 вузах. Сегодня реализуются три образовательных проекта: «Цифровые профессии», «Готов к цифре», «СДО».

Развитие цифровой экономики потребовало пересмотра образовательных программ. Цифровая трансформация процесса обучения студентов-медиков в области экономики обусловлена применением диджитализации (digitalization) разных сфер эко-

номики для снижения негативного влияния кризиса в период борьбы с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19).

В период пандемии гораздо быстрее проходил процесс трансформации бизнеса и внедрения современных технологий, помогающих продвижению, улучшению позиций на рынке, взаимодействию с клиентами за счет автоматизации и цифровизации. Организации всех сфер экономики были вынуждены осваивать новые технологии.

В здравоохранении необходимость такого перехода была особенно заметна, и на время освоения новых технологий времени было гораздо меньше, чем в других отраслях, поскольку обострились вопросы доступности медицинской помощи.

Для большинства стран типичными проблемами в организации здравоохранения являются доступность медицинской помощи и растущий спрос на медицинские услуги при кадровом дефиците в отрасли. Применение цифровых технологий помогает в их решении. В свою очередь, развитие технологий мобильного здравоохранения (mhealth), электронных медицинских карт (EHR), медицинской аналитики и телемедицины обуславливает рост рынка цифрового здравоохранения.

Сегодня в соответствии с образовательными стандартами специалисты практически всех отраслей (строительство, сельское хозяйство, медицина, юриспруденция, социология, педагогика и др.) изучают экономические дисциплины. При этом экономические компетенции, которыми должны обладать выпускники неэкономических вузов, схожи. В таблице приведены примеры.

Экономическое образование формируется в процессе обучения. Результатом обучения становится совокупность ценностей, убеждений, предпочтений, вкусов и привычек, которые влияют на экономическое поведение субъектов [8].

На сегодняшний день типовой рабочей программы по преподаванию экономики для медицинских вузов нет. При разработке рабочих программ и сопутствующего методического обеспечения для КубГМУ авторы исходили из накопленного опыта преподавания экономических дисциплин студентам других специальностей и опыта преподавания экономических дисциплин в других вузах страны, учитывали рекомендации внешних рецензентов, в том числе Астраханского, Волгоградского, Саратовского медицинских университетов. Внедряя экономические дисциплины в медицинском вузе, безусловно, необходимо учитывать специфику отрасли, но базовые экономические законы и категории одинаковы для всех отраслей.

Экономические компетенции для различных специальностей

Направление подготовки	Дисциплина	Компетенция
40.03.01 Юриспруденция	Экономика	ОК3. Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности
44.03.03 Специальное (дефектологическое) образование	Экономика образования	ОК4. Способность использовать базовые экономические и правовые знания в социальной и профессиональной сферах
31.05.01 Лечебное дело	Экономика	УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
36.05.01 Ветеринария	Сельскохозяйственная экономика, управление коммерческим предприятием	ОК-5. Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах
07.03.01 Архитектура	Экономика архитектурных решений	ОК-3. Способность анализировать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов деятельности в различных сферах

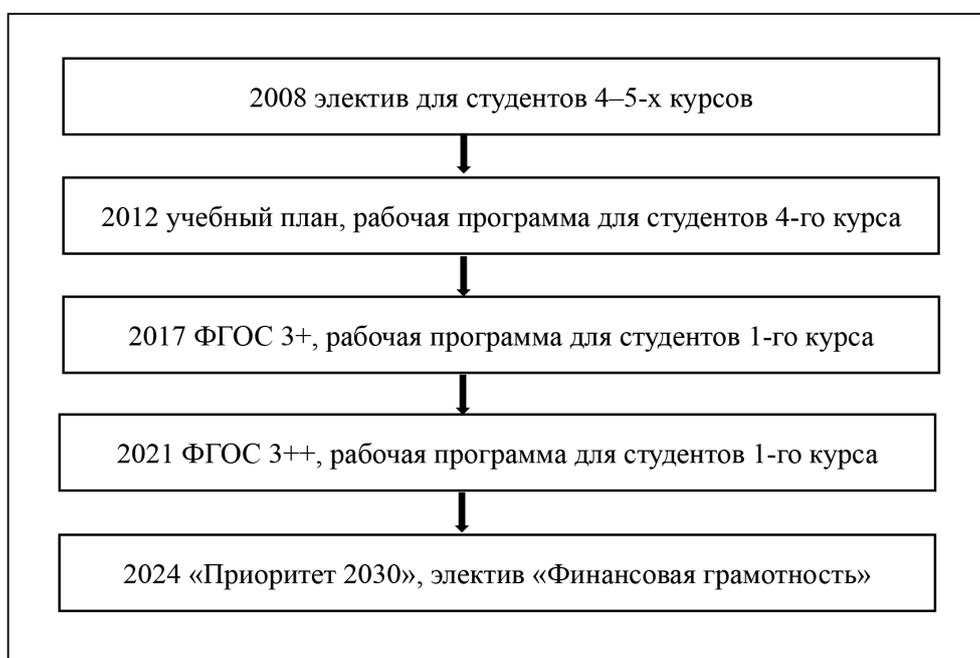


Рис. 1. Исторические этапы преподавания экономики в КубГМУ

Поэтому важно было также учитывать положительный опыт коллег Кубанского государственного университета (КубГУ), технологического (КубГТУ) и аграрного (КубГАУ) университетов.

В КубГМУ преподавание экономики началось с 2008 г., когда был проведен электив для студентов 4–5-х курсов и подготовлено первое учебное пособие «Предпринимательская деятельность в здравоохранении», рекомендованное Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России

в качестве учебного пособия для студентов медицинских вузов (рис. 1) [10].

За прошедшие годы менялись требования образовательных стандартов, менялись экономические реалии, указанная дисциплина стала преподаваться студентам младших курсов. Это обуславливало постоянное учебно-методическое совершенствование преподавания. С 2008 по 2024 гг. было издано 24 учебных пособия, в том числе одно рекомендовано Координационным советом по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебника

[11]. Преподавание экономики начиналось с электива – обязательного для изучения учебного курса, направленность которого обучающийся выбирает самостоятельно. С принятием новых образовательных стандартов экономика была включена в учебные планы. При этом менялось место учебной дисциплины в структуре ОПОП – она относилась к блоку обязательных дисциплин или дисциплин по выбору. Расширение международного сотрудничества КубГМУ обусловило преподавание дисциплин на английском языке, включая экономику. Как результат – возникла необходимость формирования учебно-методических материалов для англоговорящих студентов.

На учебу в КубГМУ прибывают студенты из разных государств и в соответствии с учебным планом также изучают экономику. Однако для значительной их части, еще недостаточно хорошо владеющих русским языком, английский язык как язык-посредник является залогом успешности обучения на младших курсах.

В процессе совместной деятельности преподавателя и студента с учетом индивидуальных возможностей студентов и доступности учебного материала достигается успешное освоение предмета. Для англоговорящих студентов в 2019 г. в КубГМУ были изданы лекционная рабочая тетрадь и рабочая тетрадь для практических (семинарских) занятий «Основы экономических знаний» (Fundamentals of Economic Knowledge). Оба пособия составлены на английском языке в соответствии с рабочей программой дисциплины «Экономика». При их составлении использовались общепринятые (которые используются и в русскоязычных учебниках) экономические термины и понятия, аббревиатуры показателей в формулах, схемах, графиках, например D (demand – спрос), P (price – цена), C (cost – затраты), GNP (gross national product – валовой национальный продукт).

Приобретение студентами экономических знаний, а также способности их использовать в профессиональной деятельности требует формирования способности к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала. Это обусловило необходимость подготовки учебно-методического пособия для самостоятельной работы студентов всех факультетов. Схожие формирующиеся компетенции и близкая по роду профессиональная деятельность студентов лечебного профилактического и медико-профилактического факультетов значительно отличаются от таковых стоматологического и фармацевтического факультетов. И для самостоятель-

ной подготовки необходимы конкретизация и примеры из будущей профессиональной деятельности, например: затраты аптеки, амортизация стоматологической установки, ценообразование на лабораторную диагностику и т.д. В процессе совместной работы студента и преподавателя в аудитории допустимо использование шаблонов (эталонов) заданий для объяснения самого механизма решения экономической ситуации с акцентированием внимания и приведением примеров с учетом специфики разных факультетов. Это, в свою очередь, требует широкого кругозора у преподавателя и его знаний в разных областях не только классической экономики, но и организации здравоохранения.

Аналогичная ситуация возникает не только в медицинском, но и в любом другом неэкономическом вузе. Поэтому преподавание экономических дисциплин для преподавателя всегда сопряжено с необходимостью повышать свою компетентность в отраслевой специфике и применять в общении со студентами единый понятийный аппарат.

Для развития цифровой экономики в России необходимы образовательные и кадровые программы – комплексный, сквозной подход к образованию. Новые компетенции и знания должны получить не только выпускники, но и в первую очередь сами преподаватели вузов, чтобы эти знания суметь передать. В 2022 г. преподаватели КубГМУ прошли повышение квалификации (144 ч.) в АНО ВО «Университет Иннополис» по дополнительной профессиональной программе «Цифровые технологии в преподавании профильных дисциплин». Полученные знания позволили пересмотреть и существенно дополнить преподавание экономики. В КубГМУ сегодня используются в обучении информационные и «сквозные» технологии, цифровые инструменты:

1) технологии:

- Wi-Fi, мобильные сети 4G поколения;
- совместно редактируемые таблицы (Гугл-, Яндекс-формы);

- интернет-библиотеки и иные специализированные цифровые хранилища информации (цифровые библиотеки);

- экономика модули с карточками <https://quizlet.com/subjects/social-science/economics-flashcards>;

- официальные сайты (Портал государственных услуг, федеральная налоговая инспекция, фонд социального страхования, фонд медицинского страхования);
- системы электронного документооборота;

2) цифровые инструменты:

- компьютерное тестирование знаний

- MyTestXPro;

- чат-бот кафедры [https://t.me/Oziz\\_kubgmubot](https://t.me/Oziz_kubgmubot);
- портал дистанционного обучения <http://mdls.ksma.ru/course/view>;
- электронный каталог библиотеки КубГМУ <http://lib.ksma.ru/>.

Внесены изменения в проведение лекций и практических (семинарских) занятий. Трансформации подверглось более 30% исходного содержания. В том числе добавлены: Программы поддержки бизнеса. Применение информационного сервиса Правительства «Узнайте, какие меры подходят Вам». Реестр МСП. Компенсации для отраслей, пострадавших в период COVID-19. Диджитализация бизнеса. Преимущества и перспективы развития. Применение диджитал-технологий в медицине. Национальная российская платежная система «Мир». Меры безопасности. Цифровые валюты. История появления криптовалюты. Практика внесения криптовалюты в уставный капитал компании. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Указ Президента № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года». Совершенствование функционирования единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ) и создания единого цифрового контура в здравоохранении.

Использование онлайн-обучения в рамках программ высшего образования, как правило, приводит к вытеснению традиционных форматов работы со студентами и замене их на электронное обучение. Также возможна и реализация гибридного формата. В качестве эксперимента было опробовано проведение занятия «Предпринимательство. Виды предприятий» в такой форме. На данном занятии происходит приобретение базовых умений и навыков по регистрации предпринимательской деятельности через портал Госуслуг, на сайте ФНС России. Переходя по предоставленной ссылке <https://какоткрытьооо.рф>, студенты знакомились с шаблонами документов, необходимых для регистрации юрлица в форме ООО, могли их скачать и потренироваться в заполнении. Также на занятии студенты получали задание подготовить проект открытия клиники. Это командная работа, которая позволяла расширить их профессиональные навыки:

- hard skills – конкретные умения, навыки, которые используются в профессиональной деятельности;
- soft skills – универсальные социальные компетенции, которые не поддаются количественному измерению.

К soft skills относятся, в том числе, навыки коммуникации, приобретенные при выполнении командной работы.

Применение онлайн-обучения дает студентам больше возможностей при работе над проектом. Место нахождения обучающихся не влияет на качество выполненных работ. Студенты используют специализированные сервисы (в том числе облачные) для хранения, редактирования рабочих файлов и обмена ими, например специальный аккаунт для рабочих задач без платной подписки <https://workspace.google.com/intl/ru/essentials/>. Защита проектов происходит на последующем занятии «Менеджмент и маркетинг. Управление предприятием». Были опробованы 2 варианта: подключение к трансляции с представлением проектов онлайн и представление проекта в аудитории с возможностью трансляции онлайн. Оба варианта были восприняты студентами положительно.

В современном мире для успешной профессиональной деятельности важно не только получить базовые экономические знания, но и хотя бы на минимальном уровне быть финансово грамотным. Вопросы финансовой грамотности в России уделяется особое внимание. Распоряжением Правительства РФ от 25 сентября 2017 г. № 2039-р была утверждена Стратегия повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017–2023 гг. Федеральный сетевой методический центр повышения квалификации преподавателей вузов и развития программ повышения финансовой грамотности студентов (экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова) при поддержке Министерства финансов Российской Федерации и Банка России разработал перечень планируемых результатов обучения, характеризующих этапы формирования универсальной компетенции в области экономической культуры, в том числе финансовой грамотности. В соответствии с этими индикаторами изменились и подходы к преподаванию экономики – расширился блок, касающийся функционирования банковского сектора, механизмов кредитования, формирования доходности от инвестирования в ценные бумаги, доходности от валютных операций, учета рисков. Это нашло отражение в совершенствовании учебно-методического обеспечения, в том числе в издании в 2023 г. учебника «Основы экономических знаний для студентов медицинского вуза» (Рекомендовано Координационным советом по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебника Регистрационный номер рецензии: 2177 ЭКУ). Во многих вузах

или значительно расширилась программа преподавания, или стали появляться дополнительные курсы по повышению финансовой грамотности [11].

В апреле 2023 г. во время проведения круглого стола «Финансовая грамотность. Кредитование» был осуществлен опрос 150 респондентов посредством анкетирования через Гугл-формы. Опрос имел целью получить обратную связь по проведению круглого стола и выявить интерес студентов к дальнейшему обучению. По результатам проведенного в КубГМУ опроса больше половины всех студентов выразили заинтересованность в получении дополнительных знаний и готовы к дальнейшему повышению финансовой грамотности путем посещения специальных курсов и прохождения онлайн-тренингов. С учетом накопленного опыта было предложено в рамках реализации в КубГМУ программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» кафедрой общественного здоровья здравоохранения и истории медицины осуществить реализацию проекта «Финансовая грамотность».

Программа по поддержке университетов «Приоритет 2030», разработанная в Минобрнауки, стартовала в России с 2021 г. Цель программы «Приоритет 2030» – к 2030 г. сформировать в России более 100 прогрессивных современных университетов – центров научно-технологического и социально-экономического развития страны. Она поможет вузам проводить научные исследования, применять современные технологии в своей работе и готовить специалистов для работы в регионах России, а не для международного рынка. Программа «Приоритет 2030» позволит сконцентрировать ресурсы обеспечения вклада российских университетов в достижение национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 г., повысить научно-образовательный потенциал университетов и научных организаций, а также обеспечить участие образовательных организаций высшего образования в социально-экономическом развитии субъектов Российской Федерации. КубГМУ является одним из участников данной программы.

Проект «Финансовая грамотность» представляет собой создание онлайн-курса и размещение его на портале дистанционного обучения mdls.ksma.ru. Образовательный контент лекции (4 часа), теоретическая часть с индивидуальными заданиями (12 часов) и итоговая аттестация в виде тестовых заданий (2 часа) подготовлены и размещены на портале дистанционного обучения. При этом предполагается после-

довательное изучение тем. Перейти к выполнению заданий или следующей лекции слушатель курса может, только освоив предыдущий материал.

Курс разработан и доступен для студентов медицинского университета 1–6-х курсов, а также будет полезен всем заинтересованным в вопросах финансовой грамотности. Слушатели узнают, как контролировать расходы и доходы, планировать семейный бюджет, как выгодно использовать кредиты и господдержку, как грамотно инвестировать, как избежать ловушек финансовых мошенников и уберечь свои накопления, поставят личные финансовые цели и разработают стратегию их достижения. Первые итоги прохождения электива «Финансовая грамотность» в КубГМУ представлены на рисунке 2.

Сравнение с результатами предыдущих исследований финансовой грамотности студентов КубГМУ (первое было проведено в КубГМУ в 2016 г. [12]) позволяет сделать вывод, что студенты лучше понимают вопросы и задания в сфере сбережений, инвестиций и пенсионных накоплений, а также рисков и механизмов их снижения, расчета простых и сложных процентов. В целом уровень финансовой грамотности студентов растет. Это соответствует общему росту финансовой грамотности по стране. По данным Сбербанка, с 2017 г. большинство ключевых показателей финансовой грамотности граждан выросло, финансовое поведение стало более осознанным: увеличилось число людей, самостоятельно принимающих финансовые решения, сравнивающих разные варианты при выборе финансовых услуг, ответственно относящихся к выплатам по кредитам. Среди людей в возрасте 14–22 лет увеличилось число тех, кто умеет рассчитать простой процент и понимает суть ключевых финансовых индикаторов. Среди молодых людей выше инвестиционная активность и потребление цифровых финансовых услуг [13].

Функциональная грамотность – способность человека вступать в отношения с внешней средой и максимально быстро адаптироваться и функционировать в ней. ФГОС третьего поколения определяет функциональную грамотность как способность решать учебные задачи и жизненные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности. На Всемирном экономическом форуме в Женеве (2015 г.) эксперты пришли к выводу, что функциональная грамотность включает в себя: математическую, читательскую, естественнонаучную, финансовую, ИКТ-грамотность и гражданскую грамотность [14, 15].

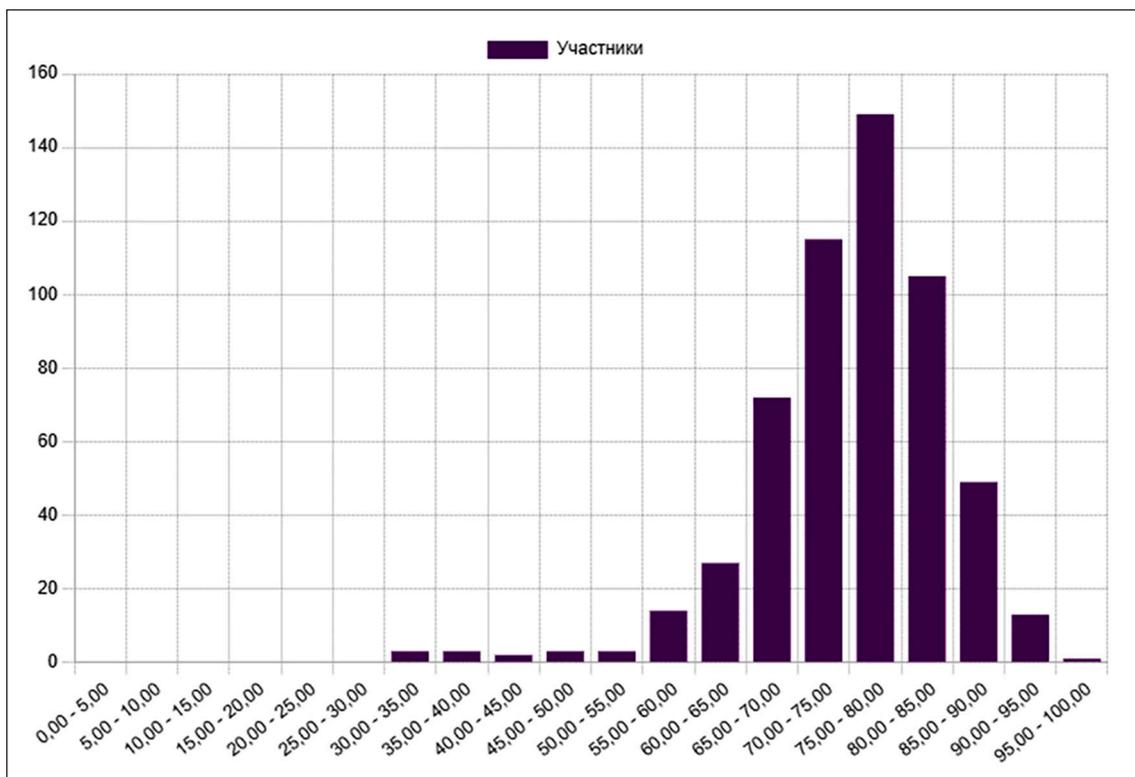


Рис. 2. График количества студентов, получивших оценки в диапазонах (по данным <https://mdls.ksma.ru/mod/quiz/report> на 07.05.2024)

Президентом России В.В. Путиным поставлена серьезная задача – к 2030 г. Россия должна войти в четверку крупнейших экономик мира по паритету покупательной способности. По мнению премьер-министра М.В. Мишустина, нужно не только увеличивать валовой выпуск товаров и услуг, но и при сохранении макроэкономической стабильности, обеспечении технологического и финансового суверенитета также должен расти уровень доходов населения [16].

Трансформация образовательного процесса, формирование функциональной грамотности, освоение базовых навыков взаимодействия субъектов экономики сегодня являются важными элементами роста благосостояния граждан и страны.

### Заключение

От общего уровня финансовой грамотности населения страны во многом зависит ее экономическое развитие. Низкий уровень финансовой грамотности негативно влияет на благосостояние граждан, домохозяйств, тормозит развитие банковского сектора, финансового рынка, инвестиций, приводит к ухудшению социально-экономической ситуации. В процессе формирования личности человек овладевает различными

компетенциями, позволяющими в течение жизни использовать полученные знания, умения и навыки для решения широкого круга задач в различных сферах человеческой деятельности. Это подразумевает формирование функциональной грамотности личности. Первые знания по финансовой грамотности молодежь получает еще в школе. Обучаясь в вузе, даже не по экономическому направлению, овладевая основами экономики и повышая свою финансовую грамотность, молодые специалисты становятся более конкурентоспособными.

Экономическое образование сегодня необходимо представителям всех специальностей и во всех отраслях. При этом нельзя останавливаться только на изучении базовых экономических законов и категорий. Постоянное изменение внешней среды, учет меняющейся конъюнктуры, темпы инновационного развития, импортозамещение, диджитализация меняют и преподавание экономики.

Тенденциями развития экономического образования в неэкономических вузах сегодня являются применение цифровых инструментов, получение не только классических экономических знаний (экономических законов и категорий, основ экономи-

ческой теории, микро- и макроэкономики), но и навыков открытия и регистрации бизнеса, взаимодействия с финансовыми организациями, работы с личным кабинетом налогоплательщика, понимание процесса и механизма осуществления государственных закупок, ведения бизнеса в удаленном режиме (как это было в период пандемии) и др.

Специалист любой отрасли сегодня должен не только обладать базовыми экономическими знаниями и знать специфику экономического поведения субъектов своей отрасли, но еще и быть финансово грамотным, успешно привлекать инвесторов для коммерциализации своих разработок, выведения их на рынок, в том числе и мировой. В свою очередь, это будет способствовать импортозамещению, экспорту сырьевых неэнергетических товаров, повышению производительности и эффективности и развитию экономики страны.

#### Список литературы

1. Авербух В.М. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор) // Вестник Ставропольского государственного университета. 2010. № 71. С. 159-166.
2. Доклад о мировом развитии «Цифровые дивиденды». Всемирный банк. 2016. 58 с. DOI: 10.1596/978-1-4648-0671-1.А.
3. Заседание Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам // Официальный сайт Президента России. [Электронный ресурс]. <http://kremlin.ru/events/president/news/54983> (дата обращения: 16.04.2024).
4. Указ Президента РФ от 07.05.2018 №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Российская газета. 09.05.2018. № 97с (7560). С. 4-5.
5. Указ Президента РФ от 21.07.2020 №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Российская газета. 22.07.2020. №159 (8213). С. 2.
6. Данилин И.В. Развитие цифровой экономики США и КНР: факторы и тенденции // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2019. Т. 12, № 6. С. 246–267. DOI: 10.23932/2542-0240-2019-12-6-12.
7. Гэйбл Э. Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации / пер. с англ.; под науч. ред. П.А. Сергоманова. М.: НИУ ВШЭ, 2019. 108 с.
8. Баранов А.В., Чучкалова С.И. Значение экономического образования для развития экономики // Международный научный журнал Инновационная наука. 2015. № 3. С. 73–75.
9. Вайндорф-Сысоева М.Е., Субочева М.Л. «Цифровое образование» как системообразующая категория: подходы к определению // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2018. № 3. С. 25–36. DOI: 10.18384/2310-7219-2018-3-25-36.
10. Войсехович Б.А., Редько А.Н., Козиева И.С. Предпринимательская деятельность в здравоохранении: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 205 с.
11. Основы экономических знаний для студентов медицинского вуза: учебник для студентов медицинских вузов / авт.-сост. И.С. Лебедева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2023. 415 с.
12. Редько А.Н., Лебедева И.С. Исследование финансовой грамотности студентов КубГМУ как интегральный показатель освоения общекультурных компетенций // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 4-1. С. 220-224.
13. Исследование уровня финансовой грамотности: четвертый этап. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cbr.ru/analytics/szpp/fin\\_literacy/fin\\_ed\\_4/](https://www.cbr.ru/analytics/szpp/fin_literacy/fin_ed_4/) (дата обращения: 16.04.2024).
14. Ковалева Г.С. Финансовая грамотность как составляющая функциональной грамотности: международный контекст // Отечественная и зарубежная педагогика. 2017. Т. 1, № 2 (37). С. 31-43.
15. New vision for education: unlocking the potential of technology // World Economic Forum. Geneva, Switzerland, 2015. 29 p.
16. Мишустин: В России создан прочный фундамент для движения вперед. Стенограмма выступления Мишустина М.В. перед депутатами Государственной Думы // Российская газета. 10.05.2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2024/05/10/priamaia-rech.html> (дата обращения: 16.04.2024).

УДК 378.4:159.9  
DOI 10.17513/snt.40076

## ЭМПИРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА ВУЗА

Шартдинов А.Ш.

*Уфимский университет науки и технологий, Уфа, e-mail: shartdinov71@gmail.com*

Актуальность реализации структурно-функциональной модели обучения курсантов военного вуза обусловлена традиционализмом, который лежит в основе системы подготовки выпускников. Цель исследования – представить эмпирические результаты проведенного исследования в области изучения процессов, определяющих формирование таких качеств, как профессионализм и мотивация к профессиональному развитию, которые считаются частью профессиональной компетентности курсантов военного учебного центра вуза, формировавшихся в ходе реализации интерактивного обучения. Особое внимание уделено рассмотрению критериев и показателей, позволяющих осуществить оценку развития курсантов в рамках экспериментальной модели формирования профессиональной компетентности. При описании обозначенных эмпирических индикаторов автор раскрывает сущность трех основных критериев: целевого, деятельностного и личностного, которые выступают в качестве структурных компонентов, определяющих организацию работы с курсантами рассматриваемого учебного заведения. В основе работы лежит реализация статистических подсчетов и работы по внедрению новой структурной модели подготовки курсантов, которая проводилась на базе военного учебного центра ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». В исследовании приняли участие 185 студентов третьего курса разных факультетов и 15 преподавателей названного центра. Для подтверждения результативности разработанной структурно-функциональной модели использован метод математико-статистической обработки эмпирических данных –  $\chi^2$  критерий Пирсона. На основе полученных результатов методология и технология профессионального образования дополнены вариантом реализованной автором модели подготовки курсантов, основанной на внедрении занятий с применением интерактивных методов обучения. Было выявлено, что в сравнении с курсантами, обучение которых производилось по закрепленной методике, курсанты из экспериментальных групп оказались более мотивированными, заинтересованными в реализации профессиональной деятельности и показали более высокий уровень профпригодности.

**Ключевые слова:** компетентность, интерактивное обучение, учебный центр военного вуза, студенты, индикаторы

## EMPIRICAL RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF STUDENTS OF THE MILITARY TRAINING CENTER OF THE UNIVERSITY

Shartdinov A.Sh.

*Ufa University of Science and Technology, Ufa, e-mail: shartdinov71@gmail.com*

The relevance of the implementation of the structural and functional model of training cadets of a military university is due to the traditionalism that underlies the graduate training system. The purpose of the article is to present the empirical results of the conducted research in the field of studying the processes that determine the formation of such qualities as professionalism and motivation for professional development, which are considered part of the professional competence of cadets of the military training center of the University, which were formed during the implementation of interactive learning. Special attention is paid to the consideration of criteria and indicators that make it possible to assess the development of cadets within the framework of an experimental model for the formation of professional competence. When describing the indicated empirical indicators, the author reveals the essence of three main criteria: target, activity and personal, which act as structural components determining the organization of work with cadets of the educational institution in question. The work is based on the implementation of statistical calculations and work on the introduction of a new structural model of cadet training, which was conducted on the basis of the military training center of the Ufa University of Science and Technology. 185 third-year students from different faculties and 15 teachers from the named center took part in the study. To confirm the effectiveness of the developed structural and functional model, the method of mathematical and statistical processing of empirical data, the Pearson criterion, was used. Based on the results obtained, the methodology and technology of vocational education is supplemented by a variant of the cadet training model implemented by the author, based on the introduction of classes using interactive teaching methods. It was revealed that in comparison with the cadets, whose training was carried out according to the fixed methodology, the cadets from the experimental groups turned out to be more motivated, interested in the implementation of professional activities and showed a higher level of professional aptitude.

**Keywords:** competence, interactive learning, military university training center, students, indicators

В военных учебных центрах современных вузов пытаются решить разнообразные задачи, поставленные перед военными специалистами Российской Федерации.

Первой задачей, которая стоит сегодня перед педагогами и работниками высшей школы, является формирование у курсантов мотивации. Проблема заключается в том,

что далеко не все выпускники делают военную карьеру, а в последние годы появилась тенденция, когда после окончания высшей школы курсанты уходят в другие направления деятельности. Ее решение заключается в организации профессиональной подготовки, развитии профпригодности и мотивации на протяжении всего периода обучения, что, безусловно, является залогом процветания военной профессии. Однако, как показывает практика, на сегодняшний день в военных вузах не приветствуют кардинальные изменения в подготовке выпускников, так как любые изменения должны сопровождаться расширением:

- материально-технической базы;
- методической основы работы с курсантами;
- административных норм, сопровождающих реализацию новых типов занятий, а также желанием самих педагогов.

Все эти задачи можно охарактеризовать как имеющие значительный объем и сложность. Но в той или иной степени именно они способствуют развитию профессиональных качеств и компетенций у курсантов. И, как показывает опыт, внедрение компетентностного подхода в процесс обучения курсантов военного учебного центра вуза позволяет оптимизировать весь образовательный процесс в соответствии с требованиями времени и соответствующими нормативами.

Расширение возможностей образовательной системы для подготовки профессионалов возможно за счет применения новых форм и методов обучения. И именно интерактивные методы обучения показывают возможности оптимизации подготовки выпускников, что определяет актуальность проведенного исследования.

Кроме того, нарастающая потребность в грамотных специалистах, которые способны объективно оценивать происходящие в мире изменения и подстраиваться под них, переобучаясь и повышая свою квалификацию, также указывает на актуальность преобразования системы подготовки выпускников военных вузов, что возможно осуществить за счет внедрения интерактивных методов обучения.

Цель исследования: выявить влияние интерактивных методов обучения на процесс формирования профессиональной компетентности студентов военного учебного центра вуза.

#### **Материалы и методы исследования**

Материалы исследования накапливались на протяжении 5 лет на базе военного учебного центра ФГБОУ ВО «Уфимский

университет науки и технологий», за это время были собраны теоретические и практические данные, отражающие процесс развития интерактивного обучения курсантов военного учебного центра вуза. Был проведен анализ философских, психологических, социологических, педагогических идей по основному вопросу интерактивного обучения, а также выявлены основные противоречия/препятствия для его применения на занятиях. Кроме того, осуществлялся поиск возможных путей их разрешения.

Был проведен структурно-компонентный анализ рассматриваемой нами образовательной среды, выявлены факторы, способные оказать значимое влияние на уровень подготовленности курсантов рассматриваемого учебного заведения.

Разработана и оптимизирована новая модель подготовки, основанная на структурно-функциональном подходе и методике проверки уровня подготовленности курсантов в плане получения профессиональных качеств и роста мотивации, с целью детализации оценивания полученных результатов интерактивного обучения.

Эмпирическая часть исследования основывается на полученных в ходе проведенного эксперимента данных. Суть эксперимента сводится к апробации и уточнению результатов обучения курсантов по заложной и по новой моделям. Было проведено поэтапное внедрение алгоритма реализации интерактивного обучения и методики осуществления оценки результатов такого внедрения в педагогическую практику. Осуществлена проверка эффективности разработанного алгоритма.

Ключевыми способами проверки были качественный и количественный анализ и теоретико-методическая интерпретация результатов успеваемости и качества освоения дисциплин, в рамках которых реализовывались интерактивные занятия.

Как результат ключевыми методами исследования стали теоретический и математико-статистический анализ.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Как показывает теоретический анализ, в современной литературе прослеживается ряд тенденций, направленных на изучение факторов влияния на формирование компетентности у студентов военных вузов. Так, можно выделить ряд направлений, которым посвящены обзоры и тематические разработки:

первый вопрос, который ставят исследователи в качестве определяющего уровень профессионализма, – это самоопределение

курсантов, их осознанный выбор военной профессии и наличие профессиональных качеств с момента выбора специальности и до реализации непосредственной практической деятельности [1, с. 96–103];

далее поднимаются вопросы педагогической модели обучения и подходов к подготовке выпускников, так как многое в уровне профессионализма военнослужащих зависит именно от моделей формирования необходимых качеств [1, 2];

следующий вопрос можно охарактеризовать как подход к определению критериев по оценке уровня компетентности и возможностей учебных заведений повышать профессионализм своих выпускников [3, 4, 5];

и, безусловно, авторы задаются проблемой качества проводимых оценочных работ, так как за последние годы требования к выпускникам повышаются, в то время как вузы продолжают работать по старым схемам и не стремятся к кардинальным преобразованиям [6, 7].

Все эти темы только подтверждают важность преобразований, внедрение которых изучалось в ходе работы с курсантами военного учебного центра ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». На первом этапе был проведен опрос работников университета с целью выявления частоты применения и значимости интерактивных методов подготовки в их преподавательской деятельности (рисунок).

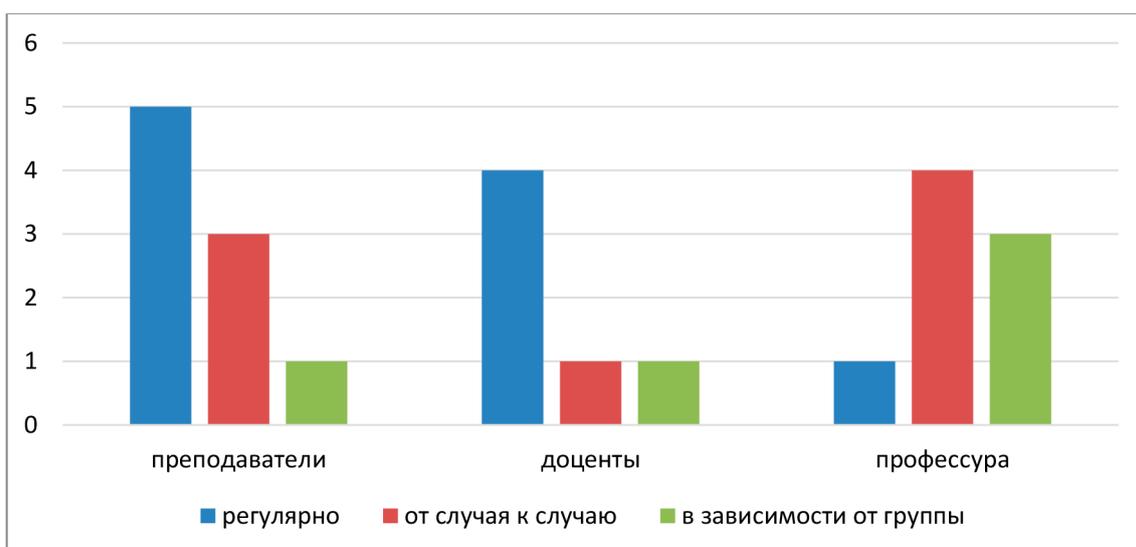
На рисунке 1 представлены результаты проведенного опроса 23 педагогических работников, в число которых вошли: молодые преподаватели, кандидаты наук (доценты), профессора.

Как показал опрос, именно молодые и заинтересованные в новых методах и приемах работы педагоги используют интерактивные методы на своих занятиях. В число подобных методик вошли как семинарские занятия, так и практикумы, которые были преобразованы по личной инициативе педагогов. Кандидаты наук, как правило, если и применяют интерактивные методы, то понимают под этим термином использование презентаций, работу с наглядными пособиями и прочие стандартные формы работы, которые вносят разнообразие в лекции и опросы. Но даже такой подход реализуется редко и связан с наличием материально-технических возможностей аудитории. Профессора могут применять инновации на занятиях, но делают это только по своему желанию, связывая это с уровнем способностей группы.

Следовательно, можно говорить о том, что педагогический состав консервативен в своих приемах работы и методах подготовки курсантов и, возможно, нуждается в наглядном примере эффективности интерактивных методов подготовки.

Далее работа проводилась при участии 185 курсантов третьего курса двух военно-учетных специальностей (ВУС-461200, ВУС-416300) и 15 преподавателей названного центра.

Для осуществления сравнительного обоснования полученных в дальнейшем результатов эксперимента мы разделили всех курсантов на две экспериментальные (ЭГ1 – 44 человек, ЭГ2 – 45 человек) и две контрольные группы (КГ1 – 48 человек, КГ2 – 48 человек).



Частота применения интерактивных методов

Для определения степени удовлетворенности профессиональной подготовкой и мотивов профессиональной деятельности курсантов военного учебного центра вуза, а также уровня их личностного развития была использована методика вычисления индекса удовлетворенности, предложенная В.Я. Ядовым. При обработке полученных в результате анкетирования ответов респондентов использовали специальную формулу, посредством которой осуществляли вычисление индекса удовлетворенностью профессиональной подготовкой. Этот индекс мог варьировать в пределах от  $-1,0$  до  $+1,0$ . Все полученные значения индекса, приближенные к  $-1,0$ , демонстрируют значительную степень неудовлетворенности, соответственно, значения, приближенные к индексу  $+1,0$ , свидетельствуют об удовлетворенности профессиональной подготовкой.

Далее было проведено сопоставление данных. Информация, полученная при анализе работы с курсантами из экспериментальных групп (ЭГ), показала результаты, которые значительно и качественно отличались от тех, которые были получены при обработке данных контрольных групп (КГ), что прослеживалось по уровню развития профессиональных качеств, а также целевым, деятельным и личностным критериям (табл. 1).

Посредством системы Пирсона (на независимых выборках) был проведен расчет коэффициента корреляции в программе SPSSStatistics 12.0.

Согласно результатам, полученным в ходе проведения формирующего этапа педагогического эксперимента, мы обнаружили положительную и активно прогрессирующую динамику роста всех рассматриваемых нами критериев (целевого, деятельного, личностного, результативного)

в экспериментальных группах курсантов двух ВУС.

Как показано в таблице 1, контрольные замеры указывают на результативность применения интерактивных методов в подготовке профессионалов.

Последующая работа также указывает на то, что профессиональная компетентность курсантов возрастала с каждым годом, о чем свидетельствуют итоговые проверки.

Такие методики, как:

– «Уровень коммуникабельности студентов», модифицированная анкета Ю.Ю. Андреева;

– «Мотивы выбора профессии» Э.Ф. Зеера;

– анкета «Выявление уровня коммуникативной культуры студентов», модифицированная анкета В.С. Чернявской;

– а также тесты В.А. Ядова на профнаправленность,

позволили выявить положительную динамику по всем заданным критериям и подтвердить разницу темпов развития профессионализма, общей компетентности и мотивированности курсантов военного учебного центра вуза, что выявлялось на основе сравнительно-сопоставительного анализа результатов, полученных на контрольном этапе педагогического эксперимента в экспериментальной и контрольной группах.

Результаты проведенной работы наглядно демонстрируют положительный эффект внедрения разработанной модели, основанной на использовании интерактивного обучения, что подтверждается положительной динамикой, которая прослеживалась в показателях успеваемости и посещаемости курсантов. Результаты работы могут отражать такие показатели, как мотивация курсантов, их профориентация, а также личная позиция, которая определяется такими качествами, как патриотизм и исполнительность (табл. 2).

Таблица 1

Результаты расчетов коэффициента корреляции показателей курсантов из ЭГ и КГ

Критерии	Целевой (баллы)				Деятельностный (баллы)				Личностный (баллы)			
	КГ		ЭГ		КГ		ЭГ		КГ		ЭГ	
Военные учетные специальности	461200	461300	461200	461300	461200	461300	461200	461300	461200	461300	461200	461300
КЗ	3,18	3,15	3,45	3,47	3,41	3,55	3,74	3,78	3,45	3,47	3,69	3,71
	3,17		3,46		3,48		3,76		3,46		3,70	

Примечание: \*КЗ – контрольный замер

Таблица 2

Итоговая таблица результатов исследования эффективности предлагаемой модели

Критерии	Целевой (баллы)				Деятельностный (баллы)				Личностный (баллы)			
	КГ		ЭГ		КГ		ЭГ		КГ		ЭГ	
Военные учетные специальности	461200	461300	461200	461300	461200	461300	461200	461300	461200	461300	461200	461300
Контрольный замер	3,12	3,0	3,15	3,11	3,36	3,44	3,4	3,52	3,4	3,41	3,42	3,41
	3,06		3,13		3,4		3,46		3,41		3,42	
Первый промежуточный замер	3,14	3,11	3,26	3,28	3,37	3,51	3,61	3,68	3,42	3,44	3,59	3,58
	3,13		3,27		3,44		3,65		3,43		3,59	
Второй промежуточный замер	3,16	3,13	3,31	3,30	3,38	3,53	3,68	3,71	3,44	3,46	3,61	3,62
	3,15		3,31		3,46		3,70		3,45		3,62	
Итоговый замер	3,18	3,15	3,45	3,47	3,41	3,55	3,74	3,78	3,45	3,47	3,69	3,71
	3,17		3,46		3,48		3,76		3,46		3,70	

Показатели, представленные в таблице 2, демонстрируют разницу подготовки курсантов, что подчеркивает значимость выдвинутого предположения, что реализация интерактивных методов обучения является залогом успешного профессионального обучения.

Следовательно, влияние интерактивных методов обучения на подготовку курсантов, их мотивацию и профпригодность определяет уровень личностного, деятельного и целевого уровня подготовки.

### Заключение

Как показывают данные проведенного исследования, на сегодняшний день вузы, выпускающие военных специалистов, сталкиваются с проблемой соответствия уровня подготовки выпускников требованиям времени.

В данном исследовании в качестве ключевой модели обучения рассматриваются внедрение интерактивных методов в образовательный процесс и преобразование таким способом всей структурно-функциональной модели обучения путем перенаправления ее на максимально эффективную подготовку профессионалов.

На примере экспериментальных и контрольных групп показано, что за счет внедрения интерактивных методов решается важная задача – формирование мотивации и интереса обучающихся с позиций интеллектуально-исследовательского, организационно-проективного и лично-развиваю-

щего компонентов профессиональной компетентности. Положительную динамику отметили и преподаватели, которые приняли участие в эксперименте, что также говорит о возможности дальнейшего преобразования системы подготовки специалистов в военных вузах.

### Список литературы

1. Пасынкова М.А. Модель формирования военно-профессионального самоопределения учащихся в образовательной среде «школа – военное учреждение Высшего Образования» // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2021. № 1. С. 96-103.
2. Косолапова Л.А., Кузьяев И.З., Мунь Д.С., Новиков И.Н. Методологические основы педагогических исследований процесса подготовки военнослужащих // Вестник ПГГПУ. Серия: Психологические и педагогические науки. 2022. № 2. С. 123-131. DOI: 10.24412/2308-717X-2022-2-123-131.
3. Столяров А.Л. Многокритериальная оценка профессиональной компетентности выпускника военной вуза // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2019. № 2 (41). С. 99-107.
4. Алферьева-Термиско В.Б., Шубович В.Г., Арякина И.В. Критерии оценки качества информационно-образовательной среды вуза // Концепт. 2023. № 10. С. 185-207. DOI: 10.24412/2304-120X-2023-11103.
5. Чикина Т.Е., Крыгин С.В., Мионов Н.А. Основные подходы к оценке качества образования и способы их реализации // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75-4. С. 310-313.
6. Пушина Е.Г. Методика определения уровня знаний с использованием электронно-образовательной среды // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения. 2020. № 1(53). С. 227-231.
7. Шевченко О.К., Федяев К.С., Смирнова Т.С. Практические аспекты оценивания эффективности информационно образовательной среды вуза // Мир образования – образование в мире. 2021. № 3(83). С. 140145. DOI: 10.51944/2073-8536\_2021\_3\_140.

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 378.1

DOI 10.17513/snt.40077

**СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ  
В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ****Драндров Г.Л., Ван Мэн***Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, Чебоксары,  
e-mail: gerold49@mail.ru; WM 38385708@qq.com*

Смешанное обучение объединяет преимущества традиционного обучения «лицом к лицу» и онлайн-обучения. Физическая культура как учебная дисциплина существенно отличается доминированием в ее содержании физической активности, что определяет специфические особенности использования смешанной модели обучения в ее преподавании студентам вузов. Поэтому цель работы заключалась в определении качественного своеобразия применения смешанного обучения в физическом воспитании студентов. Для достижения этой цели были использованы материалы исследований, представленных в научных публикациях. Наиболее приемлемой для организации физического воспитания студентов выступает модель «перевернутый класс», предполагающая самостоятельную работу студентов по изучению нового учебного материала с использованием цифровых образовательных ресурсов. Усвоенные знания используются в последующем на учебных занятиях при решении задач практического освоения физических упражнений и развития двигательных способностей. Онлайн-обучение и традиционное обучение «лицом к лицу» обладают различными возможностями в отношении задач физического воспитания. При смешанном обучении преподаватель в режиме офлайн-обучения выполняет функции консультирования и координации процесса выполнения физических упражнений, в режиме онлайн-обучения – роль организатора самостоятельной работы. Реализация смешанного обучения в преподавании физической культуры предполагает информационно-коммуникативную компетентность преподавателя на уровне «уверенного пользователя», готовность студентов к самостоятельной работе с использованием цифровых образовательных ресурсов. Содержание образования в онлайн-режиме включает цифровые образовательные ресурсы, в офлайн-режиме – комплексы физических упражнений. Организация взаимодействия студентов и преподавателей на учебных занятиях осуществляется на основе физических упражнений в рамках традиционных форм с использованием методов слова, обеспечения наглядности, практического упражнения и проблемного обучения. Асинхронное взаимодействие студентов и преподавателя в режиме онлайн-обучения осуществляется в процессе самостоятельной работы, направляемой и контролируемой преподавателем и предполагающей использование информационно-коммуникативных технологий и рекомендуемых цифровых образовательных ресурсов. Применяются метод проектов, метод проблемного обучения.

**Ключевые слова:** смешанное обучение, онлайн-обучение, обучение «лицом к лицу», содержание, физическая культура, цель, средства, методы и формы организации

**BLENDED LEARNING IN PHYSICAL EDUCATION OF STUDENTS****Drandrov G.L., Wang Meng***Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev, Cheboksary,  
e-mail: gerold49@mail.ru; WM 38385708@qq.com*

Blended learning combines the benefits of traditional face-to-face learning and online learning. Physical culture as an academic discipline is significantly distinguished by the dominance of physical activity in its content, which determines the specific features of using a mixed learning model in its teaching to university students. Therefore, the purpose of the work was to determine the qualitative originality of the use of blended learning in physical education of students. To achieve this goal, research materials presented in scientific publications were used. The most acceptable model for the organization of physical education of students is the “inverted classroom” model, which assumes independent work of students to study new educational material using digital educational resources. The acquired knowledge is subsequently used in training sessions to solve problems of practical mastering of physical exercises and the development of motor abilities. Online learning and traditional face-to-face learning have different capabilities in relation to physical education tasks. In mixed learning, the teacher performs the functions of consulting and coordinating the process of performing physical exercises in offline learning, and in online learning – the role of an organizer of independent work. The implementation of blended learning in the teaching of physical education presupposes the information and communication competence of the teacher at the level of a “confident user”, the willingness of students to work independently using digital educational resources. The content of education in online mode includes digital educational resources, and in offline mode – complexes of physical exercises. The organization of interaction between students and teachers in the classroom is carried out on the basis of physical exercises within the framework of traditional forms using the methods of words, providing clarity, practical exercises and problem-based learning. Asynchronous interaction of students and teachers in online learning is carried out in the process of independent work, organized, directed and controlled by the teacher, and involving the use of information and communication technologies and recommended digital educational resources. The method of projects and the method of problem-based learning are used.

**Keywords:** blended learning, online learning, face-to-face learning, purpose, content, physical education, means, methods and forms of organization

Опубликованная в 1990-х годах в американском журнале «Training Magazine» статья о цифровом онлайн-обучении (электронном обучении) положила начало исследованиям его сущности и содержания, рассмотрению его дидактического потенциала и перспектив его использования в высшей школе [1]. По мере развития компьютерных информационных технологий стали разрабатываться и внедряться в системе образования элементы цифрового онлайн-обучения, проводятся научные исследования, направленные на теоретическое обоснование закономерностей и механизмов их эффективного применения в образовательном процессе студентов вузов [2-4].

Дистанционное обучение создает оптимальные организационно-педагогические условия для индивидуализации образовательного процесса, его организации в условиях пространственной удаленности студентов и преподавателя; позволяет «проводить гибкий выбор приемлемого для учащихся времени и темпа обучения; освоить большие объемы информации с помощью создаваемых личных кабинетов текстов, аудио- и видеоматериалов, вовлечения учащихся в учебный процесс в рамках определенных образовательных платформ, обеспечить доступ студентов к отечественным и зарубежным информационным ресурсам, их предварительную информационную подготовку; расширить виды совместной учебной деятельности; повысить качество обратной связи, облегчить мониторинг образовательного процесса и усилить учебную мотивацию; освободить от возможных антипатий, связанных с внешностью и поведением» [5].

Многие ожидали, что цифровое онлайн-обучение реформирует или полностью заменит традиционное обучение в школе и вузе. Однако накопленный к концу XX века педагогический опыт применения цифрового онлайн-обучения показал, что оно не является таким эффективным, как предполагалось. Г.Л. Драндров выделяет следующие его недостатки: «отсутствие непосредственно контакта субъектов образовательного процесса, что ограничивает возможности решения воспитательных задач, развития навыков живого общения, устной коммуникации, речевого развития; риски возникновения игровой зависимости, ухудшения зрения, воздействия электромагнитного излучения, развития цифрового слабоумия, снижения умственных и креативных способностей, способности воспринимать большие тексты» [5].

В сложившейся ситуации ученые и педагоги пришли к идее разработки и применения так называемой смешанной модели обучения, объединяющей преимущества

традиционного обучения «лицом к лицу» и онлайн-обучения. В рамках этой модели интегративно используются синхронные и асинхронные способы организации образовательного процесса, онлайн- и офлайн-методы, значительно расширяется доступный для обучающихся образовательный контент, представленный с использованием медиатехнологий, что существенно повышает его эффективность. Проводятся научные исследования, предметом которых выступают особенности применения смешанного обучения в преподавании отдельных учебных дисциплин [6-8].

Физическая культура как учебная дисциплина существенно отличается доминированием в ее содержании физической активности, что определяет качественное своеобразие использования при его преподавании смешанной модели обучения [9].

Поэтому цель исследования заключалась в рассмотрении особенностей использования смешанного обучения в физическом воспитании студентов. Для достижения этой цели последовательно решались две задачи:

1. Определить качественное своеобразие структурных компонентов системы смешанного обучения студентов дисциплине «Физическая культура»: цели, содержания, субъекта, объекта и результатов обучения.

2. Выявить особенности организации смешанного обучения студентов дисциплине «Физическая культура»: средств, методов и форм организации образовательного процесса.

#### **Материалы и методы исследования**

Для достижения этой цели использовались материалы современных научных исследований, анализа существующего педагогического опыта применения смешанного обучения в физическом воспитании студентов, рассмотрения смешанного обучения физической культуре как педагогической системы с характеристикой ее структурных (цель и задачи, содержание, обучающиеся, преподаватель, результат обучения) и функциональных (средства, методы, формы организации учебно-познавательной деятельности обучающихся) компонентов.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Цель физического воспитания студентов при переходе к смешанной модели обучения не изменяется, так же как и его задачи. Онлайн-обучение и традиционное обучение «лицом к лицу» обладают различными возможностями в отношении задач физического воспитания.

В зависимости от задач, решаемых каждой из этих форм организации обучения, применяются различные модели организации смешанного обучения. Для организации образовательного процесса по дисциплине «Физическая культура» наиболее приемлемой выступает модель «перевернутый класс» [10; 11]. Суть данной модели смешанного обучения состоит в предварительной, организуемой преподавателем самостоятельной учебно-познавательной деятельности по изучению нового учебного материала с использованием цифровых образовательных ресурсов. Усвоенные таким образом теоретические и методические знания используются на учебных занятиях для организации учебно-познавательной деятельности студентов по практическому освоению способов выполнения разучиваемых физических упражнений, применению средств и методов развития двигательных способностей [12; 13].

В частности, задачи формирования положительного эмоционально-ценностного отношения к занятиям физическими упражнениями, обучения знаниям, умениям и навыкам организации физкультурно-спортивной деятельности при онлайн-обучении решаются преимущественно через расширение знаний о физической культуре, как виде деятельности, о демонстрируемых с помощью медиатехнологий способах выполнения разучиваемых физических упражнений, представленных в цифровых образовательных ресурсах. Задача развития двигательных способностей решается через организацию самостоятельной работы по выполнению домашних заданий в виде физических упражнений с ориентацией на знания и видеоматериалы, содержащиеся в интернет-ресурсах, рекомендуемых преподавателем [14; 15].

Традиционное обучение обеспечивает решение задачи формирования интереса к физической культуре через переживаемое чувство удовлетворения от процесса и результатов выполнения физических упражнений, от непосредственного эмоционального насыщенного общения с остальными студентами и преподавателем, от атмосферы соперничества и сотрудничества при выполнении игровых и соревновательных упражнений. Если в рамках онлайн-обучения студенты овладевают логическим и зрительным образами ориентировочной основы разучиваемых двигательных действий в виде физических упражнений, то на учебных занятиях преимущественное внимание студентов и преподавателя уделяется их практическому освоению.

При смешанном обучении преподаватель в режиме офлайн-обучения выполняет функции консультирования и координации физкультурной деятельности, в режиме онлайн-обучения – роль организатора самостоятельной работы [16]. Его роль сводится к созданию цифровых онлайн-курсов в соответствии с программой физического воспитания студентов, к разработке цифровых обучающих онлайн-ресурсов (таких, как обучающие видео по спортивным технологиям, учебные материалы, домашние задания и т.д.) и к организации студентов для проведения онлайн-обучения.

Э.Г. Скибицкий подчеркивает, что «профессиональная компетентность педагога в процессе дистанционного обучения проявляется в умении: планировать, организовывать, контролировать продуктивную самостоятельную работу; мотивировать учащихся к различным видам самостоятельной учебной деятельности с использованием средств ИКТ; моделировать предметное содержание в мультимедийной, интерактивной форме» [17, с. 8].

Применение смешанного обучения в преподавании физической культуры предполагает его информационно-коммуникативную компетентность на уровне «уверенного пользователя» (ИКТ): как способность использовать ИКТ для доступа к информации, для ее поиска, организации, обработки, оценки, а также для продуцирования и передачи/распространения.

Часть студентов обладает низким уровнем готовности к самостоятельной работе при отсутствии внешнего принуждения, что требует организации специальной работы по ее формированию. Это требует от преподавателя знаний, умений и навыков владения способами повышения учебно-познавательной активности, развития учебной мотивации, оперативной обратной связи со студентами. Важными условиями успешного применения смешанного обучения выступают: готовность студентов к приобретению новых знаний с применением ИКТ; способность к самообучению, к самоорганизации; наличие учебной мотивации и ответственности за свое обучение [18].

Современных студентов отличает позитивное отношение к информационно-коммуникативным технологиям, к использованию виртуальных социальных сетей, стремление получать несколько потоков информации одновременно в интерактивном, игровом формате. Это обуславливает их внутреннюю личностную готовность к использованию ИКТ в образовательном процессе в формате смешанного обучения [19].

Содержание смешанного обучения студентов физической культуре включает две взаимосвязанные части: первая часть представляет собой содержание обучения в онлайн-режиме, а вторая часть – содержание традиционного обучения на учебном занятии. Учебный контент цифровых онлайн-курсов в основном включает в себя: общие ресурсы онлайн-обучения, ресурсы интерактивного обучения, индивидуальный учебный контент, моделирование среды обучения и т.д. Наряду с этим смешанное обучение предполагает дополнение содержания предметной области «физическая культура» знаниями, умениями и навыками владения информационно-коммуникативными технологиями [15].

Содержание обучения физической культуре в вузах Китая разбито на четыре содержательных модуля [20].

Первый содержательный модуль представлен на образовательной платформе. Он включает учебный план, рабочую учебную программу дисциплины, форматы обучения, направленность преподавания и т.д. Второй модуль контента включает цифровые образовательные ресурсы в виде текста, аудио- и видеоматериалов, содержащие учебный материал, ссылки на интернет-источники для ознакомления со специальными теоретическими и методическими знаниями по изучаемой дисциплине, справочные материалы. В третьем содержательном модуле представлены визуальные обучающие видеоролики для демонстрации способов выполнения разучиваемых физических упражнений, описания технологий обучения с рассмотрением средств и методов обучения. В обучающих видеороликах обычно выбираются один или два технических момента для демонстрации и объяснения. Продолжительность обучающего видео не должна превышать 10 минут, чтобы студенты могли использовать это время для проведения онлайн-обучения в любое время и в любом месте. Четвертый модуль контента – это онлайн-модуль автоматизированного контроля в виде банка вопросов и соответствующих их содержанию ответов. Функцией данного модуля является контроль качества усвоения изучаемого содержания с последующей коррекцией содержания и процесса учебно-познавательной деятельности студентов в режиме онлайн-обучения.

Содержанием офлайн-обучения выступают комплексы физических упражнений, направленные на овладение способами выполнения разучиваемых двигательных действий и развитие двигательных способностей.

Используемые при смешанном обучении два качественно различающихся способа организации взаимодействия студентов и непосредственное синхронное взаимодействие «лицом к лицу» и асинхронное взаимодействие в формате онлайн-обучения создают оптимальные педагогические условия для применения объяснительно-иллюстративного и развивающего типа обучения и адекватных им форм, методов и средств организации обучения предмету «Физическая культура» [11; 13].

Смешанное обучение как форма интеграции традиционных форм обучения и инновационных дистанционных форм организации образовательного процесса. Включает два качественно различающихся способа организации взаимодействия студентов с преподавателем и между собой: непосредственное синхронное взаимодействие на уроке «лицом к лицу»; асинхронное взаимодействие в формате онлайн-обучения во внеурочное время. Эти способы применяются во взаимосвязи друг с другом, что проявляется в создании условий для наиболее полного использования дидактического потенциала каждого из них и в нивелировании присущих им недостатков [13].

Организация взаимодействия студентов и преподавателей на учебных занятиях по физической культуре осуществляется с использованием традиционных фронтальных, групповых и индивидуальных форм, применяемых в зависимости от задач, содержания и условий обучения. Фронтальные и групповые формы организации создают оптимальные условия для обучения двигательным действиям с применением словесного метода и методов обеспечения наглядности на основе мультимедийных технологий (видеофрагменты, картинки, схемы, таблицы, анимации). Приоритетное значение принадлежит репродуктивному методу практического упражнения: студенты учатся выполнять двигательные действия, ориентируясь на усвоенные в процессе самостоятельной работы знания их ориентировочной основы. Наряду с этим применяются игровой и соревновательный методы, создающие условия для творческого применения изучаемых двигательных действий. Учебный материал в виде хорошо знакомых студентам двигательных действий позволяет использовать методы и средства проблемного обучения: студенты самостоятельно распознают допускаемые ими двигательные ошибки, определяют причины их возникновения и способы их устранения.

Асинхронное взаимодействие студентов и преподавателя в режиме онлайн-обучения

осуществляется в процессе самостоятельной работы, организуемой, направляемой и контролируемой преподавателем и предполагающей использование информационно-коммуникативных технологий и рекомендуемых цифровых образовательных ресурсов [21; 22]. Применяются метод проектов, где в качестве проекта выступает ориентировочная основа определенного двигательного действия, метод проблемного обучения, при котором студенты выполняют задания по психолого-педагогическому анализу, сравнению, систематизации системы двигательных действий, составляющих содержание определенного вида спорта.

### Выводы

1. Развитие информационно-коммуникативных технологий создало предпосылки для разработки и внедрения в систему современного образования дистанционного обучения. Педагогическая практика выявила, что дистанционное обучение, наряду с преимуществами, обладает рядом непреодолимых в рамках данной формы недостатков. Это обусловило возникновение модели смешанного обучения, объединяющей преимущества традиционного обучения «лицом к лицу» и онлайн-обучения, что создает оптимальные педагогические условия повышения эффективности физического воспитания студентов.

Физическая культура как учебная дисциплина существенно отличается доминированием в ее содержании физической активности, что определяет качественное своеобразие использования при его преподавании смешанной модели обучения. Онлайн-обучение и традиционное обучение «лицом к лицу» обладает различными возможностями в отношении задач физического воспитания. Наиболее приемлемой выступает модель «перевернутый класс», предполагающая самостоятельную работу студентов по изучению нового учебного материала с использованием цифровых образовательных ресурсов. Усвоенные знания используются в последующем на учебных занятиях при решении задач практического освоения физических упражнений и развития двигательных способностей.

При смешанном обучении преподаватель в режиме офлайн-обучения выполняет функции консультирования и координации процесса выполнения физических упражнений, в режиме онлайн-обучения – роль организатора самостоятельной работы. Реализация смешанного обучения в преподавании физической культуры предполагает информационно-коммуникативную компетентность преподавателя на уровне «уве-

ренного пользователя», готовность студентов к самостоятельной работе с использованием цифровых образовательных ресурсов.

Содержание образования в онлайн-режиме включает цифровые образовательные ресурсы в виде текста, аудио- и видеоматериалов, обучающих видеороликов для ознакомления со знаниями по физической культуре, справочные материалы, содержание традиционного учебного занятия – комплексы физических упражнений, направленные на овладение способами выполнения разучиваемых двигательных действий и развитие двигательных способностей.

2. Организация синхронного взаимодействия студентов и преподавателей на учебных занятиях осуществляется в рамках традиционных фронтальных, групповых и индивидуальных форм с использованием словесных методов, методов обеспечения наглядности, метода практического упражнения и его вариантов – игрового и соревновательного методов. Учебный материал в виде хорошо знакомых студентам двигательных действий позволяет использовать методы и средства проблемного обучения.

Асинхронное взаимодействие студентов и преподавателя в режиме онлайн-обучения осуществляется в процессе самостоятельной работы, организуемой, направляемой и контролируемой преподавателем и предполагающей использование информационно-коммуникативных технологий и рекомендуемых цифровых образовательных ресурсов. Применяются метод проектов, метод проблемного обучения.

### Список литературы

1. Ван Гоуа, Юй Шу, Хуан Хуэйфан и др. Анализ текущего состояния отечественных исследований смешанного обучения // Дистанционное образование в Китае. 2015. № 2. С. 25-31. (на китайском языке).
2. Балыхин М.Г. Электронное обучение и его роль в образовании без границ // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Вопросы образования. Языки и специальность. 2008. № 4. С. 65–71.
3. Джанелли М. Электронное обучение в теории, практике и исследованиях // Вопросы образования. 2018. № 4. С. 81-98.
4. Максимов Д.Н., Абзалова С.В. Применение информационных ресурсов на дистанционных занятиях по физической культуре // Вопросы педагогики. 2021. № 1–2. С. 167-170.
5. Драндров Г.Л., Драндров Д.А. Плюсы и минусы дистанционного обучения // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 3. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31756> (дата обращения: 04.04.2024). DOI 10.17513/spno.31756.
6. Абрамова Я.К. Смешанное обучение как инновационная образовательная технология // Перспективы развития информационных технологий. 2014. № 17. С. 115-119.
7. Андреева Н.В. Особенности организации смешанного обучения в школе // Электронное обучение в непрерывном образовании. 2015. № 1-1. С. 425-429.

8. Васильева Ю.С., Родионова Е.В., Чичерин Н.В. Смешанное обучение: модели и реальные практики // Открытое и дистанционное образование. 2019. № 1 (73). С. 22-31.
9. Голикова Е.М. Перспективные направления и практические решения в методике преподавания предмета «Физическая культура» на основе модели смешанного обучения // Шаг в науку. 2021. № 4. С. 5–10.
10. Рыбачук Н.А. Эффективность онлайн-обучения по дисциплине «Физическая культура и спорт» // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2020. Т. 5, № 3. С. 7-13.
11. Панкратович Т.М., Акимова Л.А. Возможность и целесообразность использования модели смешанного обучения «перевернутый класс» в практике физкультурного образования // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2021. № 6 (37). С. 103-107.
12. Логинова А.В. Смешанное обучение: преимущества, ограничения и опасения // Молодой учёный. 2015. № 7. URL: <http://www.moluch.ru/archive/87/16877/> (дата обращения: 15.04.2024).
13. Розенфельд А.С. Физическая культура в вузе: модели смешанного обучения // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2023. № 1 (215). С. 428-432.
14. Шутова Т.Н. Информатизация и цифровизация образовательного процесса по физической культуре // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2020. № 3 (181). С. 501-505.
15. Петров П.К. Цифровые информационные технологии как новый этап в развитии физкультурного образования и сферы физической культуры и спорта // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29916> (дата обращения: 12.04.2024). DOI: 10.17513/spno.29916
16. Романова Е.А., Кузнецов В.А., Тореева Т.А. Подготовка педагогических кадров в условиях информатизации образования // Вестник Московского университета. 2018. № 3. С. 78-84.
17. Скибицкий Э.Г., Фадейкина Н.В. Профессионализм педагога – непереносимое условие повышения качества дистанционного обучения // Развитие инновационных технологий обучения в научной школе доктора педагогических наук профессора Э.Г. Скибицкого: Межвуз. сб. науч. тр. Новосибирск: Сибирский институт финансов и банковского дела, 2006. С. 6-12.
18. Дорожкин Е.М. Психолого-педагогические проблемы использования электронного обучения // Научный диалог. 2016. № 5 (53). С. 199-213.
19. Султанов К.В., Воскресенский А.А. Особенности и проблемы поколения Y в образовательном пространстве современной России // Общество. Среда. Развитие. 2015. № 3 (36). С. 150-154.
20. Го Сяошань, Лю Цзинин. Разработка и применение гибридной модели бакалавриата в колледжах и университетах на основе обучающей платформы // Исследование высшего образования Чунцина. 2015. № 4. С. 36-43 (на китайском языке).
21. Голикова Е.М. Перспективные направления и практические решения в методике преподавания предмета «Физическая культура» на основе модели смешанного обучения // Шаг в науку. Секция: Науки об образовании. 2021. № 4. С. 5–10.
22. Манучарян М.С. К вопросу о смешанном обучении на занятиях по физической культуре и спорту в вузе // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 7-2 (70). С. 58-61.