

ISSN: 1991-3494 (Print)
ISSN: 2518-1467 (Online)

**SCIENTIFIC JOURNAL OF
PEDAGOGY AND ECONOMICS**

**№5
2025**



ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)



SCIENTIFIC JOURNAL OF PEDAGOGY AND ECONOMICS

PUBLISHED SINCE 1944

5 (417)

September – October 2025

ALMATY, 2025

EDITOR-IN-CHIEF:

ABYLKASSIMOVA Alma Yesimbekovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Center for the Development of Pedagogical Education, Head of the Department of Methods of Teaching Mathematics, Physics and Computer Science at Abai KazNPU (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191275199>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2076124>.

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

SEMBIEVA Lyazzat Myktybekovna, Doctor of Economics, Professor of the Eurasian National University (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194226348>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/38875302>.

EDITORIAL BOARD:

RICHELLE Marynowski, PhD in Education, Professor, Faculty of Education, University of Lethbridge, (Alberta, Canada), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57070452800>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/16130920>.

SHISHOV Sergey Evgenievich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Pedagogy and Psychology of Professional Education, Moscow State University of Technology and Management named after K. Razumovsky (Moscow, Russia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191518233>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2443966>.

ABILDINA Saltanat Kuatovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Pedagogy, Karaganda University named after E.A. Buketov (Karaganda, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56128026400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/4131549>.

RYZHAKOV Mikhail Viktorovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Education, Editor-in-Chief of the journal “Standards and Monitoring in Education” (Moscow, Russia), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602245542>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13675462>.

BULATBAEVA Kulzhanat Nurymzhanovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Chief Researcher of the National Academy of Education named after Y. Altynsarin (Astana, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202195074>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/40173122>.

PETR Hájek, PhD, Unicorn University, Associate Professor, Department of Finance, (Czech Republic), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35726855800>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/672404>.

JUMAN Jappar, Doctor of Economics, Professor, Honorary Academician of NAS RK, Honored Worker of Kazakhstan, Director of the Center for International Applied Research Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59238481900>; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56658765400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/60977874>.

LUKYANENKO Irina Grigorievna, Doctor of Economics, Professor, Head of Department of the National University of Kyiv-Mohyla Academy (Kyiv, Ukraine), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189348551>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/939510>.

YESIMZHANOVA Saira Rafihevna, Doctor of Economics, Professor of the University of International Business (Almaty, Kazakhstan), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56499485500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/45951098>.

Scientific Journal of Pedagogy and Economics

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print).

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Communications of the Republic of Kazakhstan **No. 3620-Ж**, issued on 05.06.2025

Thematic focus: *«publication of the results of new achievements in the field of fundamental sciences»*

Periodicity: 6 times a year.

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/en/>

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2025



БАС РЕДАКТОР:

ӘБІЛҚАСЫМОВА Алма Есімбекқызы, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Педагогикалық білім беруді дамыту орталығының директоры, Абай атындағы ҚазҰПУ математика, физика және информатиканы оқыту әдістемесі кафедрасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191275199>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2076124>.

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

СЕМБИЕВА Ләззат Мықтыбекқызы, экономика ғылымдарының докторы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің профессоры (Астана, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194226348>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/38875302>.

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

РИШЕЛЬ Мариновски, білім беру саласындағы PhD, Летбридж университеті педагогика факультетінің профессоры, (Альберта, Канада), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57070452800>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/16130920>.

ШИШОВ Сергей Евгеньевич, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, К.Разумовский атындағы Мәскеу мемлекеттік технологиялар және басқару университетінің кәсіби білім беру педагогикасы және психологиясы кафедрасының меңгерушісі (Мәскеу, Ресей), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191518233>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2443966>.

ӘБІЛДИНА Салтанат Қуатқызы, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің педагогика кафедрасының меңгерушісі (Қарағанды, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56128026400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/4131549>.

РЫЖАКОВ Михаил Викторович, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Ресей білім академиясының академигі, «Білім берудегі стандарттар мен мониторинг» журналының бас редакторы (Мәскеу, Ресей), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602245542>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13675462>.

БОЛАТБАЕВА Күлжанат Нұрымжанқызы, педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясының бас ғылыми қызметкері (Астана, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202195074>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/40173122>.

ПЕТР Хайек, PhD, Юникорн университеті, Қаржы департаментінің қауымдастырылған профессоры (Чех Республикасы), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35726855800>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/672404>.

ЖҰМАН Жаппар, экономика ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстанның Еңбек сіңірген қайраткері, ҚР ҰҒА құрметті академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Халықаралық қолданбалы зерттеулер орталығының директоры (Алматы, Қазақстан). <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59238481900>; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56658765400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/60977874>.

ЛУКЪЯНЕНКО Ирина Григорьевна, экономика ғылымдарының докторы, профессор, «Киево-Могилянская академия» ұлттық университеті кафедрасының меңгерушісі (Киев, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189348551>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/939510>.

ЕСІМЖАНОВА Сайра Рафихқызы, экономика ғылымдарының докторы, Халықаралық бизнес университетінің профессоры (Алматы, Қазақстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56499485500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/45951098>.

Scientific Journal of Pedagogy and Economics

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print).

Меншіктенуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінің Ақпарат комитетінде 05.06.2025 ж. берілген № 3620-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Такырыптық бағыты: *«іргелі ғылым салалары бойынша жаңа жетістіктердің нәтижелерін жариялау»*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/en/>

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

АБЫЛКАСЫМОВА Алма Есимбековна, доктор педагогических наук, профессор, академик НАН РК, директор Центра развития педагогического образования, заведующая кафедрой методики преподавания математики, физики и информатики КазНПУ им. Абая (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191275199>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2076124>.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

СЕМБИЕВА Ляззат Мыктыбековна, доктор экономических наук, профессор Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194226348>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/38875302>.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РИШЕЛЬ Мариновски, PhD в области образования, профессор факультета педагогики Летбриджского университета, (Альберта, Канада), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57070452800>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/16130920>.

ШИШОВ Сергей Евгеньевич, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой педагогики и психологии профессионального образования Московского государственного университета технологий и управления имени К. Разумовского (Москва, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191518233>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2443966>.

АБИЛЬДИНА Салтанат Куатовна, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой педагогики Карагандинского университета имени Е.А. Букетова (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56128026400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/4131549>.

РЫЖАКОВ Михаил Викторович, доктор педагогических наук, профессор, академик Российской академии образования, главный редактор журнала «Стандарты и мониторинг в образовании» (Москва, Россия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602245542>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/13675462>.

БУЛАТБАЕВА Кулжанат Нурымжановна, доктор педагогических наук, профессор, главный научный сотрудник Национальной академии образования имени Ы. Алтынсарина (Астана, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57202195074>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/40173122>.

ПЕТР Хайек, PhD, университет Юникорн, ассоциированный профессор Департамента финансов, (Чешская Республика), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35726855800>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/672404>.

ЖУМАН Жаппар, доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель Казахстана, почетный академик НАН РК, директор Центра Международных прикладных исследований Казахского национального университета им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59238481900>; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56658765400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/60977874>.

ЛУКЬЯНЕНКО Ирина Григорьевна, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой Национального университета «Киево-Могилянская академия» (Киев, Украина), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189348551>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/939510>.

ЕСИМЖАНОВА Сайра Рафихевна, доктор экономических наук, профессор Университета международного бизнеса (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56499485500>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/45951098>.

Scientific Journal of Pedagogy and Economics

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print).

Собственник: ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и коммуникаций и Республики Казахстан № 3620-Ж, выданное 05.06.2025 г.

Тематическая направленность: *«публикация результатов новых достижений в области фундаментальных наук».*

Периодичность: 6 раз в год.

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/en/>

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2025



CONTENTS

PEDAGOGY

U.A. Abitayeva, A.Kh. Sarybayeva

Determining the level of knowledge of future physics teachers in quantum optics.....15

B.K. Assylbekova, G.S. Zhaksybayeva, G.H. Kereybayeva

Preparedness of future biology teachers to develop environmental competence in students.....29

A. Bizhkenova, A. Bekbayeva

Historical foundations and stages of formation of foreign language education in Kazakhstan.....45

T. Igenbay, G. Baltabaeva, A. Shormakova

Development of students' analytical skills through linguistic analysis of literary prose texts.....59

R.K. Izmagambetova, M.N. Ospanbekova, N.S. Kozhamkulova

Formation of financial literacy of primary school students based on artificial intelligence.....75

M.S. Issayev, T.A. Apendiyev, L.S. Dinashева

Effectiveness of using digital and interactive maps in teaching history.....89

Zh. Isabekova, E. Seysenbieva, Y. Abdimomynov

Innovative approaches to teaching narrative techniques in literature classes: enhancing literary competence through active learning.....104

O. Kisseleva, Y. Savelyeva, I. Dadaeva

Analysis of the impact of artificial intelligence and game methods on the effectiveness of the educational process in higher education.....119

A. Kopbossyn, A. Orynbekeva, N. Serikbayeva

STEM technology in interdisciplinary natural science teaching.....133

G. Koshanova, Zh. Aimeshov

Methods of using virtual laboratories in robotics training.....146

M.M. Mataev, B.T. Mukatay, M.R. Abdraimova

Training of chemistry teachers: evaluation of the curricula of Kazakhstan and Turkey.....164

R. Myrzayev, A. Seitmuratov, A. Abuova

Mathematical training of IT bachelors in the Lupic project.....183

N.K. Mukazhanov, S.N. Zhiyenbayeva, B.A. Akzhigitov

Pedagogical technology for organizing adaptation of physical education students to educational activities.....198

Z. Mukhambetaliyeva, A. Uzakova, H. Fujii

Improving professional competencies in chemistry teaching.....209

N.B. Nabi, R.S. Rakhmetova

Pedagogical aspects of organizing the speaking process based on the 4c model: a comparative study among 10th–11th grade students.....226

G.A. Nazarova, A.Zh. Sharipova

Using case technologies and project-based learning in teaching sustainable development.....242

R. Orazalieva

The essence of the development of the ethno-artistic potential of students of creative specialties of the university.....260

M. Ryskulov, Zh. Dauletbekova, G. Klychniyazova

Developing students' oratorical speech through phraseological units.....273

Y. Tuyakov, A. Duisebayeva, Z. Razak

Training of future mathematics teachers in the digital educational environment...291

N.Kh. Shadiyeva

The impact of artificial intelligence on language learning.....307

ECONOMICS

N. Abdildinova, P. Beisekova, M. Sauranova

Infoanalytics in food security of Kazakhstan.....324

G.E. Amalbekova, A.N. Narenova, A.R. Tanatova

Agritourism - a factor of economic diversification and sustainable rural development in Kazakhstan.....339

G. Balgimbekova, M.E. Abdrakhim, A. Lambekova

AI applications in public administration for elderly participation monitoring.....355

A.B. Bekmukhametova, J. Juman*, A.M. Myrzakhmetova Formation and impact of credit derivatives on the stability of financial markets...	369
A. Zhumabekov, Zh. Osmanov, A. Zubecs State programs for lending and subsidizing entrepreneurship (based on the example of the “damu” fund).....	355
G. Issayeva, E. Zhussipova, G. Pazilov Mechanisms of environmental taxation for sustainable development in Kazakhstan.....	406
A. Koppayeva, M.R. Sikhimbayev, D.R. Sikhimbayeva Sources and features of investment risks in subsoil use.....	420
A.T. Kokenova, E.T. Askarova, G.K. Nietalina Integration of ESG principles into the tax system of Kazakhstan: from declarations to instruments.....	433
R.N. Kuatbekova, A.B. Mukhamedkhanova, A.A. Alzhanova Scenario modeling of the sustainability of meat processing enterprises in the context of global logistical and commodity crises.....	450
M.Zh. Makhambetov, A. Mambetova, A.A. Mussayeva Foresight forecasting of the agricultural industry in the Kostanay region of Kazakhstan.....	479
Zh. Nurlybek, A. Tynyshbaeva Political corruption as a channel of external influence: risks to sovereignty.....	479
L. Popp, A. Saulembekova, T. Kudaibergenov Financial management and risk management strategies in the fuel and energy complex under innovative development.....	513
S.B. Spatayeva, A.B. Alibekova, A.O. Zhupysheva Foreign experience in organizing an audit of the effectiveness of the use of budget funds aimed at the development of agriculture.....	531
A.O. Syzdykova, R.M. Tazhibayeva, A.T. Abubakirova Regulatory and taxation issues for non-fungible tokens.....	549
E. Temirbekova, A. Abdimomynova, M. Kushenova Demographic changes: international experience and impact on public services.....	564

МАЗМҰНЫ

ПЕДАГОГИКА

Ұ.Ә. Әбітаева, Ә.Х. Сарыбаева

Болашақ физика мұғалімдерінің кванттық оптика бойынша білім деңгейін анықтау.....15

Б.Қ. Асылбекова, Г.С. Жақсыбаева, Г.Х. Керейбаева

Болашақ биология мұғалімдерінің оқушылардың экологиялық құзыреттілігін дамытуға дайындығы.....29

А. Бижкенова, А. Бекбаева

Қазақстандағы шетел тілдерін оқытудың тарихи алғышарттары мен қалыптасу кезеңдері.....45

Т. Игенбай, Г. Балтабаева, А. Шормақова

Студенттердің аналитикалық дағдыларын көркем проза мәтінін лингвистикалық талдау арқылы дамыту.....59

Р.К. Измагамбетова, М.Н. Оспанбекова, Н.С. Кожамкулова

Бастауыш сынып оқушыларының қаржылық сауаттылығын жасанды интеллект негізінде қалыптастыру.....75

М.С. Исаев, Т.А. Апендиев, Л.С. Динашева

Тарихты оқытуда цифрлық және интерактивті карталарды пайдаланудың тиімділігін талдау.....89

Ж. Исабекова, Е. Сейсенбиева, Е. Абдимомынов

Әдебиет сабақтарында баяндау тәсілдерін оқытудың инновациялық әдістері: белсенді оқыту арқылы әдеби құзыреттілікті арттыру.....104

О. Киселева, Е. Савельева, И. Дадаева

Жасанды интеллект пен ойын әдістерінің жоғары білім берудегі оқу процесінің тиімділігіне әсерін талдау.....119

А. Копбосын, А. Орынбекова, Н. Серикбаева

STEM технологиясын жаратылыстану пәндерін пәнаралық оқытуда қолдану.....133

Г. Кошанова, Ж. Аймешов

Робототехниканы оқытуда виртуалды зертханаларды қолдану әдістері.....146

М.М. Матаев, Б.Т. Мұқатай, М.Р. Абдраймова

Химия мұғалімдерін даярлау: Қазақстан мен Түркияның оқу жоспарларын бағалау.....164

Р. Мырзаев, А. Сейтмуратов, А. Абуова

Лүріс жобасында It бағыттағы бакалаврларды математикалық даярлау.....183

Н.К. Мукажанов, С.Н. Жиенбаева, Б.А. Акжигитов

Дене шынықтыру факультеті студенттерінің білім беру қызметіне бейімделуін ұйымдастырудың педагогикалық технологиясы.....198

З. Мұхамбетәлиева, А. Узакова, Х. Фуджи

Химия білімінде тұрақты дамуға бағытталған кәсіби құзыреттілікті дамыту.....209

Н.Б. Нәби, Р.С. Рахметова

4К моделінің негізінде айтылым үдерісін ұйымдастырудың педагогикалық аспектілері: 10–11 сыныптар арасындағы салыстырмалы зерттеу.....226

Г.А. Назарова, А.Ж. Шарипова

Тұрақты дамуды оқытуда кейс-технологиялар мен жобалық - бағдарланған оқытуды қолдану.....242

Р. Оразалиева

ЖОО шығармашылық мамандықтары студенттерінің этнокөркемдік әлеуетін дамытудың мәні.....260

М. Рыскулов, Ж. Даулетбекова, Г. Клычниязова

Фразеологизмдер арқылы оқушылардың шешендік сөйлеуін дамыту.....273

Е.А. Тұяқов, А.Б. Дүйсебаева, Ж.Н. Разак

Цифрлық білім беру ортасында болашақ математика мұғалімдерін даярлау.....291

Н.Х. Шадиева

Жасанды интеллекттің тілді оқытуға әсері.....307

ЭКОНОМИКА

Н. Абдильдинова, П. Бейсекова, М. Сауранова

Қазақстанның азық-түлік қауіпсіздігіндегі инфоаналитика.....324

Г.Е. Амалбекова, А.Н. Наренова, А.Р. Танатова

Агротуризм - Қазақстандағы ауылдық аумақтарды тұрақты дамыту мен экономиканы әртараптандырудың факторы ретінде.....339

Г. Балгимбекова, М. Абдрахим, А. Ламбекова

Егде жастағы адамдардың қатысуын бақылау үшін мемлекеттік басқаруда жасанды интеллектті қолдану.....355

А.Б. Бекмұхаметова, Ж. Жұман, А.М. Мырзахметова Қаржы нарықтарының тұрақтылығына несиелік туынды құралдардың қалыптасуы мен әсері.....	369
А. Жұмабеков, Ж. Османов, А. Зубец Кәсіпкерлікті несиелеу және субсидиялау бойынша мемлекеттік бағдарламалар («даму» қорының мысалында).....	389
Г.К. Исаева, Э.Е. Жусипова, Г.А. Пазилов Қазақстанның орнықты дамуы үшін экологиялық салық салу тетіктері.....	406
А.Ш. Коппаева, М.Р. Сихимбаев, Д.Р. Сихимбаева Жер қойнауын пайдаланудағы инвестициялық тәуекелдердің көздері мен ерекшеліктері.....	420
А.Т. Көкенова, Э.Т. Аскарова, Г.К. Ниеталина Қазақстанның салық жүйесіне ESG принциптерін интеграциялау: декларациядан құралдарға дейін.....	433
Р.Н. Қуатбекова, А.Б. Мухамедханова, А.А. Альжанова Жаһандық логистикалық және шикізаттық дағдарыстар жағдайында ет өңдеу кәсіпорындарының тұрақтылығын сценарийлік модельдеу.....	450
М.Ж. Махамбетов, А. Мамбетова, А.А. Мусаева Қазақстанның Қостанай облысындағы ауыл шаруашылығы саласын форсайт болжау.....	479
Ж. Нурлыбек, А. Тынышбаева Саяси сыбайлас жемқорлық сыртқы ықпал ету арнасы ретінде: егемендікке төндіретін қаупі.....	512
Л. Попп, А. Саулембекова, Т. Құдайбергенов Инновациялық даму жағдайында отын-энергетикалық кешендегі қаржылық басқару және тәуекелдерді басқару стратегиялары.....	513
С.Б. Спатаева, А.Б. Алибекова, А.О. Жұпышева Ауыл шаруашылығын дамытуға бағытталған бюджет қаражатын пайдалану тиімділігінің аудитін ұйымдастыру: шетел тәжірибесі.....	531
А.О. Сыздықова, Р.М. Тажибаева, А.Т. Абубакирова Алмастырылмайтын токендар үшін құқықтық реттеу және салық салу мәселелері.....	549
Э.Т. Темирбекова, А.Ш. Абдимомынова, М.Ш. Кушенова Демографиялық өзгерістер: халықаралық тәжірибе және мемлекеттік қызметтерге әсері.....	564

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕДАГОГИКА

У.А. Абитаева, А.Х. Сарыбаева

Определение уровня знаний будущих учителей физики по квантовой оптике.....15

Б.К. Асылбекова, Г.С. Жаксыбаева, Г.Х. Керейбаева

Готовность будущих учителей биологии к формированию экологической компетентности у учащихся.....29

А. Бижкенова, А. Бекбаева

Исторические предпосылки и этапы формирования иноязычного образования в Казахстане.....45

Т. Игенбай, Г. Балтабаева, А. Шормакова

Развитие аналитических навыков студентов посредством лингвистического анализа текста художественной прозы.....59

Р.К. Измагамбетова, М.Н. Оспанбекова, Н.С. Кожамкулова

Формирование финансовой грамотности младших школьников на основе искусственного интеллекта.....75

М.С. Исаев, Т.А. Апендиев, Л.С. Динашева

Эффективность использования цифровых и интерактивных карт в обучении истории89

Ж. Исабекова, Е. Сейсенбиева, Е. Абдимомынов

Инновационные подходы к обучению нарративным приёмам на уроках литературы: повышение литературной компетенции через активное обучение.....104

О. Киселева, Е. Савельева, И. Дадаева

Анализ влияния искусственного интеллекта и игровых методов на эффективность учебного процесса в высшем образовании.....119

А. Копбосын, А. Орынбекова, Н. Серикбаева

STEM-технологии в междисциплинарном обучении естественным наукам.....133

Г. Кошанова, Ж. Аймешов

Методика использования виртуальных лабораторий в обучении робототехнике.....146

М.М. Матаев, Б.Т. Мукатай, М.Р. Абдраймова Подготовка учителей химии: оценка учебных планов Казахстана и Турции.....	164
Р. Мырзаев, А. Сейтмуратов, А. Абуова Математическая подготовка бакалавров It направлений в проекте Luri.....	183
Н.К. Мукажанов, С.Н. Жиенбаева, Б.А. Акжигитов Педагогическая технология организации адаптации студентов факультета физической культуры к образовательной деятельности.....	198
З. Мухамбеталиева, А. Узакова, Х. Фуджи Совершенствование профессиональных компетенций в обучении химии....	209
Н.Б. Наби, Р.С. Рахметова Педагогические аспекты организации процесса устной речи на основе модели 4К: сравнительное исследование среди учащихся 10–11 классов.....	226
Г.А. Назарова, А.Ж. Шарипова Использование кейс-технологий и проектно-ориентированного обучения в обучении устойчивому развитию.....	242
Р. Оразалиева Сущность развития этнохудожественного потенциала студентов творческих специальностей вуза.....	260
М. Рыскулов, Ж. Даулетбекова, Г. Клычниязова Развитие ораторской речи учащихся с помощью фразеологизмов.....	273
Е.А. Туяков, А.Б. Дуйсебаева, Ж.Н. Разак Подготовка будущих учителей математики в цифровой образовательной среде.....	291
Н.Х. Шадиева Влияние искусственного интеллекта на обучение языку.....	307

ЭКОНОМИКА

Н. Абдильдинова, П. Бейсекова, М. Сауранова Инфоаналитика в продовольственной безопасности Казахстана.....	324
Г.Е. Амалбекова, А.Н. Наренова, А.Р. Танатова Агротуризм как фактор диверсификации экономики и устойчивого развития сельских территорий в Казахстане.....	339

Г. Балгимбекова, М. Абдрахим, А. Ламбекова

Применение ИИ в государственном управлении для мониторинга участия пожилых людей.....355

А.Б. Бекмухаметова, Ж. Жуман, А.М. Мырзахметова

Формирование и влияние кредитных деривативов на стабильность функционирования финансовых рынков.....369

А. Жумабеков, Ж. Османов, А. Зубец

Государственные программы кредитования и субсидирования предпринимательства (на примере фонда «даму»).....389

Г.К. Исаева, Э.Е. Жусипова, Г.А. Пазиров

Механизмы экологического налогообложения для устойчивого развития Казахстана.....406

А.Ш. Коппаева, М.Р. Сихимбаев, Д.Р. Сихимбаева

Источники и особенности рисков инвестирования в объекты недропользования.....420

А.Т. Кокенова, Э.Т. Аскарлова, Г.К. Ниеталина

Интеграция принципов ESG в налоговую систему Казахстана: от деклараций к инструментам.....433

Р.Н. Куатбекова, А.Б. Мухамедханова, А.А. Альжанова

Сценарное моделирование устойчивости мясоперерабатывающих предприятий в условиях глобальных логистических и сырьевых кризисов.....458

М.Ж. Махамбетов, А. Мамбетова, А.А. Мусаева

Форсайт прогнозирование сельскохозяйственной отрасли Костанайской области Казахстана.....479

Ж. Нурлыбек, А. Тынышбаева

Политическая коррупция как канал внешнего влияния: риски для суверенитета.....512

Л. Попп, А. Саулембекова, Т. Кудайбергенов

Финансовое управление и стратегии управления рисками в топливно-энергетическом комплексе в условиях инновационного развития.....513

С.Б. Спатаева, А.Б. Алибекова, А.О. Жупышева

Зарубежный опыт организации аудита эффективности использования
бюджетных средств, направленных на развитие сельского
хозяйства.....531

А.О. Сыздыкова, Р.М. Тажибаева, А.Т. Абубакирова

Правовое регулирование и вопросы налогообложения невзаимозаменяемых
токенов.....549

Э.Т. Темирбекова, А.Ш. Абдимомынова, М.Ш. Кушенова

Демографические изменения: международный опыт и влияние
на государственные услуги.....564

ПЕДАГОГИКА – ПЕДАГОГИКА – PEDAGOGY

SCIENTIFIC JOURNAL OF PEDAGOGY AND ECONOMICS

ISSN 1991-3494

Volume 5. Number 417 (2025), 15–28

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1467.1020>

FTAMP 29.31.01

ӘӘЖ 535.14

© U.A. Abitayeva^{1*}, A.Kh. Sarybayeva², 2025.

¹Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;

²International Kazakh-Turkish University named after Hoxha Ahmet Yassawi,
Turkestan, Kazakhstan.

E-mail: ulbosyn_abitayeva@mail.ru

DETERMINING THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF FUTURE PHYSICS TEACHERS IN QUANTUM OPTICS

Abitayeva Ulbosyn Abdikapparovna — Master of Pedagogical Sciences. Doctoral student of Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan,

E-mail: ulbosyn_abitayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1398-9992>;

Sarybayeva Aliya Khozhankyzy — candidate of pedagogical sciences, acting associate professor of the Department of Physics and Mathematics of the International Kazakh-Turkish University named after Khoja Akhmet Yasawi, Turkistan, Kazakhstan,

E-mail: alya.sarybayeva@ayu.edu.kz. <https://orcid.org/0000-0001-6002-6243>.

Abstract. Quantum optics is one of the most rapidly developing and technologically significant fields of modern physics. Mastering this discipline not only enhances the scientific and theoretical preparation of future physics teachers but also develops their ability to explain complex physical concepts, model educational content, and foster students' scientific literacy. This article presents the results of a descriptive study aimed at determining the level of knowledge of future physics teachers in quantum optics. The purpose of the research is to evaluate the effectiveness of the learning process by analyzing students' understanding of quantum concepts, the degree of confidence in their responses, and the influence of gender differences on learning outcomes. The study was conducted at Korkyt Ata Kyzylorda University and involved 136 students enrolled in the physics education program. As an assessment tool, a diagnostic test consisting of 13 two-tier tasks with an integrated confidence-rating element was used. The results showed that students performed better on practice-oriented questions compared to theoretical ones. A statistically significant positive correlation was found between confidence levels and actual knowledge. Moreover, female students demonstrated higher

average achievement scores than male students, indicating the influence of gender on learning outcomes. The findings highlight the importance of strengthening the role of visualization, interactive and laboratory-based methods, as well as metacognitive assessment tools in teaching complex topics such as quantum optics. The results can serve as a theoretical and empirical foundation for improving educational programs, developing the professional competencies of future teachers, and designing subject-oriented pedagogical strategies.

Keywords: quantum optics, physics teacher education, knowledge assessment, confidence level, practical and theoretical knowledge, academic achievement

© Ұ.Ә. Әбітаева^{1*}, Ә.Х. Сарыбаева², 2025.

¹Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан;

²Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан, Қазақстан.

E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru

БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ КВАНТТЫҚ ОПТИКА БОЙЫНША БІЛІМ ДЕҢГЕЙІН АНЫҚТАУ

Әбітаева Ұлбосын Әбдіқаппарқызы — педагогика ғылымдарының магистрі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің докторанты, Қызылорда, Қазақстан,
E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1398-9992>;

Сарыбаева Әлия Хожанқызы — педагогика ғылымдарының кандидаты, Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің қауымдастырылған профессоры, Түркістан, Қазақстан,

E-mail: alya.sarybayeva@ayu.edu.kz. <https://orcid.org/0000-0001-6002-6243>.

Аннотация. Кванттық оптика – қазіргі физиканың қарқынды дамып келе жатқан және заманауи технологиялық инновациялармен тығыз байланысты маңызды салаларының бірі. Бұл бөлімді сапалы меңгеру болашақ физика мұғалімдерінің ғылыми-теориялық дайындығын арттырып қана қоймай, олардың күрделі физикалық ұғымдарды түсіндіру, оқу материалын модельдеу және оқушылардың ғылыми сауаттылығын дамыту қабілеттерін жетілдіреді. Осы мақалада болашақ физика мұғалімдерінің кванттық оптика бойынша білім деңгейін анықтауға бағытталған сипаттамалық зерттеу нәтижелері ұсынылады. Зерттеудің мақсаты – студенттердің теориялық және тәжірибелік мазмұндағы кванттық ұғымдарды меңгеру деңгейін, жауаптарындағы сенімділік дәрежесін және жыныстық айырмашылықтардың ықпалын талдау арқылы оқу процесінің тиімділігін бағалау. Зерттеу Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінде жүргізілді, оған физика білім беру бағдарламасы бойынша оқитын 136 студент қатысты. Бағалау құралы ретінде сенімділік деңгейін анықтау элементі енгізілген, екі деңгейлі мазмұндағы 13 тапсырмадан тұратын диагностикалық тест қолданылды. Нәтижелер студенттердің тәжірибелік сипаттағы сұрақтарды теориялық сұрақтарға қарағанда жақсы меңгеретінін көрсетті. Жауаптардағы сенімділік пен нақты білім арасында статистикалық тұрғыда маңызды оң

корреляция байқалды. Сонымен қатар, әйел студенттердің орташа жетістігі ер студенттерге қарағанда жоғары болды, бұл фактордың оқу нәтижелеріне ықпал ететінін айғақтайды. Зерттеу қорытындылары кванттық оптика сияқты күрделі тақырыптарды оқытуда визуализацияны, интерактивті және зертханалық әдістерді, сондай-ақ метатанымдық бағалау құралдарын тиімді пайдаланудың маңыздылығын көрсетеді. Алынған нәтижелер оқу бағдарламаларын жетілдіруде, болашақ мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін дамытуда және пәнге бағдарланған педагогикалық стратегияларды әзірлеуде теориялық әрі практикалық негіз бола алады.

Түйін сөздер: кванттық оптика, физика мұғалімдерін даярлау, білім деңгейін бағалау, сенімділік деңгейі, тәжірибелік және теориялық білім, оқу жетістігі

Алғыс. Зерттеу Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Басқарма төрағасы – ректор грантының аясында қаржыландырылды. Университет ректорына және зерттеуге қатысушыларға алғыс білдіріледі.

© *У.А. Абитаева¹, А.Х. Сарыбаева², 2025.

¹Қызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан;

²Международный казахско-турецкий университет имени Ходжа Ахмет Ясави, Туркистан, Казахстан.

E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗНАНИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ПО КВАНТОВОЙ ОПТИКЕ

Абитаева Улбосын Абдиқаппаровна — магистр педагогических наук, докторант Кызылординского университета имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан,
E-mail: ulbosyn_abitaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1398-9992>;

Сарыбаева Алия Хожановна — кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор кафедры физика и математики Международного казахско-турецкого университета имени Ходжа Ахмет Ясави, Туркистан, Казахстан,
E-mail: alya.sarybayeva@ayu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6002-6243>;

Аннотация. Квантовая оптика является одной из наиболее динамично развивающихся и технологически значимых областей современной физики. Качественное освоение данного раздела не только способствует повышению научно-теоретической подготовки будущих учителей физики, но и развивает их способность объяснять сложные физические понятия, моделировать учебный материал и формировать научную грамотность учащихся. В статье представлены результаты описательного исследования, направленного на определение уровня знаний будущих учителей физики по квантовой оптике. Цель исследования заключается в оценке эффективности учебного процесса посредством анализа уровня усвоения студентами теоретических и практических квантовых понятий, степени уверенности в ответах и влияния

гендерных различий на результаты обучения. Исследование было проведено в Кызылординском университете имени Коркыт Ата, в нём приняли участие 136 студентов образовательной программы по физике. В качестве инструмента оценки использовался диагностический тест, состоящий из 13 заданий двух уровней сложности и включающий элемент оценки уверенности в ответах. Результаты показали, что студенты лучше справляются с заданиями практического характера, чем с теоретическими вопросами. Между уверенностью в ответах и фактическими знаниями выявлена статистически значимая положительная корреляция. Кроме того, средний уровень достижений студенток оказался выше, чем у студентов, что свидетельствует о влиянии гендерного фактора на результаты обучения. Выводы исследования подчёркивают необходимость усиления роли визуализации, интерактивных и лабораторных методов, а также метакогнитивных инструментов оценки при обучении сложным разделам физики, таким как квантовая оптика. Полученные результаты могут служить теоретической и практической основой для совершенствования образовательных программ, развития профессиональных компетенций будущих учителей и разработки предметно-ориентированных педагогических стратегий.

Ключевые слова: квантовая оптика, подготовка учителей физики, оценка уровня знаний, уровень уверенности, практические и теоретические знания, учебные достижения

Кіріспе. Қазіргі таңда физиканы оқыту сапасын арттыру – физикалық білім беру саласындағы зерттеулердің негізгі бағыттарының бірі болып отыр. Әсіресе, кванттық физика саласындағы оқыту процестері физика білімінде ерекше назар аудартатын бағыттардың біріне айналды (Chiofalo & Michelini, 2023; Michelini и др., 2022). Бұл қызығушылық қазіргі таңда кванттық технологиялардың кванттық есептеу, кванттық байланыс, кванттық сенсорлар мен кванттық криптография салалары кеңінен танымал болуына байланысты артып отыр (Greinert и др., 2023; Kaur & Venegas-Gomez, 2022). Бұл технологиялардың негізінде кванттық оптика ұғымдары жатыр. Сондықтан бұл бағытта оқу бағдарламаларын жетілдіру, оның ішінде оқытудың мазмұны мен әдістемесін заманауи талаптарға сай бейімдеу қажет. Соңғы жылдары оқу бағдарламаларын жетілдіру тек классикалық физика (механика, электр құбылыстары) аясында ғана емес, сонымен қатар кванттық физика сынды күрделі және іргелі бөлімдерді қамти отырып жүзеге асырылуда (Müller & Wiesner, 2002).

Осыған орай, әлемнің көптеген елдерінде оқу бағдарламаларына өзгерістер енгізіліп, кванттық физика элементтері, оның ішінде кванттық оптика ұғымдары мектеп және ЖОО деңгейінде енгізіле бастады. Алайда, мұндай жаңартулармен қатар, оқыту үдерісінде бірқатар дидактикалық қиындықтар да байқалып отыр. Атап айтқанда, студенттер кванттық ұғымдарды классикалық физикамен салыстыра отырып қабылдауға тырысады, бұл олардың фотон,

когеренттілік, интерференция сияқты түсініктерді толық меңгеруіне кедергі келтіреді(Құрманғалиева & Омарова, 2023). Мысалы, кванттық интерференция құбылысын оқытуда студенттер жарықтың бөлшек табиғатын ұғынуға қиналып, жарықтың бір уақытта екі жолмен жүруі секілді суперпозиция қағидасын қабылдауда қателік жібереді(Оңғарбай, 2024; Marshman & Singh, 2015). Сонымен қатар, кейбір зерттеулерде кванттық оптикада жиі қолданылатын тәжірибелердің нәтижелерін түсіндіруде студенттердің математикалық сипаттамалар мен нақты құбылыстар арасындағы байланысты орнатуда қиындыққа тап болатыны анықталған (Al-Salmani & Thacker, 2021). Бұл қиындықтар оқушылар мен студенттердің тек математикалық сипаттамаға сүйеніп қана қоймай, концептуалдық түсініктерді нақты модельдер және визуалды құралдар арқылы меңгеру қажеттілігін алға тартады (Küchemann и др., 2023; Ubben & Bitzenbauer, 2023). Осыған орай, кванттық оптиканы оқытуда теория мен практиканы, сандық модельдер мен шынайы эксперименттерді үйлестіре алатын әдістемелік тәсілдер жүйелі түрде зерттеуді қажет етеді. Бұл бағытта студенттердің түсінік қалыптастыру ерекшеліктерін зерттеген бірқатар ғылыми жұмыстар жүргізілген. Алайда, осы зерттеулерде қарастырылатын мазмұн көбіне теориялық сипатта болғандықтан, кванттық физиканың қолданбалы салалары, соның ішінде кванттық оптика сияқты нақты бағыттардағы оқыту ерекшеліктері әлі де жеткіліксіз зерттелген(Müller & Wiesner, 2002). Бұл болашақта осы салада мақсатты, пәнге бағдарланған әдістемелік зерттеулер жүргізудің қажеттілігін көрсетеді.

Осы аталған қиындықтарға қарамастан, зерттеушілер кванттық физика, оның ішінде кванттық оптика бойынша базалық түсініктерді мектептен бастап жоғары оқу орындарына дейін оқыту қажет екенін алға тартады(Henriksen и др., 2014). Бұл ұсыныстар білім алушылардың заманауи кванттық технологияларды түсінуі мен болашақ кәсіби дайындығы үшін аса маңызды екендігін көрсетеді. Көптеген елдердің жоғары оқу орындарындағы типтік оқу жоспарларында кванттық оптикаға бөлінетін сағат саны шектеулі күйінде қалып отыр. Мысалы, Қазақстандағы бакалавриат деңгейіндегі «Кванттық физика» пәні аясында кванттық оптикаға бар болғаны 4–6 сағат көлемінде дәрістер бөлінеді, ал практикалық сабақтарда бұл тақырып терең талданбайды. Бұл уақыт мөлшері студенттердің күрделі ұғымдарды меңгеріп, оларды қолданбалы контексте түсінуіне жеткіліксіз болуы мүмкін.

Сәйкесінше, қазіргі ғылыми-техникалық талаптарға сай білім беру үшін жоғары оқу орындарында кванттық оптикаға арналған оқу мазмұнын кеңейту және оған бөлінетін сағат санын арттыру қажет.

Алайда, кванттық физиканы, соның ішінде кванттық оптиканы тиімді оқыту үшін ең алдымен студенттердің осы салаға қатысты бастапқы білім деңгейін анықтау маңызды болып табылады. Білім алушылардың оқу жетістіктерін тиімді бағалау және оқыту процесін олардың білім деңгейіне сәйкестендіру үшін алдымен білім деңгейін диагностикалау маңызды (Özdemir & Clark, 2007). Себебі оқу мазмұны мен әдістемесін білім алушылардың алдыңғы білімдері мен түсініктеріне сәйкес бейімдеу оқытудың тиімділігін арттырады. Осыған орай,

ұсынылып отырған зерттеу жұмысының негізгі мақсаты – физика мамандығы бойынша оқитын студенттердің кванттық оптика саласындағы бастапқы білім деңгейін анықтау. Бұл талдау нәтижелері оқу бағдарламаларын мазмұндық және әдістемелік тұрғыдан қайта қарастыруға, сондай-ақ студенттердің оқу қажеттіліктеріне сәйкес келетін тиімді оқыту стратегияларын әзірлеуге негіз бола алады.

Зерттеу жұмысы келесі ғылыми гипотезаларға негізделді. Бұл гипотезалар зерттеудің логикалық негізін құрайды және эмпирикалық деректер арқылы тексерілетін болжамды тұжырымдар ретінде қарастырылады:

1-гипотеза. Студенттер кванттық оптикада тәжірибелік сипаттағы ұғымдарды теориялық ұғымдарға қарағанда жақсы меңгерген.

2-гипотеза. Студенттердің жауаптарындағы сенімділік деңгейі мен дұрыс жауап беру арасында оң корреляциялық байланыс бар.

3-гипотеза. Жыныстық белгісі бойынша (ер/әйел) студенттердің кванттық оптика саласындағы білім деңгейінде статистикалық тұрғыдан айырмашылық байқалады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндеттеріне жету үшін сандық зерттеу әдісі, оның ішінде сауалнама қолданылды. Зерттеудің негізіне арнайы құрастырылған құрылымдық сауалнама алынды. Сауалнама кванттық физика мен кванттық оптикаға қатысты негізгі ұғымдар мен құбылыстарды қамтыды. Сауалнамаға Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің физика білім беру бағдарламасының білім алушылары қатысты. Барлығы 136 білім алушы, оның 42-сі ерлер, 94 әйел студенттер болды(1-кесте).

Кесте 1; Зерттеуге қатысқан білім алушылар туралы ақпарат

Рангілер	Жынысы	n (Саны)	Орташа ранг	Рангтер қосындысы
	Ерлер	42	46,63	1958,50
	Әйелдер	94	78,27	7357,50
Барлығы		136		

Педагогикалық өлшеулерде тестілер олардың қызметіне қарай үш негізгі топқа бөлінеді: қабілетті анықтауға бағытталған тестілер, жеке тұлғаларды белгілі бір деңгейге немесе санатқа топтастыруға арналған тестілер және білім көлемін анықтауға арналған тестілер. Ұсынылып отырған тест білім көлемін анықтауға жатады және оқушылардың кванттық оптика саласындағы, нақтырақ айтқанда, бір фотонмен жүргізілетін тәжірибелерге қатысты теориялық білімін бағалауға арналған. Тест тапсырмаларының негізгі бөлігі теориялық ұғымдарды қамтыса, бірқатары нақты фактілерге негізделіп құрастырылды. Осы зерттеу шеңберінде әзірленген тест құралы белгілі бір құрылымдық модельге сүйене отырып дайындалды. Бұл сауалнама үш негізгі компоненттен тұрады және олар кванттық оптика саласындағы білім мазмұнын кешенді түрде қамтуға бағытталған. Атап айтқанда:

- теориялық ұғымдар мен тұжырымдарға негізделген білімді бағалауға (теориялық компонент) – 5 тапсырма,
- кванттық сипаттағы объектілерге, соның ішінде фотон ұғымына қатысты түсініктерді анықтауға (фотондарға қатысты білім) – 3 тапсырма,
- тәжірибелік жағдайларды талдауға және техникалық сипаттағы пайымдаулар жасауға бейімділікті бағалауға (эксперименттік аспектілер) – 5 тапсырма.

Зерттеу аясында екі деңгейлі (two-tier) құрылымға негізделген, бір дұрыс жауабы бар жабық типтегі тест тапсырмалары қолданылды. Бұл формат оқушылардың тек пәндік білімін ғана емес, сонымен қатар олардың жауаптарына деген сенімділік деңгейін де бағалауға мүмкіндік береді. Бірінші деңгейде оқушыларға үш жауап нұсқасы ұсынылады және олар солардың ішінен өздері дұрыс деп есептеген бір нұсқаны таңдайды. Екінші деңгейде респонденттер алғашқы таңдауларына қаншалықты сенімді екенін бағалайды. Бұл бағалау үшін бес балдық Лайкерт шкаласы қолданылады, мұнда: Өте сенімдімін - 1, Сенімдімін - 2, Белгісіз - 3, Сенімсіз - 4, Жай ғана болжарым - 5. Әрбір нұсқаға сәйкесінше бірден беске дейін сандық баға берілді. Бұл сенімділік көрсеткіші білім алушылардың жауапты кездейсоқ таңдау ықтималдығын азайтуға арналған.

Зерттеу барысында қолданылған тест тапсырмаларының ішкі біртектілігі мен жалпы сенімділік деңгейі Кронбах альфа коэффициенті арқылы анықталды. Бұл көрсеткіш тест тапсырмаларының өзара сәйкестігін сипаттайды. Яғни, олардың біртұтас құрылым ретінде үйлесімді жұмыс істейтінін көрсетеді. Әдетте, 0,7-ден жоғары мәндер өлшеу құралының жеткілікті сенімділігін көрсетеді. Элементтер саны (N) талдауға енгізілген жалпы элементтер санын білдіреді. 13 элементтен тұратын тест үшін Кронбах альфа 0,943-ға тең, бұл өте жоғары үйлесімділік, демек, жоғары сенімділікті көрсетеді (2-кесте). Осылайша, алынған нәтижелер зерттеуде қолданылған өлшеу құралдарының жоғары сенімділік деңгейіне ие екенін растайды, бұл зерттеу нәтижелерінің сенімділігін арттырады. Деректерді талдау IBM SPSS Statistics бағдарламасының 29.0.2.0 нұсқасы арқылы жүргізілді.

Кесте 2; Сенімділік статистикасы

Көрсеткіш	Мәні
Кронбах альфасы	0,943
Сұрақтар саны (элементтер саны)	13

Нәтижелер мен талқылау. 1-гипотеза. *Студенттер кванттық оптикада тәжірибелік сипаттағы ұғымдарды теориялық ұғымдарға қарағанда жақсы меңгерген.*

Зерттеу барысында тест құрамындағы 13 тапсырма мазмұнына қарай екі категорияға бөлінді: теориялық ($n=6$) және тәжірибелік ($n=7$) сипаттағы сұрақтар. Әрбір респонденттің осы екі топтағы дұрыс жауаптарының жалпы саны есептеліп, олардың орташа мәндері SPSS бағдарламасында paired samples t-test әдісі арқылы салыстырылды (3-кесте).

Кесте 3;. Теориялық және тәжірибелік сұрақтар бойынша дұрыс жауаптардың салыстырмалы сипаттамасы

Сұрақ түрі	Орташа мән (M)	Стандартты ауытқуы (SD)	t(136)	p мәні
Тәжірибелік сұрақтар	14,32	3,21		
Теориялық сұрақтар	11,85	3,87	6,87	< 0,001

Талдау нәтижесінде студенттердің тәжірибелік сұрақтар бойынша орташа балы $M=14,32$, стандартты ауытқуы $SD = 3,21$, ал теориялық сұрақтар бойынша орташа ұпайы $M=11,85$, $SD = 3,87$ болды. t-статистикасының мәні $t(136)=6,87$ және бұл айырмашылық $p<0.001$ деңгейінде статистикалық тұрғыдан мәнді деп танылды. бұл сұрақтар

Зерттеу нәтижелері студенттердің тәжірибелік мазмұндағы ұғымдарды жақсы меңгеретінін көрсетті. Бұл тенденцияны бірнеше факторлармен түсіндіруге болады. Біріншіден, тәжірибелік сұрақтар көбінесе нақты жағдайларға, құрал-жабдықтарға немесе бақылауларға негізделген. Мұндай ақпараттар студенттің күнделікті оқыту тәжірибесімен байланысты және жадта жақсы сақталады (Duit & Treagust, 2003).

Екіншіден, тәжірибелік сұрақтарда дұрыс жауапты логикалық пайымдау арқылы табуға мүмкіндік бар, ал теориялық сұрақтар абстрактілі және формальды сипатта болады. Бұл студенттерге теориялық ұғымдарды түсінуді қиындатады. Кейбір зерттеулерде теориялық білімнің оқушы санасында орнығуы үшін дұрыс контекст пен визуализацияның маңызы зор екенін көрсеткен (Шаккозова, 2023).

Сонымен қатар, оптикалық құбылыстарды визуалды модельдермен (мысалы, интерференция, дифракция, фотон ағыны) көрсету тәжірибелік ұғымдарды қабылдауды жеңілдетеді. Ал толқындық функция, ықтималдық, суперпозиция сияқты ұғымдар күрделілігіне байланысты көп студенттер үшін меңгеруі қиын теориялық категорияларға жатады.

2-гипотеза. Студенттердің кванттық оптика бойынша дұрыс жауап беру деңгейі мен өз жауабына деген сенімділік көрсеткіші арасында оң корреляциялық байланыс бар.

Бұл гипотезаны тексеру мақсатында Pearson корреляция коэффициенті есептелді. Ол студенттердің тестідегі дұрыс жауаптар саны мен олардың осы жауаптарға қатысты сенімділік деңгейінің орташа мәні арасындағы байланысты анықтайды. SPSS бағдарламасы арқылы жүргізілген корреляциялық талдау нәтижесі төмендегі кестеде көрсетілген (4-кесте).

Кесте 4; Дұрыс жауаптар мен сенімділік деңгейі арасындағы корреляция

Айнымалылар	r (Pearson)	p мәні	N
Дұрыс жауаптар ↔ Сенімділік деңгейі	0.432	< 0.001	136

Нәтижелер көрсеткендей, дұрыс жауаптар саны мен сенімділік деңгейі арасында орташа деңгейдегі оң корреляция байқалды ($r=0.432$, $p<0.001$). Бұл

студенттер өздерінің нақты білім деңгейін белгілі бір дәрежеде дұрыс бағалай алатындығын көрсетеді.

Алынған нәтижелер когнитивтік психологиядағы метатану теориясымен үндеседі. Мысалы, метатанымдық бақылау мен сенімділік арасындағы байланыс оқу үдерісінде маңызды рөл атқаратынын көрсеткен. Яғни, студенттің өз білімін бағалаудағы дәлдігі оның нақты түсіну деңгейіне тәуелді болуы мүмкін (Schraw & Dennison, 1994).

3-гипотеза. Ер және әйел студенттердің кванттық оптика саласындағы білім деңгейінде статистикалық тұрғыдан айырмашылық байқалады.

Зерттеуге қатысқан студенттердің кванттық оптика бойынша білім деңгейі жыныстық белгіге қарай салыстырылды. Орташа мәндерге жүргізілген сипаттамалық талдау нәтижесінде ер студенттердің орташа балы ($M=23.36$, $SD=4.12$), ал әйел студенттердің орташа балы ($M=26.66$, $SD=4.30$) болғаны анықталды.

Екі тәуелсіз іріктеменің айырмашылығын анықтау мақсатында тәуелсіз t -тест қолданылды. Левеннің дисперсия теңдігін тексеру тестінің нәтижесі бойынша дисперсиялар тең деп қабылданды ($F=0.098$, $p=0.755$), сондықтан тең дисперсия шарты бойынша t -статистикасы есептелді.

t -тест нәтижесі жыныстық айырмашылықтың статистикалық тұрғыда маңызды екенін көрсетті: $t(134)=-4.193$, $p<0.001$. Әйел студенттердің кванттық оптикадан көрсеткен нәтижелері ер студенттерге қарағанда сенімді түрде жоғары болды. Орташа айырмашылық -3.30 (5-кесте).

Бұған қоса, эффект көлемі өте жоғары көрсеткішке ие болды (Коэннің $d=4.24$), бұл табылған айырмашылықтың практикалық мәні бар екенін дәлелдейді.

Кесте 5; Студенттердің жынысына байланысты кванттық оптика бойынша білім деңгейінің айырмашылығы

(t -критерий нәтижесі)

Дисперсия теңдігі	F мәні	p мәні	t мәні	Еркіндік дәрежесі (df)	(екі жақты)	Орташа айырмашылық	Айырмашылықтың стандартты қатесі	95% сенімділік интервал	
								Төменгі шек	Жоғарғы шек
Тең деп есептеледі	0,098	0,755	-4,193	134	< 0,001	-3,302	0,788	-4,860	-1,745
Тең емес деп есептеледі			-4,262	82,015	< 0,001	-3,302	0,775	-4,843	-1,761

Зерттеу нәтижелері кванттық оптика саласындағы студенттердің білім деңгейі гендерлік белгіге байланысты статистикалық және практикалық тұрғыдан елеулі айырмашылық бар екенін көрсетті. Әйел студенттердің орташа жетістігі ер студенттермен салыстырғанда айтарлықтай жоғары болды ($t(134) = -4.193$, $p < 0.001$, $d = 4.24$). Бұл гендерлік айырмашылық физика

пәнінде жиі кездеспейтін тенденция болғанымен, соңғы жылдардағы бірқатар зерттеулермен үндес келеді.

Мәселен, кейбір жүргізілген мета-талдау нәтижесінде, физика және математика салаларындағы гендерлік айырмашылықтар біртіндеп төмендеп келе жатқаны, алайда қыз студенттердің өз қабілеттеріне сенімділігі жоғары болған жағдайда оқу жетістіктері жоғарылай түсетіні анықталған(Else-Quest и др., 2010). Сондай-ақ, төмендегі авторлар өз еңбектерінде қыздардың ғылыми пәндерге қызығушылығы мен мотивациясы көбінесе әлеуметтік қолдау, оқытушының қолдауы және өзіндік тиімділік сезімімен байланысты болатынын көрсетеді(Wang & Degol, 2017). Бұл тұрғыдан алғанда, кванттық оптика секілді күрделі бөлімдерді меңгеру деңгейі жоғары болуы қыздардың өзіндік сенімділігінің және оқу әдістерінің тиімді болуымен байланысты болуы мүмкін. Дегенмен, физика пәніндегі оқу жетістіктері жыныстық айырмашылықтардан гөрі оқушылардың пәнге деген қызығушылығы, тәжірибелік әрекеттерге белсенді қатысуы және оқу ортасының қолдаушы сипаты сияқты факторлармен көбірек байланыстырылып түсіндіріледі(Hazari и др., 2010).

Осыған байланысты, төменде кванттық оптикаға қатысты 13 сұрақтан тұратын тест нәтижелерінің сипаттамалық статистикасы ұсынылды. Әрбір сұраққа 136 студент жауап берді. Орташа мән (Mean) мен стандартты ауытқу (Std. deviation) негізінде студенттердің білім деңгейі мен жауаптардағы сенімділік дәрежесі сарапталды.

Жалпы алғанда, барлық сұрақтар бойынша студенттердің жауаптарындағы орташа сенімділік деңгейі 1,57 мен 2,37 аралығында болды. Бұл – студенттердің тақырыпты ішінара меңгергенін, бірақ көптеген тұстарда толық сеніммен жауап бермегенін көрсетеді. Ең төмен орташа мән 1-сұраққа (Сәуле бөлгіш...) тиесілі ($M=1,57$; $SD=0,866$), бұл сұрақ студенттерге ең қиын немесе түсініксіз болғанын білдіреді. Ең жоғары орташа мән 2-сұрақта байқалды (Егер лазер сәулесі сызықты емес кристалға түссе...) – $M=2,37$; $SD=0,824$, бұл тақырып бойынша студенттердің сенімділігі жоғарырақ екенін білдіреді. Салыстырмалы түрде төмен стандартты ауытқулар 9-сұрақ ($SD=0,683$) пен 12-сұрақта ($SD=0,514$) тіркелді, бұл студенттердің бұл сұрақтарда біркелкі жауап бергенін, яғни топ ішіндегі сенімділік деңгейі тұрақты болғанын көрсетеді. Ал, 7-сұрақтағы стандартты ауытқу ең жоғары ($SD=0,902$), бұл студенттердің пікірлері әртүрлі болғанын білдіреді(6-кесте).

Орташа мәні 2,0-ден жоғары сұрақтар (2, 4, 9, 10, 11, 13) бойынша студенттер салыстырмалы түрде сенімді жауап берген. Бұл сұрақтар кванттық интерференция, лазерлік жарық, фотоэффект және интерферометрлердің жұмысы сияқты негізгі тақырыптарды қамтиды. Керісінше, 1,0–1,9 аралығындағы орташа мәндер (1, 3, 5, 6, 8, 12) студенттердің бұл сұрақтарға сенімсіз жауап бергенін көрсетеді. Бұл сұрақтар негізінен фотондарды жеке бақылау, энергия деңгейлері және фотонның детектормен әрекеттесуі сияқты концептуалды терең тақырыптарды қамтиды.

Бұл нәтижелер студенттердің кванттық оптика тақырыбындағы кейбір ұғымдарға қатысты білімінің жеткіліксіз немесе сенімсіз екенін көрсетеді.

Кесте 6; Студенттердің кванттық оптика бойынша тест нәтижелерінің сипаттамалық статистикасы

Сұрақ мазмұны (қысқартылған)	N	Ең төменгі мән	Ең жоғары мән	Орташа мән	Стандартты ауытқу
Сәуле бөлгіш...	1136	1	3	1,57	0,866
Егер лазер сәулесі сызықты емес кристалға түссе...	1136	1	3	2,37	0,824
Адам көзі бір фотондарды анықтауға жарамсыз, себебі...	1136	1	3	1,60	0,682
Егер электрон E_1 энергия күйінен төменгі E_0 күйіне өтсе, 1 Энергия айырмасы $\Delta E = E_1 - E_0$, нөлден үлкен болса...	1136	1	3	2,29	0,807
Сызықты емес кристалда фотон жұптары лазер сәулесінің генерациясынан. Бұл фотон жұптар энергия мен импульстің сақталу заңдылығына сәйкес пайда болады, сондықтан олар...	1136	1	3	1,93	0,854
Жеке фотон... детекторында...	1136	1	3	1,85	0,698
Интерференция жалпы түрде былай анықталады...	1136	1	3	1,96	0,902
Егер қос саңылау тәжірибесі жеке электрондармен жүргізілсе...	1136	1	3	1,64	0,849
Интерферометрлер жеке фотондық тәжірибелерде мына мақсатта қолданылады...	1136	1	3	2,31	0,683
Егер Микельсон интерферометрінде жеке фотон интерференциясы байқалса, онда фотон сәуле бөлгіште бөлінді деуге бола ма?	1136	1	3	2,18	0,871
Лазерлік жарық классикалық жарық болып саналмайды, себебі лазер үшін... Мұндағы α — фотондар санының анықталу коэффициенті	1136	1	3	2,09	0,882
Жалғыз фотондар (heralded photons) қатысатын әр түрлі тәжірибе үшін қажет...	1136	1	3	1,80	0,514
N фотондар — бұл...	136	1	3	2,06	0,814

Қорытынды. Ұсынылып отырған зерттеу жұмысының нәтижелері кванттық оптика саласындағы студенттердің білім деңгейін сипаттауға және оны әртүрлі айнымалылар тұрғысынан талдауға мүмкіндік берді. Зерттеу барысында студенттердің теориялық және тәжірибелік мазмұндағы сұрақтарға берген жауаптары, олардың сенімділік деңгейлері, сондай-ақ жыныстық айырмашылықтарға байланысты ерекшеліктері жан-жақты сараланды.

Бірінші гипотезаны тексеру нәтижелері студенттердің тәжірибелік

сипаттағы ұғымдарды теориялық ұғымдарға қарағанда жақсы меңгеретінін көрсетті. Бұл, бір жағынан, тәжірибелік тапсырмалардың нақты контексте ұсынылуымен, екінші жағынан визуализация және логикалық пайымдауға сүйену мүмкіндігінің болуымен түсіндіріледі.

Екінші гипотеза бойынша алынған деректер студенттердің дұрыс жауаптарымен олардың өз жауаптарына деген сенімділігі арасында орташа деңгейдегі оң корреляция бар екенін көрсетті. Бұл нәтиже білім алушылардың метатанымдық қабілеттерінің белгілі бір дәрежеде дамығанын және өз білім деңгейін бағалаудағы дәлдіктерін білдіреді.

Үшінші гипотезаға сәйкес, студенттердің кванттық оптика саласындағы жетістіктері жыныстық айырмашылықтарға тәуелді екені анықталды. Әйел студенттердің көрсеткіштері ер студенттермен салыстырғанда статистикалық және практикалық тұрғыдан елеулі жоғары болды. Бұл нәтиже қазіргі заманғы зерттеулермен үйлеседі және оқу жетістіктеріне әсер ететін факторлар қатарында өзіндік сенімділік пен мотивацияның рөлін негіздейді.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері кванттық оптика сияқты күрделі тақырыптарды меңгеруде студенттердің танымдық ерекшеліктері мен оқу үдерісін ұйымдастыру шарттарының маңызды рөл атқаратынын дәлелдейді. Бұл тұжырымдар болашақта оқу бағдарламаларын жетілдіру, оқыту әдістемелерін бейімдеу және студенттердің білім деңгейін арттыруға бағытталған педагогикалық стратегияларды әзірлеу үшін құнды негіз болады.

Әдебиеттер

Al-Salmani F., & Thacker B. (2021) Rubric for assessing thinking skills in free-response exam problems. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1). 010135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010135>

Baily C., & Finkelstein N.D. (2010) Teaching and understanding of quantum interpretations in modern physics courses. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(1). 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010101>

Chiofalo M.L.M., & Michelini M. (2023) An interview with Marisa Michelini: IUPAP-ICPE medal, professor of physics-education research at Udine University, GIREP President. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(4), em2243. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13031>

Duit R., & Treagust D.F. (2003) Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6). — P. 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>

Else-Quest N.M., Hyde J.S., & Linn M.C. (2010) Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1). — P. 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>

Greinert F., Müller R., Bitzenbauer P., Ubben M.S., & Weber K.-A. (2023) Future quantum workforce: Competences, requirements, and forecasts. *Physical Review Physics Education Research*, 19(1), 010137. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010137>

Hazari Z., Sonnert G., Sadler P.M., & Shanahan M. (2010) Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8). — P. 978–1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>

Henriksen E.K., Bungum B., Angell C., Tellefsen C.W., Frågåt T., & Bøe M.V. (2014) Relativity,

quantum physics and philosophy in the upper secondary curriculum: Challenges, opportunities and proposed approaches. *Physics Education*, 49(6). — P. 678–684. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/49/6/678>

Kaur M., & Venegas-Gomez A. (2022) Defining the quantum workforce landscape: A review of global quantum education initiatives. *Optical Engineering*, 61(08). <https://doi.org/10.1117/1.OE.61.8.081806>

Küchemann S., Ubben M., Dzsoťjan D., Mukhametov S., Weidner C.A., Qerimi L., Kuhn J., Heusler S., & Sherson J.F. (2023) The impact of an interactive visualization and simulation tool on learning quantum physics: Results of an eye-tracking study (Версия 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2302.06286>

Құрманғалиева Л.Т., & Омарова А.Б. (2023) Оптика пәнін оқытуда кейс-стади әдісі. Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университетінің «Жоғары білім берудегі инновациялар» атты республикалық ғылыми-практикалық конференциясының материалдар жинағында. — Б. 112–116.

Marshman E., & Singh C. (2015) Framework for understanding the patterns of student difficulties in quantum mechanics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020119>

Michellini M., Faletic S., & Pospiech G. (2022) Work Group 3 Position Paper: Teacher Education and Teaching/Learning Quantum Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2297(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2297/1/012015>

Müller R., & Wiesner H. (2002) Teaching quantum mechanics on an introductory level. *American Journal of Physics*, 70(3), 200–209. <https://doi.org/10.1119/1.1435346>

Оңғарбай А.А. (2024) Оптика курсындағы физикалық құбылыстарды 3D модельдеу арқылы түсіндірудің мүмкіндіктері. *Qazaq Journal of Young Scientist*, 5(2). <https://qazaqjournal.kz/qjys/article/view/66>

Özdemir G., & Clark D.B. (2007) An Overview of Conceptual Change Theories. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4). <https://doi.org/10.12973/ejmste/75414>

Schraw G., & Dennison R.S. (1994) Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>

Ubben M., & Bitzenbauer P. (2023) Exploring the relationship between students' conceptual understanding and model thinking in quantum optics. *Frontiers in Quantum Science and Technology*, 2, 1207619. <https://doi.org/10.3389/frqst.2023.1207619>

Wang M.-T., & Degol J.L. (2017) Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 29(1). — P. 119–140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>

Шаққозова Г. (2023) Педагогикалық ғылымдар: Теориялық білімді оқушы санасында орнықтыру жолдары. Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті. <https://elibrary.kaznu.kz/wp-content/uploads/2023/02/2-pedagogika.pdf>

References

Al-Salmi F., & Thacker B. (2021) Rubric for assessing thinking skills in free-response exam problems. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 010135. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010135> (in Eng.).

Baily C., & Finkelstein N.D. (2010) Teaching and understanding of quantum interpretations in modern physics courses. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(1), 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010101> (in Eng.).

Chiofalo M.L.M., & Michellini M. (2023) An interview with Marisa Michellini: IUPAP-ICPE medal, professor of physics-education research at Udine University, GIREP President. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(4), em2243. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13031> (in Eng.).

Duit R., & Treagust D.F. (2003) Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), — P. 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016> (in Eng.).

Else-Quest N.M., Hyde J.S., & Linn M.C. (2010) Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), — P. 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053> (in Eng.).

Greiner F., Müller, R., Bitzenbauer P., Ubber M.S., & Weber K.-A. (2023) Future quantum workforce: Competences, requirements, and forecasts. *Physical Review Physics Education Research*, 19(1), 010137. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010137> (in Eng.).

Hazari Z., Sonnert G., Sadler P.M., & Shanahan M. (2010) Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), — P. 978–1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363> (in Eng.).

Henriksen E.K., Bungum B., Angell C., Tellefsen C.W., Frågåt T., & Bøe M.V. (2014) Relativity, quantum physics and philosophy in the upper secondary curriculum: Challenges, opportunities and proposed approaches. *Physics Education*, 49(6), — P. 678–684. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/49/6/678> (in Eng.).

Kaur M., & Venegas-Gomez A. (2022) Defining the quantum workforce landscape: A review of global quantum education initiatives. *Optical Engineering*, 61(08). <https://doi.org/10.1117/1.OE.61.8.081806> (in Eng.).

Küchemann S., Ubber M., Dzsotjan D., Mukhametov S., Weidner C.A., Qerimi L., Kuhn J., Heusler S., & Sherson J.F. (2023) The impact of an interactive visualization and simulation tool on learning quantum physics: Results of an eye-tracking study (Версия 1). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2302.06286> (in Eng.).

Kurmangalieva L.T., & Omarova A.B. (2023) Optika penin oqytuda keis-stadi edisi [Case-study method in teaching the subject of optics]. In *Materialdar jinagy respýblıkalyq ğylymi-praktikalıq konferenciä “Joghary bilim berýdegi innovaciýalar”*. — P. 112–116. (in Kaz.).

Marshman E., & Singh C. (2015) Framework for understanding the patterns of student difficulties in quantum mechanics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 11(2), 020119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020119> (in Eng.).

Micheli M., Faletic S., & Pospiech G. (2022) Work Group 3 Position Paper: Teacher Education and Teaching/Learning Quantum Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2297(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2297/1/012015> (in Eng.).

Müller, R., & Wiesner, H. (2002). Teaching quantum mechanics on an introductory level. *American Journal of Physics*, 70(3), —P. 200–209. <https://doi.org/10.1119/1.1435346> (in Eng.).

Ongarbay A.A. (2024) Optika kursyndaǵy fizikalıyq qubylystardy 3D modeldey arqyly túsindirúdiń mýmkindikteri [Opportunities for explaining physical phenomena in the optics course through 3D modeling]. *Qazaq Journal of Young Scientist*, 5(2). <https://qazaqjournal.kz/qjys/article/view/66> (in Kaz.).

Özdemir G., & Clark, D.B. (2007) An Overview of Conceptual Change Theories. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4). <https://doi.org/10.12973/ejmste/75414> (in Eng.).

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The Central Asian Academic Research Center LLP follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/ or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www: nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518–1467 (Online),

ISSN 1991–3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/en>

Ответственный редактор **А. Ботанкызы**

Редакторы: **Д.С. Аленов, Т. Апендиев**

Верстка на компьютере: **Г.Д. Жадырановой**

Подписано в печать 31.10.2025.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

46,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.