

ISSN 2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ  
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

**ИЗВЕСТИЯ**

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН»  
ЧФ «Халық»

**N E W S**

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF  
KAZAKHSTAN  
«Halyk» Private Foundation

**SERIES  
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

**1 (349)**

**JANUARY – MARCH 2024**

**PUBLISHED SINCE JANUARY 1963  
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR**

**ALMATY, NAS RK**



## ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,  
Благотворительный Фонд «Халык»!**

### **БАС РЕДАКТОР:**

**МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

### **БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:**

**МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы**, ақпараттық жүйелер мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D), ҚР БҒМ Ғылым комитеті «Ақпараттық және есептеуші технологиялар институты» РМК жауапты хатшысы (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

### **РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:**

**ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

**БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сатпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

**ВОЙЧИК Вальдемар**, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), **Н=23**

**БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

**QUEVEDO Nemando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), **Н=28**

**ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), **Н=5**

**РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан), **Н=26**

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), **Н=42**

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), **Н=26**

**«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы.*

Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19*  
*<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>*



## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

**МУТАНОВ Галимжаир Мутанович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович**, доктор философии (PhD) по специальности Информационные системы, ответственный секретарь РГП «Института информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), **Н=7**

**БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич**, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Сагпаева (Алматы, Казахстан), **Н=3**

**ВОЙЧИК Вальдемар**, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), **Н=23**

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=10**

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), **Н=28**

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=7**

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **Н=5**

**РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=26**

**ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=5**

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **Н=42**

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), **Н=10**

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=12**

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **Н=26**

## «Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.* В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

*<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>*

#### **EDITOR IN CHIEF:**

**MUTANOV Galimkair Mutanovich**, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

#### **DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF**

**MAMYRBAYEV Orken Zhumazhanovich**, Ph.D. in the specialty "Information systems, executive secretary of the RSE "Institute of Information and Computational Technologies", Committee of Science MES RK (Almaty, Kazakhstan) **H=5**

#### **EDITORIAL BOARD:**

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich**, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

**BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich**, doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

**WOICIK Waldemar**, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), **H=28**

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), **H=5**

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=26**

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=12**

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), **H=26**

#### **News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**Series of physics and informatics.**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. 16906-ЖК**, issued 14.02.2018  
Thematic scope: *series physics and information technology.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MES RK in the direction of «information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19*

*<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>*

© **A.A. Ismailova<sup>1</sup>, A.A. Nurpeisova<sup>1\*</sup>, Zh.T. Beldeubayeva<sup>1</sup>, G.O. Issakova<sup>1</sup>,  
I. Issayeva<sup>2</sup>, 2024**

<sup>1</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [naa11317@mail.ru](mailto:naa11317@mail.ru)

## **APPLICATION OF DEEP LEARNING METHODS FOR ANALYSIS OF RETINAL STRUCTURES IN OPHTHALMOLOGY**

**Ismailova Aisulu** — PhD, associate professor, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: [a.ismailova@mail.ru](mailto:a.ismailova@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

**Nurpeisova Ardak** — PhD, Senior lecturer, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: [naa11317@mail.ru](mailto:naa11317@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

**Beldeubayeva Zhanar** — PhD, Senior lecturer, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: [zh.beldeubayeva@mail.ru](mailto:zh.beldeubayeva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

**Issakova Gulnur** — PhD, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: [is\\_gul\\_oral@mail.ru](mailto:is_gul_oral@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

**Issayeva Nazym** — master of Applied Mathematics and Computer Science, Senior Lecturer, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

E-mail: [i.nas@mail.ru](mailto:i.nas@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2680-3007>.

**Abstract.** This article discusses the current direction of research in the field of ophthalmology - the use of deep learning methods for automated analysis of retinal structures. This work explores the use of deep learning methods such as EfficientNet and DenseNet for automatic analysis of retinal structures in ophthalmology. EfficientNet, originally proposed to balance accuracy and computational efficiency, and DenseNet, based on dense connections between layers, are considered tools for identifying and classifying retinal features. Automated analysis includes identifying pathologies, assessing the degree of their development and, possibly, diagnosing various eye diseases. Experiments are conducted on a dataset containing various images of retinal structures. Results are assessed using accuracy, sensitivity and specificity. It is expected that the proposed deep learning methods will significantly improve the automated analysis of retinal images, which is important for the diagnosis and monitoring of eye diseases. As a result, the article highlights the significance and promise of using deep learning methods in ophthalmology for

automated analysis of retinal structures. These techniques help improve early diagnosis, treatment and monitoring of eye diseases, which can ultimately lead to improved healthcare quality and better lives for patients.

**Keywords:** deep learning, DenseNet, EfficientNet, eye diseases, ophthalmology, pathology

**Conflict of interest:** *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© А.А. Исмаилова<sup>1</sup>, А.А. Нурпейсова<sup>1\*</sup>, Ж.Т. Бельдеубаева<sup>1</sup>,  
Г.О. Исакова<sup>1</sup>, Н.Т. Исаева<sup>2</sup>, 2024

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,  
Астана, Қазақстан;

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан.  
E-mail: naa11317@mail.ru

## ОФТАЛЬМОЛОГИЯДА ТОР ҚАБЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ТАЛДАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

**Исмаилова Айсулу Абжаппаровна** — PhD, қауымдастырылған профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

**Нурпейсова Ардақ Алданышқызы** — PhD, аға оқытушы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

**Бельдеубаева Жанар Төлеубайқызы** — PhD, аға оқытушы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: zh.beldeubayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

**Исакова Гульнур Оралбаевна** — PhD, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: [is\\_gul\\_oral@mail.ru](mailto:is_gul_oral@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

**Исаева Назым Төлөновна** — қолданбалы математика және информатика магистрі, аға оқытушы, Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: i.nas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2680-3007>.

**Аннотация.** Бұл мақалада офтальмология саласындағы зерттеулердің қазіргі бағыты – ретинальды құрылымдарды автоматтандырылған талдау үшін терең оқыту әдістерін қолдану қарастырылады. Бұл жұмыс офтальмологияда ретинальды құрылымдарды автоматты талдау үшін EfficientNet және DenseNet сияқты терең оқыту әдістерін пайдалануды зерттейді. Бастапқыда дәлдік пен есептеу тиімділігін теңестіру үшін ұсынылған EfficientNet және қабаттар арасындағы тығыз байланыстарға негізделген DenseNet тордың ерекшеліктерін анықтау және жіктеу құралдары болып саналады. Автоматтандырылған талдау патологияларды анықтауды, олардың даму дәрежесін бағалауды және, мүмкін, әртүрлі көз ауруларын диагностикалауды қамтиды. Эксперименттер көз торының құрылымдарының әртүрлі кескіндерін қамтитын деректер жиынтығында жүргізіледі. Нәтижелер дәлдік, сезімталдық және ерекшелік арқылы бағаланады. Ұсынылып отырған тереңдетіп

оқыту әдістері көз ауруларының диагностикасы мен мониторингі үшін маңызды болып табылатын тор қабықтағы бейнелерді автоматтандырылған талдауды айтарлықтай жақсартады деп күтілуде. Нәтижесінде, мақалада офтальмологияда торлы қабық құрылымдарын автоматтандырылған талдау үшін терең оқыту әдістерін қолданудың маңыздылығы мен болашағы көрсетілген. Бұл әдістер көз ауруларын ерте диагностикалауды, емдеуді және бақылауды жақсартуға көмектеседі, бұл сайып келгенде медициналық қызмет көрсету сапасын жақсартуға және пациенттердің өмірін жақсартуға әкелуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** терең оқыту, DenseNet, EfficientNet, көз аурулары, офтальмология, патология

**Мүдделер қақтығысы:** Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© А.А. Исмаилова<sup>1</sup>, А.А. Нурпейсова<sup>1\*</sup>, Ж.Т. Бельдеубаева<sup>1</sup>,  
Г.О. Исакова<sup>1</sup>, Н.Т. Исаева<sup>2</sup>, 2024

<sup>1</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им.

С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

E-mail: naa11317@mail.ru

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУР СЕТЧАТКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ**

**Исмаилова Айсулу Абжаппаровна** — PhD, ассоциированный профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан  
E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

**Нурпейсова Ардак Алданышовна** — PhD, старший преподаватель, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан  
E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

**Бельдеубаева Жанар Толеубаевна** — PhD, старший преподаватель, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан  
E-mail: zh.beldeubayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

**Исакова Гульнур Оралбаевна** — PhD, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан  
E-mail: is\_gul\_oral@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

**Исаева Назым Толеновна** — магистр прикладной математики и информатики, старший преподаватель, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
E-mail: i.nas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2680-3007>.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается современное направление исследований в области офтальмологии — использование методов глубокого обучения для автоматизированного анализа структур сетчатки, в частности таких как EfficientNet и DenseNet. EfficientNet, первоначально предложенная для балансировки между точностью и эффективностью вычислений, и DenseNet, основанная на плотных связях между слоями, рассматриваются как

инструменты для идентификации и классификации особенностей сетчатки. Автоматизированный анализ включает в себя выявление патологий, оценку степени их развития и, возможно, диагностику различных заболеваний глаз. Эксперименты проводятся на наборе данных, содержащем различные изображения структур сетчатки. Результаты оцениваются с использованием показателей точности, чувствительности и специфичности. Ожидается, что предложенные методы глубокого обучения позволят существенно улучшить автоматизированный анализ изображений сетчатки, что важно для диагностики и мониторинга заболеваний глаз. Авторами подчеркивается значимость и перспективность использования методов глубокого обучения в офтальмологии для автоматизированного анализа структур сетчатки. Эти методы помогают улучшить раннюю диагностику, лечение и мониторинг глазных заболеваний, что в конечном итоге может привести к улучшению качества здравоохранения и улучшению жизни пациентов.

**Ключевые слова:** глубокое обучение, DenseNet, EfficientNet, глазные заболевания, офтальмология, патология

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Кіріспе

Қазіргі офтальмологияда торлы қабық құрылымдарын автоматтандырылған талдау үшін тереңдете оқытудың озық технологиялары белсенді түрде енгізілуде (Панчал, 2022; Гириш Баабу, 2021). Зерттеушілер мен клиницистердің назарын аударған негізгі әдістердің кейбірі EfficientNet (Динара, 2022; Таубаев, 2020) және DenseNet (Аллапакам, 2023), (Хао, 2021). Бұл әдістер жоғары тиімділік дәрежесімен кескінді өңдеудің қуатты құралдарын қамтамасыз етеді (Ляо, 2023; Тусупов, 2023). Тор қабық көру жүйесінің негізгі элементі ретінде медициналық диагностикада назар аударатын объект болып табылады. Тор қабықтың жағдайын бағалау және патологияларды анықтау дәлдік пен жоғары сезімталдықты талап етеді. Осы тұрғыда тереңдетіп оқыту әдістері (Есенова, 2023; Бехрад, 2022) жоғары дәлдікпен торлы қабық құрылымдарын (Цунеки, 2022) автоматтандырылған талдаудың бірегей мүмкіндігін береді. EfficientNet, бастапқыда дәлдік пен есептеу тиімділігі арасындағы оңтайлы теңгерімге қол жеткізу үшін әзірленген, тиімді нейрондық желінің архитектурасын қамтамасыз етеді (Абдикеримова, 2019). Екінші жағынан, тығыз қосылымдарға негізделген DenseNet (Андрьянов, 2022) ақпаратты барлық деңгейде сақтай отырып, кескіндерден мүмкіндіктерді тиімді шығарып алады. Бұл зерттеуде біз торлы қабық құрылымдарын автоматтандырылған талдау үшін EfficientNet және DenseNet қолдануына назар аударамыз (Хан, 2022). Бұл әдістер патологияларды анықтау және жіктеу процестерін айтарлықтай жақсарта алады (Абду, 2022), бұл өз кезегінде көз ауруларының диагностикасы мен мониторингін жеңілдетеді. Біздің жұмысымыз осы әдістердің әртүрлі деректер



жинақтарында тиімділігін зерттеуге, сондай-ақ олардың офтальмологияның клиникалық тәжірибесінде қолданылуын бағалауға бағытталған. , пациенттің көруін күтуді жақсартудың жаңа перспективаларын ашу. Бұл мақала (Гонг, 2022) терең оқытуды (DL) пайдалана отырып, ретинальды оптикалық когеренттік томография (OCT) кескіндерін автоматты талдау әдістерін қарастырады. Авторлар көздің артқы сауылығы туралы сандық деректерді беруде мұндай талдаудың іргелі маңыздылығын атап көрсетеді және дәстүрлі әдістерге қарағанда DL артықшылықтарын талқылайды. Бұл мақалада OCT кескіндеріндегі ретинальды қабаттарды сегменттеудің заманауи DL негізіндегі әдістерін қамтитын егжей-тегжейлі әдебиет шолуы ұсынылған. Жарияланым нәтижелері алдыңғы машиналық оқыту әдістерімен және дәстүрлі кескін талдауымен салыстырғанда жоғары өнімділік пен жақсартылған дәлдікті қамтамасыз ете отырып, көз кескінін талдаудағы DL табысын көрсетеді. Сондай-ақ авторлар осы саладағы болашақ зерттеулердің перспективалық бағыттарын атап көрсетеді.

Зекават және т.б. микротамырлық желінің маңыздылығын, әсіресе тордың түбінде, мүшелердің денсаулығын сақтау мен ісіктердің дамуының негізгі элементі ретінде қарастырады. Олар бұл микроциркуляциялық жүйені машиналық оқыту арқылы бағалау адам денсаулығы мен ауруын түсіну үшін жаңа зерттеу мүмкіндіктерін қамтамасыз ете алатынын атап өтеді. Авторлар көз түбінің тамырларын тұтас феноменальды және геномдық талдаудың маңыздылығына назар аударады және медициналық диагностика мен терапияға жаңа түсініктер әкелетін ауқымды бағалауды ұсынады. Джон және т.б. офтальмология саласындағы автоматтандырудың маңыздылығын талқылайды, әсіресе диабеттік ретинопатия, жасқа байланысты макулярлы дегенерация және глаукома сияқты әртүрлі жағдайларды анықтау және диагностикалау үшін көз түбінің кескіндерін талдау. Олар терең оқыту және машиналық оқыту әдістерін қолдану машиналарға күрделі медициналық деректерді тиімді түсіндіруге және талдауға мүмкіндік беретінін атап өтеді, бұл дәрігерлердің уақытын үнемдеуге және диагностикалық қателердің ықтималдығын азайтуға мүмкіндік береді. Мақалада осы саладағы соңғы зерттеулерге шолу жасалады, соның ішінде скрининг және диагностикалық әдістер және көз түбінің кескіндерінен көз торының тамырларын алу, бұл жүйелер тап болатын қиындықтарға баса назар аударылады.

Кумар және Гупта ретинальды қан тамырларын сегменттеу және жіктеу үшін тиімді гибриді терең оқыту әдісін ұсынды. Суреттер сапаны жақсарту үшін алдын ала өңделеді, содан кейін маңызды сегменттерді бөлектеу үшін жаңа EFCM кластерлеу схемасы пайдаланылады. Кескіндерді ыдыстың қалыңдығы бойынша топтау есептеу күрделілігін азайтуға көмектеседі. DRIVE, STARE және HRF дерекқорларындағы эксперименттер ұсынылған модель жоғары дәлдік көрсеткіштеріне (DRIVE үшін 99%, STARE және HRF үшін 98%) қол жеткізе отырып, заманауи әдістерден асып түсетінін көрсетеді. Abbood және т.б. қант диабетімен ауыратын науқастарда көру қабілетінің жоғалуын



болдырмау үшін диабеттік ретинопатияның (ДР) ерте диагностикасының маңыздылығына назар аударады. Олар сетчатки фотосуреттерінің айқындылығы мен контрастын жақсарту үшін пайдаланылатын көз түбінің кескінін жақсарту алгоритмін ұсынады. Алгоритм кескіндерді қию және шуды азайту үшін Гаусс бұлдырлығын қолдану қадамдарын қамтиды. EyePACS және MESSIDOR деректер жинақтарында жүргізілген эксперименттік нәтижелер жақсартылған кескіндердегі мүмкіндіктерді алу мен жіктеудің айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді. Жақсартылған алгоритм сонымен қатар смарт ауруханаларда медициналық заттардың интернеті (IoMT) қолданбасы ретінде сәтті сынақтан өтті, бұл оның медициналық тәжірибеде практикалық қолдану мүмкіндігін көрсетті. Жданов және т.б. электроретинография көмегімен ретинальды дистрофияны диагностикалау әдісін ұсынады және дәл диагноз үшін медициналық шешім қабылдауды қолдау алгоритмін әзірледі. Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, алгоритм әртүрлі жастағы пациенттердегі электроретинограмма сигналдарының толқындық скалограммаларынан алынған параметрлерге негізделген. Зерттеу балалар мен ересектердің электроретинограмма сигналдарының таңбаланған дерекқорын пайдалануды қамтиды. Жұмыстың ғылыми жаңалығы электроретинограмма сигналының толқындық скалограммасының параметрлерін талдауға арналған арнайы математикалық-алгоритмдік бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуде жатыр. Ұсынылған алгоритм сонымен қатар классикалық талдау әдісімен салыстырғанда ересектер мен балалардағы электроретинограмма сигналдарының дәлірек жіктелуін қамтамасыз етеді.

### **Әдістер мен материалдар**

Терең оқыту әдістерін қолдана отырып, көз торын зерттеу және талдау, бұл жағдайда «muti таңбасының жіктелуі» деп те аталатын көп класты классификацияға бағытталған. Бұл тәсіл әрбір ретинальды кескінді көздің әртүрлі құрылымдарына немесе күйлеріне сәйкес бірнеше класстарға жіктеуге болады деп болжайды. Офтальмология аясында бұл әртүрлі аурулардың жіктелуін, тордың құрылымдарының өзгерістерін немесе ерекшеліктерін қамтуы мүмкін. Класстардың мысалдарына макулярлы дегенерация, глаукома, диабеттік ретинопатия және қалыпты тор қабық сияқты жағдайлар жатады. Терең оқытуды қолданатын көп класты жіктеу көздің тор қабығына негізделген әртүрлі көз жағдайларын дәлірек және автоматтандырылған анықтауға мүмкіндік береді. Бұл көз ауруларын ерте диагностикалау және бақылау үшін үлкен маңызға ие, бұл өз кезегінде офтальмологиялық көмектің сапасын арттыруға көмектеседі.

EfficientNetB0 архитектурасы үлгі дәлдігі мен өлшемін оңтайландыруға арналған тиімді үлгілер тобының бөлігі болып табылады. Стратегия күрделі масштабтау коэффициентін пайдалана отырып, желінің үш өлшемін, соның ішінде енді, тереңдікті және ажыратымдылықты кешенді масштабтауға негізделген. EfficientNetB0 осы топтағы негізгі үлгі болып табылады, ол үлкенірек және күштірек вариацияларды дамыту үшін бастапқы нүкте ретінде

қызмет етеді. 1-суретте көрсетілгендей, тек бір өлшемді масштабтаумен шектелетін дәстүрлі тәсілдерден айырмашылығы, EfficientNet бір уақытта барлық үш өлшемді масштабтайды, бұл салыстырмалы немесе тіпті кішірек үлгі өлшемімен жоғары дәлдікке қол жеткізуге көмектеседі. DenseNet, өз кезегінде, қабаттар арасындағы «тығыз» байланыстар ерекшелігімен ерекшеленеді, мұнда әрбір қабат барлық алдыңғы қабаттардан кіріс алады. DenseNet-тен айырмашылығы, EfficientNet мұндай тығыз байланыс құрылымын пайдаланбайды, бұл параметрлер санының айырмашылығына әкеледі. DenseNet169 әдетте модель өлшемін және шығару уақытын ұлғайта алатын тығыз қосылымына байланысты көбірек параметрлерге ие. Есептеу тиімділігі тұрғысынан EfficientNetB0 әдетте DenseNet169-мен салыстырғанда салыстырмалы немесе одан да жақсырақ өнімділікке қол жеткізу үшін аз есептеу ресурстарын қажет етеді. Бірқатар тапсырмалар мен деректер жиындарында EfficientNet DenseNet-тен азырақ параметрлер санымен дәлдікте асып түседі. EfficientNetB0 үлгісі DenseNet169 сияқты басқа архитектуралармен салыстырғанда салыстырмалы түрде кішірек өлшемде жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін нейрондық желілерді масштабтауға заманауи тәсілді ұсынады. Бұл модельдер арасындағы таңдау тапсырманың нақты талаптарына, қол жетімді есептеу ресурстарына және деректер сипаттамаларына негізделуі керек.

Офтальмология саласында EfficientNet және DenseNet сияқты терең оқыту әдістерін қолдану көз торының құрылымдарын талдауды автоматтандырудың негізгі қадамына айналууда. Бұл инновациялық әдістер адам қателігіне тәуелділікті азайтып, көздің әртүрлі жағдайларын тезірек және дәлірек диагностикалауды қамтамасыз етеді. Сайып келгенде, мұндай технологиялар медициналық көмектің сапасын жақсартуға және офтальмологиядағы емдеу стратегияларын оңтайландыруға уәде береді.



Сур. 1. Терең оқыту әдістерінің архитектурасы  
(Fig. 1. Architecture of deep learning models)

### Нәтижелер және оларды талқылау

Біздің зерттеулерімізде біз офтальмологияда тор қабық құрылымдарын автоматтандырылған талдау үшін терең оқыту әдістерін сәтті енгіздік. EfficientNet және DenseNet үлгілерін пайдаланған нәтижелеріміз көз құрылымдарының автоматтандырылған талдауы саласындағы елеулі жетістіктерді растады. Нәтижелеріміздің контекстінде болашақ зерттеулердің ықтимал шектеулері мен ықтимал бағыттарын талқылау да маңызды. Біз алгоритмдерді онтайландыру, патологиялардың әртүрлілігін есепке алу үшін деректер жиынын кеңейту және әртүрлі пациент топтарына үлгілерді мұқият бейімдеу перспективаларын көреміз. Осылайша, терең оқытуды, атап айтқанда EfficientNet және DenseNet-ті офтальмология саласында қолдану көз ауруларын диагностикалау процестерін автоматтандыру және жетілдіру үшін айтарлықтай мүмкіндіктер береді. Зерттеу нәтижесінде машиналық оқыту үлгілерінің өнімділігі, атап айтқанда DenseNet169 және EfficientNetB0 оқыту және тексеру кезеңдерінде салыстырылды. DenseNet169 және EfficientNetB0 үшін оқыту және тексеру жоғалтулары жоғары бастапқы мәндерді көрсетеді, одан кейін тұрақты төмендеу және әртүрлі соңғы мәндер. DenseNet169 уақыт өте келе жоғалтудың төмендеу тенденциясын көрсетеді, үстіртке жетеді, ал EfficientNetB0 сонымен қатар жаттығу кезінде жоғалтудың тұрақты төмендеуін көрсетеді. Дәлдікке қатысты, DenseNet169 және EfficientNetB0 оқу әдістерінің екеуі де 2-суретте көрсетілгендей уақыт өте келе өсетін мәндерді көрсетеді. Дегенмен, EfficientNetB0 DenseNet169-мен салыстырғанда валидация кезеңінде жоғары дәлдік мәнімен ерекшеленеді. Қорытынды нәтижелер EfficientNetB0 қаралған көрсеткіштерде DenseNet169-дан асып түсетінін көрсетеді, бұл тексеру кезеңінде төменгі соңғы жоғалтуды және жоғары дәлдікті көрсетеді. Атап айтқанда, EfficientNetB0 0,1152 соңғы жаттығу шығынын және 0,2025 валидация жоғалтуын көрсетті, сәйкес соңғы жаттығу дәлдігі 95,66% және валидация 92,77 %. DenseNet169 сәйкесінше 0,1811 және 0,2582 соңғы жаттығулар мен валидация шығындарына ие болса да, 2(a) суретінде көрсетілгендей соңғы жаттығу дәлдігі 93,32 % және валидация дәлдігі 91,12 %. Осылайша, ұсынылған деректер негізінде, 2(b) суретте EfficientNetB0 моделі DenseNet169-мен салыстырғанда тиімдірек нәтижелерді көрсетеді, бұл оның қарастырылған өнімділік көрсеткіштері контекстіндегі артықшылықтарын растайды.

Бұл зерттеуде біз әртүрлі ауруларды анықтау және жіктеу үшін сетчатка бейнелеріне терең талдау жасадық. Тор қабық – көруде басты рөл атқаратын көздің ерекше құрылымы және тордың аурулары көру қабілетінің төмендеуіне немесе жоғалуына әкелуі мүмкін. Осылайша, көздің торлы қабығының ауруларын жылдам және дәл диагностикалау офтальмологиядағы негізгі аспект болып табылады. Жаттығудың жалпы үлгісі 1920 суреттен тұрды, олар әртүрлі көз торының ауруларын бейнелейді. Модельдерді оқыту және тексеру үшін деректердің жеткілікті көлемін қамтамасыз ету үшін аурулардың мүмкін болатын барлық кластарының ішінен ең көп санда ұсынылғандары (әр сынып

үшін 100-ден астам сурет) таңдалды. Нәтижесінде келесі бес класс таңдалды: i) 376 суреті бар диабеттік ретинопатия (DR), ii) 317 суреті бар макулярлы тесік (MH), iii) 138 суреті бар диабеттік нейропатия (DN), iv) типке тән лимфа 186 кескіні бар түйін (TSLN) және v) 282 кескіні бар оптикалық дискіні тарту (ODC).

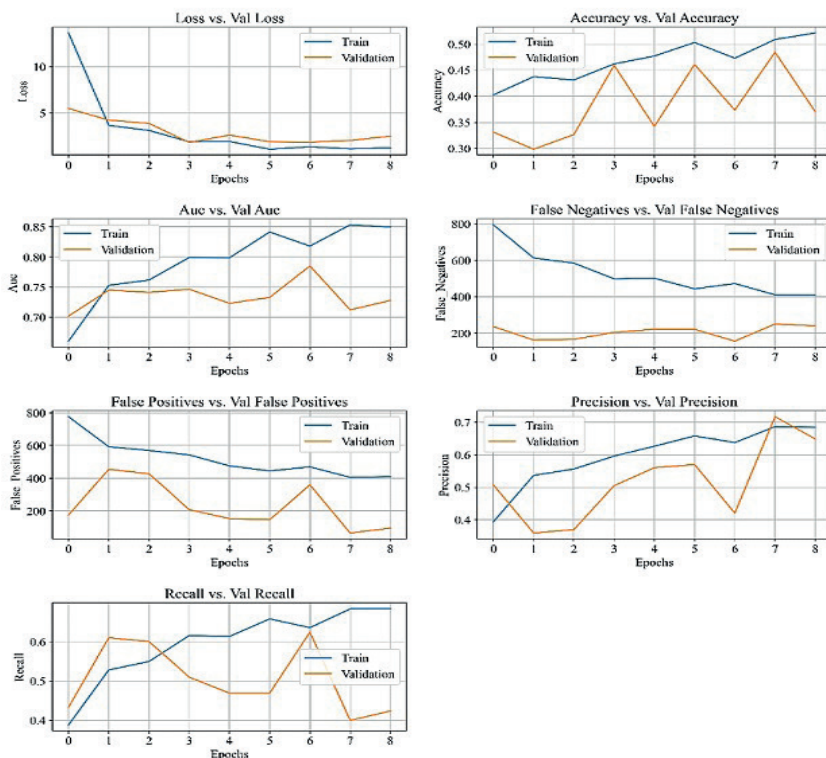
Кескінді жіктеу үшін тереңдетілген екі жетілдірілген оқу архитектурасы пайдаланылды: DenseNet169 және EfficientNetB0. Бұл архитектуралар компьютерлік көру бойынша бірқатар байқаулар мен зерттеулерде олардың жоғары көрсеткіштері негізінде таңдалды. Тор қабық деректері бойынша оқыту және тексеруден кейін EfficientNetB0 3-суретте көрсетілгендей валидация кезеңінде жоғалту және дәлдік бойынша DenseNet169-ға қарағанда жақсырақ жұмыс істеді.

Екінші жағынан, DenseNet жақсы жұмыс істегенімен, кейбір көрсеткіштер бойынша EfficientNet-тен сәл төмен болды. Дегенмен, бұл әдіс сонымен қатар жоғары өнімділікті қамтамасыз етті, бұл оны тордың құрылымдарын автоматтандырылған талдаудың маңызды құралына айналдырды. Әрбір модельдің өнімділігі нақты зерттеу шарттарына, пайдаланылатын деректердің сипаттамаларына және диагностикалық мақсаттарға байланысты болуы мүмкін екенін ескеру маңызды. Осылайша, 4-суретте көрсетілгендей, EfficientNet және DenseNet арасындағы таңдауды белгілі бір тапсырманың контекстімен және белгілі бір клиникалық сценарийдің талаптарымен негіздеуге болады.

Екі үлгі үшін де жоғалтулар мен дәлдік сызбаларын талдау арқылы оқыту мен тексеруге арналған жоғалтулар сызбасы уақыт өте келе тұрақты төмендеуді көрсетеді, бұл сәтті жаттығуды көрсетеді. Бастапқы жоғалту әлдеқайда жоғары және ол да уақыт өте азайса да, екілік классификациямен салыстырғанда жоғары болып қалады. Бинарлы классификация және валидация бойынша оқытудың дәлдігі жоғары мәндерге жете отырып, тұрақты түрде артады. Көп класты классификация мен валидацияның оқыту дәлдігі де артады, бірақ екілік классификациямен салыстырғанда төмен болып қалады. Екілік классификация негізінен екі сыныпты немесе күйді ажыратады, бұл модель көптеген класстарды ажырата алатын көп класты классификациямен салыстырғанда тапсырманы салыстырмалы түрде қарапайым етеді. Көп класты классификацияда мүмкіндіктер кеңістігі әлдеқайда күрделене түседі және модель екілік классификаторларға ұқсас өнімділікке жету үшін көбірек оқу уақыты мен деректерді талап етеді. Сонымен қатар, көп класты жіктеу кезінде кездейсоқ болжау ықтималдығы екілік классификацияға қарағанда әлдеқайда төмен, бұл модельдің бастапқы көрсеткіштеріне де әсер етуі мүмкін. Тор қабықтағы кескіндер жағдайында әртүрлі аурулардың ұқсас визуалды ерекшеліктері болуы мүмкін, бұл көп класты жіктеу тапсырмасын одан да қиынырақ етеді. Мұндай орталарда тиімді оқыту күрделірек үлгілерді, қосымша деректерді және мүмкін деректерді кеңейту немесе тасымалдау оқыту әдістерін пайдалануды талап етеді. Қорытындылай келе, екілік және көп класты жіктеу арасындағы өнімділіктегі айырмашылықтарды

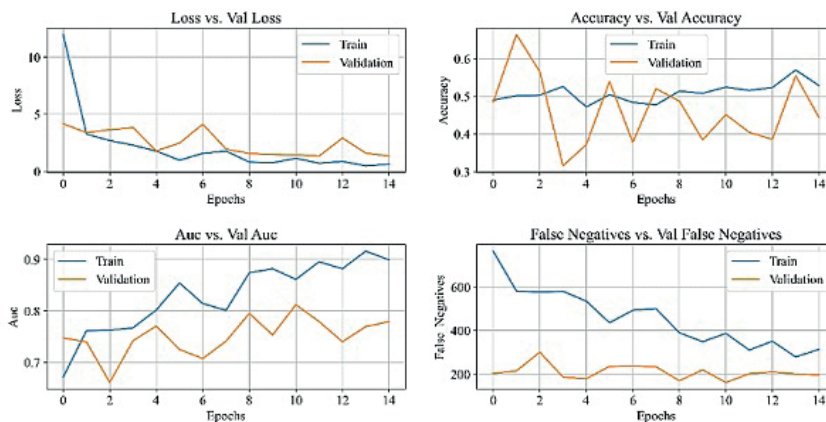
тапсырманың күрделілігімен, деректер көлемі мен сапасымен және модель архитектурасының мүмкіндіктерімен түсіндіруге болады. Бұл нақты тапсырма мен қолда бар деректерге байланысты сәйкес үлгі мен оқыту стратегиясын таңдаудың маңыздылығын көрсетеді.

Training History of the DenseNet169 Model

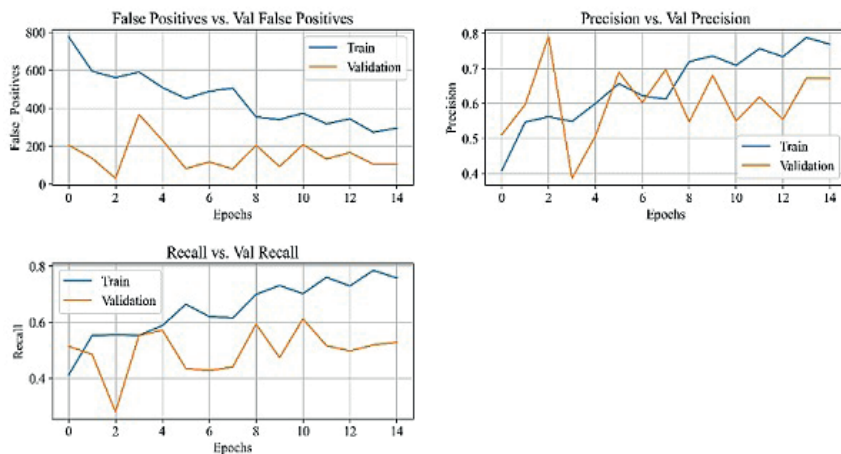


(a)

Training History of the EfficientNetB0 Model

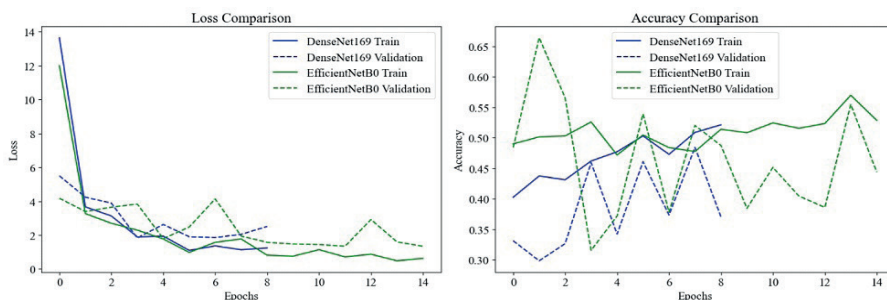






(б)

Сур. 2. Терең оқыту үлгілерінің дәлдік көрсеткіштері (а) DenseNet169 үлгісіне сәйкес және (б) EfficientNet үлгісіне сәйкес  
 (Fig. 2. Accuracy metrics of deep learning models (a) according to the DenseNet169 model and (b) according to the EfficientNet model)



Сур. 3. Терең оқыту әдістерінің көрсеткіштерін салыстырмалы талдау  
 (Fig. 3. Comparative analysis of the performance of deep learning methods)

### Қорытынды

Қорытындылай келе, офтальмологияда ретинальды құрылымдарды автоматтандырылған талдау үшін терең оқыту әдістерін EfficientNet және DenseNet қолдану бойынша зерттеу маңызды қорытындыларды анықтады. EfficientNet әдісі ретинальды құрылымдарды талдау тапсырмасында әсерлі жоғары дәлдікті көрсетті. Алынған нәтижелер оның тиімділігін және клиникалық тәжірибеде қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Жоғары классификациялық дәлдік мәндерінде көрсетілген EfficientNet тиімділігі оның тордың патологиясын сенімді және дәл тану қабілетін көрсетеді. Бұл тұжырымдар офтальмологиядағы диагностикалық әдістерді жетілдіру, сондай-ақ медициналық шешімдердің тиімділігі мен тиімділігін арттыру үшін маңызды болуы мүмкін. Біздің зерттеуіміз көз ауруларының

диагностикалық процестерін жақсарту, адам қателігіне тәуелділікті азайту және тордың құрылымын талдаудың жалпы дәлдігін арттыру үшін терең оқытудың әлеуетін көрсетеді. Бұл әдістер диагностикалық процесті тездетіп қана қоймайды, сонымен қатар дәлірек және сенімді нәтижелерді уәде етеді. Біздің жұмысымыздың маңызды аспектісі алгоритмдерді оңтайландыруды, деректер жиынын кеңейтуді және әртүрлі пациенттер топтарына үлгілерді бейімдеуді қоса алғанда, осы салада әрі қарай зерттеулер жүргізу қажеттілігін мойындау болып табылады. Бұл көз ауруларын диагностикалау мен емдеуде төңкеріс жасай алатын офтальмологияда шешім қабылдауды қолдаудың кеңірек жүйелерін құру перспективасын ашады..

#### ӘДЕБИЕТТЕР

В. Аллапакам және Ю. Каруна (2023). "Пирамидалық функциялардың гибриді желісі және NET-V0 негізіндегі GIST тиімді анықтау және біріктірілген CT-PET кескініне негізделген сегментация", жұмсақ есептеу. — 1–17, 2023, — doi: 10.1007/s00500-023-08614-x.

В. Хао, М. Хан, Х. Янг, Ф. Хао және Ф. Ли (2021). "EfficientNet негізіндегі қытайлық шөп медицинасын жіктеудің жаңа тәсілі", *Systems Science & Control Engineering*, т.б. — 9. — № 1. — 304–313, 2021, — doi: 10.1080/21642583.2021.1901159.

Г.Б. Абдикеримова, А. Бычков, С.С. Хайрулин, Ф. Мурзин, Н. Русский, Е. Рябчикова және В. Синью (2019). "Электронды микроскопия арқылы алынған кескіндерді талдау", бүгінгі материалдар: еңбектер. — 1 том. — 12, — 90–92 бб. 2019.

Г. Таубаев, Г.Б. Абдикеримова және С.С. Хайрулин (2020). "Машиналық оқыту алгоритмдері және текстуралардың жіктелуі", теориялық және қолданбалы ақпараттық технологиялар журналы. — 1 том. 98. — № 23. — 3854–3866 бб. 2020.

Ж. Тусупов, К. Қожабай, А. Баегизова, Л. Касенова, З. Манбетова, Н. Глазирова және М. Егінбаев (2023). "Текстура типінің бейнесін жақсарту үшін машиналық оқытуды қолдану", Шығыс Еуропалық корпоративтік технологиялар журналы. — 1 том. — 122. — № 2, 2023, — doi: 10.15587/1729-4061.2023.275984.

З. Хан, М. Цзянь және Г.Г. Ванг (2022). "ConvUNetXt: медициналық кескіндерді сегменттеуге арналған тиімді конволюциялық нейрондық желі", білімге негізделген жүйелер. — Том. 253, 2022, — doi: 10.1016/Дж.кноис.2022.109512.

К. Динара, Н. Марғұлан, Т. Ардак және К. Мира (2022). "Көп класты жіктеу есептерін шешу үшін алдын ала дайындалған модельдердің гиперпараметрлерін дәл баптау", *Computer Optics*, т.б. — 46. — № 6. — 971–979 бб. 2022, — doi: 10.18287/2412-6179-CO-1078.

М. Абду (2022). "Әдебиеттерге шолу: Медициналық кескіндерді талдауға арналған терең нейрондық желілердің тиімді әдістері", нейрондық есептеу және қолдану. — 1 том. 34. — № 8. — 5791–5812 бб. 2022, — doi: doi.org/10.1007/s00521-022-06960-9.

М. Есенова, Г. Абдикеримова, Г. Мурзабекова, К. Нұрбол, Н. Глазирова, С. Адиканова және Ниязова Р. (2023). "Ғарыштық кескіндерді өңдеу үшін ақпараттық текстуралық Заңның Маска әдістерін қолдану", халықаралық Электротехника және есептеу техникасы журналы. — 1 том. 13. — № 4. — 4557–4566 бб. 2023, — doi: 10.11591/ijece.v13i4.64557-4566.

М.С. Гириш Бабу (2021). "Дақылдарды гиперспектральды жіктеу үшін семантикалық белгілерді алу әдісі", Индонезия Электротехника және информатика журналы (IJECS). — Том. 23. — № 1. — 387–395 бб. — шілде. 2021, — doi: 10.11591/ijeecs.v23.i1.387-395.

М. Цунеки (2022). "Медициналық бейнелеуді талдаудағы терең оқыту модельдері", *Journal of Oral Biosciences*, т.б. — 64. — № 3. — 312–320, 2022, — doi: 10.1016/j.job.2022.03.003.

Н. Андриянов, В.Е. Дементьев және А.Г. Ташлинский (2022). "Суреттердегі объектілерді анықтау: ықтималдық қатынастарынан масштабталатын және тиімді нейрондық желілерге дейін", компьютерлік оптика. — 1 том. 46. — № 1. — 139–159 бб. 2022, — doi: 10.18287/2412-6179-CO-922.



С. Гонг, Дж. Лю, М. Гонг, Дж. Ли, В.А. Бхатти және Дж. Ма (2022). "Қалдық тығыздық желісіне негізделген сенімді медициналық нөлдік су таңбасы алгоритмі", *IET Biometrics*, т.б. — 11. — № 6. — 547–556 бб. 2022, — doi: 10.1049/bme2.12100.

С.М. Панчал және Шивапутра (2022). "Таза қолтанбаның таралуын сипаттау арқылы гиперспектральды кескіндегі объектілерді дәл анықтау", халықаралық Электротехника және есептеу журналы (IJECE). — Том. 12. — № 6. — 6068–6078 бб. 2022, — doi: 10.11591/ijece.v12i6.pp6068-6078.

Т. Ляо, Л.Ли, Р. Оуян, Х. Лин, Х. Лай, Г. Ченг және Дж. Ма (2023). " DenseNet конволюциялық нейрондық желісінің көмегімен маммографиядағы асимметрияның жіктелуі", Еуропалық радиология ашық журналы. — 1 том. — 2023 жылғы 11 желтоқсан, — doi: 10.1016/j.ejro.2023.100502...

Ф. Бехрад және М.С. Абаде (2022). "Медициналық деректерді мультимодальды талдауға арналған терең оқыту әдістеріне шолу", қолданбалы сараптамалық жүйелер. — Том. 200. 2022, — doi: 10.1016/j.eswa.2022.117006.

## REFERENCES

C. Gong, J. Liu, M. Gong, J. Li, U.A. Bhatti, and J. Ma (2022). "Robust medical zero-watermarking algorithm based on Residual-DenseNet," *IET Biometrics*. — Vol. 11. — no. 6. — Pp. 547–556, 2022, — doi: 10.1049/bme2.12100.

F. Behrad, and M.S. Abadeh (2022). "An overview of deep learning methods for multimodal medical data mining," *Expert Systems with Applications*. — Vol. 200, 2022, — doi: 10.1016/j.eswa.2022.117006.

G.B.Abdikerimova, A.L. Bychkov, S.S. Khayrulin, F.A. Murzin, N.E. Russkikh, E.I. Ryabchikova, and W. Xinyu (2019). "Analysis of images obtained by the transmission electronic microscopy," *Materials Today: Proceedings*. — Vol. 12. — Pp. 90–92, 2019.

G. Taubayev, G.B. Abdikerimova, A.L. Bychkov, E.I. Ryabchikova, F.A. Murzin, N.E. Russkikh, and S.S. Khairulin (2020). "Machine learning algorithms and classification of textures," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. — Vol. 98. — no. 23. — Pp. 3854–3866, 2020.

J. Tussupov, K. Kozhabai, A. Bayegizova, L. Kassenova, Z. Manbetova, N. Glazyrina, and M. Yeginbayev (2023). "APPLYING MACHINE LEARNING TO IMPROVE A TEXTURE TYPE IMAG," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — Vol. 122. — no. 2. 2023, — doi: 10.15587/1729-4061.2023.275984.

K. Dinara, N. Margulan, T. Ardak, and K. Mira (2022). "Fine-tuning the hyperparameters of pre-trained models for solving multiclass classification problems," *Computer Optics*. — Vol. 46. — no. 6. — Pp. 971–979, 2022, — doi: 10.18287/2412-6179-CO-1078.

M.A. Abdou (2022). "Literature review: Efficient deep neural networks techniques for medical image analysis," *Neural Computing and Applications*. — Vol. 34. — no. 8. — Pp. 5791–5812, 2022, — doi: doi.org/10.1007/s00521-022-06960-9.

M. Tsuneki (2022). "Deep learning models in medical image analysis," *Journal of Oral Biosciences*. — Vol. 64. — no. 3. — Pp. 312–320, 2022, — doi: 10.1016/j.job.2022.03.003.

M. Yessenova, G. Abdikerimova, G. Murzabekova, K. Nurbol, N. Glazyrina, S. Adikanova, and Niyazova R. (2023). "Application of informative textural Law's masks methods for processing space images," *International Journal of Electrical & Computer Engineering*. — Vol. 13. — no. 4. — Pp. 4557– 4566, 2023, — doi: 10.11591/ijece.v13i4.pp4557-4566.

N.A. Andriyanov, V.E. Dementiev, and A.G. Tashlinskii (2022). "Detection of objects in the images: From likelihood relationships towards scalable and efficient neural networks," *Computer Optics*. — Vol. 46. — no. 1. — Pp. 139–159, 2022, —doi: 10.18287/2412-6179-CO-922.

N.N. Prakash, V. Rajesh, D.L. Namakhwa, S.D. Pande, and S.H. Ahammad (2023). "A DenseNet CNN-based liver lesion prediction and classification for future medical diagnosis," *Scientific African*. — Vol. 20, 2023, — doi: 10.1016/j.sciaf.2023.e01629.

T. Liao, L. Li, R. Ouyang, X. Lin, X. Lai, G. Cheng, and J. Ma (2023). "Classification of asymmetry in mammography via the DenseNet convolutional neural network," *European Journal of Radiology Open*. — Vol. 11, 2023, — doi: 10.1016/j.ejro.2023.100502.

V. Allapakam and Y. Karuna (2023). “A hybrid feature pyramid network and Efficient Net-B0-based GIST detection and segmentation from fused CT-PET image,” *Soft Computing*. — Pp. 1–17, 2023, — doi: 10.1007/s00500-023-08614-x.

W. Hao, M. Han, H. Yang, F. Hao, and F. Li (2021). “A novel Chinese herbal medicine classification approach based on EfficientNet,” *Systems Science & Control Engineering*. — Vol. 9. —no. 1. — 304–313, 2021, — doi: 10.1080/21642583.2021.1901159.

Z. Han, M. Jian, and G.G. Wang (2022). “ConvUNeXt: An efficient convolution neural network for medical image segmentation,” *Knowledge-Based Systems*. — Vol. 253, 2022, — doi: 10.1016/j.knosys.2022.109512.

## МАЗМҰНЫ

<b>К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан</b> АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТИҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МОДЕЛІН ТАЛДАУ.....	7
<b>Ж.С. Алимова, Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абеннова, Г.С. Балгабаева, Л.З. Исабекова</b> ДЕРЕКТЕРДЕГІ АЙҚЫН ЕМЕС БАЙЛАНЫСТАРДЫ АНЫҚТАУДА В. ЛЕОНТЬЕВТИҢ ЕНГІЗУ-ШЫҒАРУ МОДЕЛІН ҚОЛДАНУ.....	21
<b>А.Х. Абишева, Б.Б. Ибраева, Н.Т. Телибаева, Д. Муса, К.Г. Балгинбаева</b> ГЕОИНФОРМАТИКА: ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СИНТЕЗІ.....	32
<b>А.С. Баегизова, А.Х. Касымова, А.М. Бисенгалиева, Б.О. Мухаметжанова, М.Ж. Базарова</b> МӘТІНДІК СИПАТТАМАЛАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ГЕНЕРАТИВТИ ҚАРСЫЛАС ЖЕЛШЕРДІ ПАЙДАЛАНЫП КЕСКІНДЕРДІ ЖАСАУ.....	43
<b>А.Г. Батырханов, С.Р. Шармуханбет</b> ЛАТЫН ЖӘНЕ ҚАЗАҚ ЛАТЫН ӘЛІПБИІ.....	59
<b>Д.Г. Габдуллаев, И. Жансері, А.Б. Айдарбекова, Ш.Ж. Мусиралиева</b> ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕ СУРЕТТЕРГЕ СТЕГОТАЛДАУ ЖАСАУ.....	75
<b>А.Х. Давлетова, Е.Т. Асан, А.Х. Касымова, А.Б. Медешова</b> БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІ ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ.....	99
<b>Б.А. Ерназарова, В.В. Стекольников, К.А. Айтбозова, С.Х. Сарамбетова, С.Д. Абжанов</b> ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ ОНЫ БІЛІМ БЕРУДЕ ҚОЛДАНУ.....	110
<b>Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, А. Адамова, Е. Марденов, Н. Карабаев</b> СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛШЕРГЕ ШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ: XGBOOST ЖӘНЕ SGD ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	121
<b>А.М. Джумагалиева, А.Ә. Шекербек, М.Г. Байбулова, А.И. Онгарбаева, А.К. Токкулиева</b> ЭЛЕКТРОНДЫҚ ДАУЫС БЕРУ ЖҮЙЕСІНЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕНГІЗУДІ ТАЛДАУ.....	136
<b>А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Ж.Т. Бельдеубаева, Г.О. Исакова, Н.Т. Исаева</b> ОФТАЛЬМОЛОГИЯДА ТОР ҚАБЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ТАЛДАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	152
<b>А.Е. Ибраимкулов, А.С. Еримбетова, Б. Сакенов</b> МӘТІНДІ ҚАЗАҚ ТІЛІНЕН ЫМДАУ ТІЛІНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК АУДАРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	166
<b>Г.Н. Кажатова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова</b> КОРПОРАТИВТІК БІЛІМДІ БАСҚАРУДАҒЫ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	177
<b>М.Ж. Қалдарова, А.С. Аканова, А.Е. Назырова, А.С. Муканова, Г.К. Муратова</b> MACHINE LEARNING КӨМЕГІМЕН ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ШЕКАРАЛАРЫН АНЫҚТАУ.....	192

<b>А.Е. Кулакаева, Б.Ж. Медетов, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Н. Албанбай</b>	
ЖЕРСЕРІКТІК РАДИОБАҚЫЛАУ БАРЫСЫНДА КАЛМАН СҮЗГІШІ АРҚЫЛЫ СИГНАЛДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ.....	212
<b>Ө.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, Ә.А. Айтқазина, С.М. Даулбаев, Н.Ө. Жұмажан</b>	
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ СЕКТОРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ АРҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРА БАЛАНСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	225
<b>Т.М. Мұратов, М.А. Кантурева, А.С. Омарбекова, А.Ж. Қарипжанова, Ж.Ж. Қайсанова</b>	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АВИАЦИЯ САЛАСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ІТ ШЕШІМДЕРДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ.....	248
<b>Ш.Ж. Мусиралиева, Қ. Бағитова, К. Байсылбаева, М. Болатбек, Қ.Азанбай</b>	
ОНЛАЙН ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРІ БЕЙНЕЛЕРІН ӨҢДЕУ АРҚЫЛЫ САЯСИ ЭКСТРЕМИЗМДІ АНЫҚТАУ МОДЕЛІ.....	260
<b>Г.С. Омарова, А.Н. Жәкіш, Ю.К. Жүсіпбек, А.А. Мырзамуратова, А.Б. Бексейтова</b>	
ДЕРЕКТЕР ҚӨЛЕМІН ҰЛҒАЙТУ ҮШІН ГЕНЕРАТИВТІ ҚАРСЫЛАС ЖЕЛІЛЕРДІ (GANS) ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ДЕРЕКТЕРДІ ГЕНЕРАЦИЯЛАУ.....	283
<b>С.К. Серикбаева, Г.А. Шангытбаева, А.Г. Батырханов, З.Д. Айдаралиева, К.А. Ибрагимова</b>	
ҒЫЛЫМИ-БІЛІМ БЕРУ ҚЫЗМЕТІ САЛАСЫНДАҒЫ ҚҰЖАТТАРҒА ҚОЛ ЖЕТКІЗУДІҢ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ МЕН ӘДІСТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	297
<b>М.А. Сексембаева</b>	
СТАТИКАЛЫҚ ТЫНУЫ БАР КӨП ЖОЛАҚТЫ АРНАЛАР АРҚЫЛЫ ШУҒА ТӨЗІМДІ КОДТАУЫ БАР ЦИФРЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ.....	317
<b>А.Ж. Танирбергенов, Н.Ә. Жұматай, В.Е. Махатова, А.Т. Абдыхалық, Г.А. Шангытбаева</b>	
ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУДАҒЫ КОММУНИКАЦИЯНЫҢ РӨЛІ: «ҰАТ» АҚ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ СТРАТЕГИЯЛАРЫ.....	327
<b>Б. Тасуов, Б.О. Шинибеков</b>	
ОРТА МЕКТЕПТЕ КОМПЬЮТЕРЛІК ГРАФИКАНЫ ОҚЫТУДА ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРДІ ДАМЫТУ.....	341
<b>А.С. Тынықұлова, А.А. Мұханова, М.К. Тынықұлов, Р.С. Қуанышева, М.М. Иманғалиев</b>	
СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АЙЫРТАУ АУДАНЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА ЖЕР РЕСУРСТАРЫН ОҢТАЙЛЫ ПАЙДАЛАНУ ҮШІН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІ ҚҰРУ АЛГОРИТМІ.....	356
<b>Ж.С. Такенова, А.А. Ташев</b>	
БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ БАСҚАРУ МІНДЕТТЕРІН ШЕШУДІҢ ЖАҢА ТӘСІЛДЕРІ.....	368

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	7
<b>Ж.С. Алимова<sup>†</sup>, Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абенова, Г.С. Балгабаева, Л.З. Исабекова</b> ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ВВОДА-ВЫВОДА В. ЛЕОНТЬЕВА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕЯВНЫХ СВЯЗЕЙ В ДАННЫХ.....	21
<b>А.Х. Абишева, Б.Б. Ибраева, Н.Т. Телибаева, Д. Муса, К.Г. Балгинбаева</b> ГЕОИНФОРМАТИКА: СИНТЕЗ ГЕОГРАФИИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	32
<b>А.С. Баегизова, А.Х. Касымова, А.М. Бисенгалиева, Б.О. Мухаметжанова, М.Ж. Базарова</b> ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНО- СОСЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕКСТОВЫХ ОПИСАНИЙ.....	43
<b>А.Г. Батырханов, С.Р. Шармуханбет</b> О ЛАТЫНИ И КАЗАХСКОЙ ЛАТИНИЦЕ.....	59
<b>Д.Г. Габдуллаев, И. Жансери, А.Б. Айдарбекова, Ш.Ж. Мусиралиева</b> СТЕГОАНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	75
<b>А.Х. Давлетова, Е.Т. Асан, А.Х. Касымова, А.Б. Медешова</b> ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	99
<b>Б.А. Ерназарова, В.В. Стеколыщиков, К.А. Айтбозова, С.Х. Сарамбетова, С.Д. Абжанов</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	110
<b>Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, А. Адамова, Е. Марденов, Н. Карабаев</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ XGBOOST И SGD.....	121
<b>А.М. Джумагалиева, А.А. Шекербек, М.Г. Байбулова, А.И. Онгарбаева, А.К. Токкулиева</b> АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ.....	136
<b>А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Ж.Т. Бельдеубаева, Г.О. Исакова, Н.Т. Исаева</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУР СЕТЧАТКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ.....	152
<b>А.Е. Ибраимкулов, А.С. Еримбетова, Б. Сакенов</b> ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЕРЕВОДА ТЕКСТА С КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА НА ЖЕСТОВЫЙ ЯЗЫК.....	166
<b>Г.Н. Кажатова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова</b> ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КОРПОРАТИВНЫМИ ЗНАНИЯМИ.....	177
<b>М.Ж. Калдарова, А.С. Аканова, А.Е. Назырова, А.С. Муканова, Г.К. Муратова</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ MACHINE LEARNING.....	192

<b>А.Е. Кулакаева, Б.Ж. Медетов, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Н. Албанбай</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ СПУТНИКОВОМ РАДИОМНИТОРИНГЕ.....	212
<b>О.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, А.А. Айтказина, С.М. Даулбаев, Н.О. Жумажан</b> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО БАЛАНСА ПУТЕМ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЕКТОРЕ.....	225
<b>Т.М. Муратов, М.А. Кантурева, А.С. Омарбекова, А.Ж. Карипжанова, Ж.Ж. Кайсанова</b> АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИТ РЕШЕНИЙ В АВИАЦИОННОЙ СФЕРЕ КАЗАХСТАНА.....	248
<b>Ш.Ж. Мусиралиева, К. Багитова, К. Байсылбаева, М. Болатбек, К. Азанбай</b> МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОНЛАЙН СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА.....	260
<b>Г.С. Омарова, А.Н. Жакиш, Б.К. Жусипбек, А.А. Мырзамуратова, А.Б. Бексейтова</b> ГЕНЕРАЦИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНО-СОСЪЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ (ГАНС) ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАННЫХ.....	283
<b>С.К. Серикбаева, Г.А. Шангытбаева, А.Г. Батырханов, З.Д. Айдаралиева, К.А. Ибрагимова</b> ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДОВ ДОСТУПА К ДОКУМЕНТАМ В СФЕРЕ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	297
<b>М.А. Сексембаева</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ С ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫМ КОДИРОВАНИЕМ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СО СТАТИЧЕСКИМ ЗАМИРАНИЕМ.....	317
<b>А.Ж. Танирбергенов, Н.А. Жуматай, В.Е. Махатова, А.Т. Абдыхалык, Г.А. Шангытбаева</b> РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ: СТРАТЕГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В АО «НИТ».....	327
<b>Б. Тасуов, Б.О. Шиннибеков</b> РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ.....	341
<b>А.С. Тыныкулова, А.А. Муханова, М.К. Тыныкулов, Р.С. Куанышева, М.М. Имангалиев</b> АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ АЙЫРТАУСКОГО РАЙОНА СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	356
<b>Ж.С. Такенова, А.А. Ташев</b> НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ.....	368

## CONTENTS

<b>K.S. Aldazharov, S.K. Batyrkhan</b> ANALYSIS OF THE MODERN MODEL OF INFORMATION SECURITY.....	7
<b>Z. Alimova, N. Dyussengazina, A. Abenova, G. Balgabayeva, L. Issabekova</b> APPLICATION OF THE I / O MODEL OF V. LEONTIEV IN IDENTIFYING IMPLICIT CONNECTIONS IN DATA.....	21
<b>A.H. Abisheva, B.B. Ibraeva, N.T. Telibaeva, D. Musa, K.G. Balginbayeva</b> GEOINFORMATICS: SYNTHESIS OF GEOGRAPHY AND INFORMATION TECHNOLOGIES.....	32
<b>A.S. Baegizova, A.K. Kassymova, A.M. Bissengaliyeva, B.O. Mukhametzhanova, M.Zh. Bazarova</b> GENERATING IMAGES USING GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS BASED ON TEXT DESCRIPTIONS.....	43
<b>A. Batyrkhanov, S. Sharmukhanbet</b> ABOUT LATIN AND KAZAKH LATIN.....	59
<b>D. Gabdullaev, I. Zhanseri, A. Aidarbekova, Sh. Mussiraliyeva</b> IMAGE STEGO ANALYSIS BASED ON DEEP LEARNING METHODS.....	75
<b>A.Kh. Davletova, Y.T. Assan, A.K. Kassymova, A.B. Medeshova</b> ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION.....	99
<b>B.A. Yernazarova, V.V. Stekolchshikov, K.A. Aitbozova, S.KH. Sarambetova, S.D. Abzhanov</b> ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS APPLICATION IN EDUCATION.....	110
<b>T. Zhukabayeva, L. Zholshiyeva, A. Adamova, Y. Mardenov, N. Karabayev</b> APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR ATTACK DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS: PERFORMANCE ANALYSIS OF XGBOOST AND SGD.....	121
<b>A.M. Jumagaliyeva, A.A. Shekerbek, M.G. Baibulova, A.I. Ongarbayeva, A. Tokkuliyeva</b> ANALYSIS OF IMPLEMENTATION BLOCKCHAIN TECHNOLOGY TO ELECTRONIC VOTING SYSTEM.....	136
<b>A.A. Ismailova, A.A. Nurpeisova, Zh.T. Beldeubayeva, G.O. Issakova, I. Issayeva</b> APPLICATION OF DEEP LEARNING METHODS FOR ANALYSIS OF RETINAL STRUCTURES IN OPHTHALMOLOGY.....	152
<b>A.Ye. Ibraimkulov, A.S. Yerimbetova, B. Sakenov</b> PROBLEMS OF DEVELOPING A SYSTEM FOR COMPUTER TRANSLATION OF TEXT FROM KAZAKH INTO SIGN LANGUAGE.....	166
<b>G. Kazhatova, Zh. Beldeubayeva, A. Ismailova , A. Nurpeisova, G. Issakova</b> INFORMATION TECHNOLOGY IN CORPORATE KNOWLEDGE MANAGEMENT.....	177
<b>M.Zh. Kaldarova, A.S. Akanova, A.E. Nazyrova, A.S. Mukanova, G.K. Muratova</b> DETERMINING FORESTRY BOUNDARIES USING MACHINE LEARNING.....	192
<b>A.E. Kulakayeva, B.Zh. Medetov, A.Z. Aitmagambetov, A.T. Zhetpisbayeva, N. Albanbay</b> DETERMINATION OF THE STABILITY OF THE SIGNAL DETECTION METHOD USING THE KALMAN FILTER IN SATELLITE RADIO MONITORING.....	212



<b>O.Zh. Mamyrbayev, D.O. Oralbekova, A.A. Aitkazina, S.M. Daulbayev, N.O. Zhumazhan</b>	
THERMODYNAMIC MODEL FOR STUDYING THE DYNAMICS OF TEMPERATURE BALANCE BY CALCULATING THERMAL ENERGY IN THE AGRICULTURAL SECTOR.....	225
<b>T. Muratov, M. Kantureeva, A. Omarbekova, A. Karipzhanova, Zh. Kaisanova</b>	
ANALYSIS OF FEATURES IT SOLUTIONS IN THE AVIATION SECTOR OF KAZAKHSTAN.....	248
<b>Sh. Mussiraliyeva, K. Bagitova, K. Baisylbaeva, M. Bolatbek, K. Azanbai</b>	
MODEL FOR PROCESSING IMAGES OF ONLINE SOCIAL NETWORKS USED TO RECOGNIZE POLITICAL EXTREMISM.....	260
<b>G.S. Omarova, A.N. Zhakish, B.K. Zhussipbek, A.A. Myrzamuratova, A.B. Bekseitova</b>	
DATA GENERATION USING GENERATIVE-ADVERSARIAL NETWORKS (GANS) TO INCREASE THE DATA.....	283
<b>S. Serikbayeva, G. Shangytbodyeva, A. Batyrkhanov, Z. Aidaraliyeva, K. Ibragimova</b>	
FORMATION OF THE CONCEPT AND METHODS FOR ACCESSING DOCUMENTS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITIES.....	297
<b>M.A. Seksembayeva</b>	
MODELING OF A DIGITAL COMMUNICATION SYSTEM WITH NOISE-RESISTANT CODING OVER MULTIPATH CHANNELS WITH STATIC FADING.....	317
<b>A. Tanirbergenov, N. Zhumatayn, V. Makhatova, A. Abdykhalyk, G. Shangytbodyeva</b>	
THE ROLE OF COMMUNICATION IN PROJECT MANAGEMENT: STRATEGIES FOR IMPROVING EFFICIENCY IN JSC «NIT».....	327
<b>B. Tassuov, B. Shinibekov</b>	
DEVELOPMENT OF CREATIVE AND TECHNICAL COMPETENCIES IN TEACHING COMPUTER GRAPHICS IN SECONDARY SCHOOL.....	341
<b>A.S. Tynykulova, A.A. Mukhanova, M.K. Tynykulov, R.S. Kuanysheva, M.M. Imangaliyev</b>	
ALGORITHM FOR CREATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR OPTIMAL USE OF LAND RESOURCES ON THE EXAMPLE OF AYYRTAU DISTRICT OF NORTH KAZAKHSTAN REGION.....	356
<b>Zh. Takenova, A. Tashev</b>	
NEW APPROACHES IN SOLVING PROBLEMS OF MANAGEMENT IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS.....	368

## **Publication Ethics and Publication Malpractice the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

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 National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan 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 National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan 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](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 National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

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

**<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Подписано в печать 28.03.2024.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.