

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**

**4 (348)**

**OCTOBER – DECEMBER 2023**

**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 «Халық». 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 «Халық» 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 «Халық» 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 «Халық» 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 Галимкаир 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/>*

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 171–183

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.227>

UDC 004-93

© **T. Zhukabayeva**<sup>1,2,3</sup>, **A. Adamova**<sup>1,3\*</sup>, **B. Khu Ven-Tsen**<sup>1</sup>, **Y. Mardenov**<sup>1</sup>,  
**L. Zholshiyeva**<sup>1</sup>, 2023

<sup>1</sup>International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Astana IT University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: [aigul.adamova@astanait.edu.kz](mailto:aigul.adamova@astanait.edu.kz)

## DETECTION OF SYBIL AND WORMHOLE ATTACKS IN A WIRELESS SENSOR NETWORK

**Zhukabayeva Tamara Kokenovna** — PhD, assoc. professor. International Science Complex «ASTANA», Eurasian National University named after L.N. Gumilyov. Astana, Kazakhstan

E-mail: [tamara\\_kokenovna@mail.ru](mailto:tamara_kokenovna@mail.ru). ORCID: 0000-0001-6345-5211;

**Adamova Aigul Dyusenbinovna** — PhD. International Science Complex «ASTANA», Astana IT University, Astana, Kazakhstan

E-mail: [aigul.adamova@astanait.edu.kz](mailto:aigul.adamova@astanait.edu.kz). ORCID: 0000-0001-7773-9522;

**Khu Ven-Tsen** — Professor. International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan

E-mail: [qbcba@bk.ru](mailto:qbcba@bk.ru). ORCID: 0009-0001-0824-8858;

**Mardenov Yerik Maratuly** — International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan

E-mail: [emardenov@gmail.com](mailto:emardenov@gmail.com). ORCID: 0000-0001-9284-9797;

**Zholshiyeva Lazzat Zulpuharkyzy** — International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan

E-mail: [lazzat.zhol.81@gmail.com](mailto:lazzat.zhol.81@gmail.com). ORCID: 0000-0002-2526-8471.

**Abstract.** One of the promising areas of scientific and technological progress in the development of modern IT is the creation of cyber-physical systems for various purposes based on wireless sensor networks. In this regard, the importance of increasing the efficiency of the operational functioning of these networks, in particular, the security and confidentiality of the information exchange implemented in them, increases. An essential component of this task is countering possible attacks to obtain unauthorized access or disrupt the network maliciously. Sybil attacks and Wormhole attacks are perilous attacks on the sensor and peer-to-peer networks. The study aims to develop tools for detecting Sybil and Wormhole attacks in a wireless sensor network. The paper presents a methodology for searching scientific literature on research problems and provides a taxonomy of network attacks and system functions that identify attacks. The results of an experimental study are presented on the detection and identification of Sybil and Wormhole attack.

**Keywords:** Internet of Things; attacks; wormhole; sybil; attacks; wireless sensor network

**Financing:** This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. № AP19680345).

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

© Т.К. Жукабаева<sup>1,2,3</sup>, А. Адамова<sup>1,3\*</sup>, Б.А. Ху Вен-Цен<sup>1</sup>, Е.М. Марденов<sup>1</sup>,  
Л.З. Жолшиева<sup>1</sup>, 2023

<sup>1</sup>«АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан;

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті. Астана, Қазақстан;

<sup>3</sup>Astana IT университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz

## СЫМСЫЗ СЕНСОР ЖЕЛІСІНДЕГІ SYBIL ЖӘНЕ WORMHOLE ШАБУЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ

**Жукабаева Тамара Кокеновна** — PhD, қауымдастырылған профессор. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті. Астана, Қазақстан

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

**Адамова Айгуль Дюсенбиновна** — PhD. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Astana IT университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz. ORCID: 0000-0001-7773-9522;

**Ху Вен-Цен Борис Александрович** — Профессор. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

E-mail: qbcbba@bk.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858.;

**Марденов Ерік Маратұлы** — «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

E-mail: emardenov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-9284-9797;

**Жолшиева Лаззат Зулпухарқызы** — «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471.

**Аннотация.** Заманауи ақпараттық технологияларды дамытудағы ғылыми-техникалық прогрестің перспективалық бағыттарының бірі сымсыз сенсорлық желілер негізінде әртүрлі мақсаттағы киберфизикалық жүйелерді құру болып табылады. Осыған байланысты аталған желілердің жедел жұмыс істеу тиімділігін арттырудың, атап айтқанда, оларда жүзеге асырылатын ақпарат алмасудың қауіпсіздігі мен құпиялылығын арттырудың маңыздылығы артып отыр. Бұл жұмыстың маңызды құрамдас бөлігі рұқсат етілмеген қатынасты алу немесе желіні қасақана бұзу үшін ықтимал шабуылдарға қарсы тұру болып табылады. Sybil шабуылы және Wormhole шабуылы сенсорлық және тең дәрежелі желілерге қауіпті шабуылдар болып табылады. Зерттеудің мақсаты сымсыз сенсорлық желідегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау құралдарын әзірлеу болып табылады. Мақалада зерттеу мәселелері бойынша ғылыми әдебиеттерді іздеу әдістемесі берілген, сонымен қатар



желілік шабуылдардың таксономиясы мен шабуылдарды анықтайтын жүйелік функциялар берілген. Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша эксперименталды зерттеудің нәтижелері ұсынылған.

**Түйін сөздер:** Интернет заттары; шабуылдар; sybil; wormhole; шабуылдар; сымсыз сенсорлық желі

**Қаржыландыру:** Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі, Ғылым комитетімен қаржыландырылған (Грант № AP19680345).

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

© Т.К. Жукабаева<sup>1,2,3</sup>, А. Адамова<sup>1,3,\*</sup>, В.А. Ху Вен-Цен<sup>1</sup>, Е.М. Марденов<sup>1</sup>,  
Л.З. Жолшиева<sup>1</sup>, 2023

<sup>1</sup> Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан;

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
Астана, Казахстан;

<sup>3</sup> Астана IT Университет, Астана, Казахстан.

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz

## ОБНАРУЖЕНИЕ SYBIL И WORMHOLE АТАК В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

**Жукабаева Тамара Кокеновна** — PhD, ассоциированный профессор. Международный научный комплекс «АСТАНА», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. Астана, Казахстан

E-mail: tamara\_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

**Адамова Айгуль Дюсенбиновна** — PhD, Международный научный комплекс «АСТАНА» Астана, Астана IT Университет, Астана, Казахстан

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz. ORCID: 0000-0001-7773-9522;

**Ху Вен-Цен Борис Александрович** — профессор. Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан

E-mail: qbcbba@bk.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858;

**Марденов Ерік Маратұлы** — Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан

E-mail: emardenov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-9284-9797;

**Жолшиева Лаззат Зулпхаркызы** — Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471.

**Аннотация.** Одним из перспективных направлений научно-технического прогресса в области развития современных IT технологий является создание киберфизических систем различного назначения на основе беспроводных сенсорных сетей. В этой связи возрастает значение повышения эффективности рабочего функционирования указанных сетей, в частности, безопасности и конфиденциальности реализуемого в них информационного взаимодействия. Важную составляющую данной задачи образует противодействие возможным

атакам с целью злонамеренного получения несанкционированного доступа или нарушения работоспособности сети. Sybilattack и Wormhole — особенно опасные атаки на сенсорные и одноранговые сети. Целью исследования является разработка инструментария для обнаружения Sybil и Wormhole атак в беспроводной сенсорной сети. В работе представлена методология поиска научной литературы по проблематике исследования, приведены таксономия сетевых атак и функции системы, идентифицирующие атаки. Авторы продемонстрировали результаты экспериментального исследования по обнаружению и идентификации Sybil и Wormhole атак.

**Ключевые слова:** интернет вещей, червоточина, сивилла, атаки, беспроводная сенсорная сеть

**Финансирование:** Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP19680345).

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

### **Кіріспе**

Қазіргі уақытта сымсыз сенсорлық желілер (WSN) негізіндегі әртүрлі қызметтердің барлық жерде кең таралуына байланысты, олардың жұмыс істеу тиімділігін арттыру, оның ішінде қауіпсіздік пен рұқсат етілмеген қол жеткізуден қорғау мәселелері маңызды болып отыр.

WSN — радиоарна арқылы өзара байланыстырылған көптеген сенсорлар мен қосымша құрылғылардан тұратын өздігінен ұйымдастырылған таралатын байланыс желісі. Олар үлкен аумақтарды қамти алады және әртүрлі өндірістік, әскери және тұрмыстық сипаттағы мәселелердің шешімдерін ұсына алады, және де бұл қазіргі заманғы IT-жүйелерін әзірлеу және енгізу бойынша мамандардың оларға деген қызығушылығын арттырады. Дегенмен, бұл салада жылдам ілгерілеуге кедергі болатын белгілі бір шектеуші факторлар бар. Осы факторлардың ішінде ең маңыздысы WSN-нің әртүрлі желілік шабуылдарға, атап айтқанда Sybil және Wormhole шабуылдарына осалдығы болып табылады.

Sybil — шабуылдаушы жалған нысандардың үлкен санын жасау арқылы «тең-теңімен» желі жүйесіне қауіп төндіретін, сол арқылы жарамсыздығы мен үлкен ықпалға ие болатын шабуыл. Оны алғаш рет Douceur (Douceur, 2002) тең дәрежелі желілерде қауіпсіздікті зерттеу кезінде ашқан. Кейіннен Karlof пен Wagner (Karlof, 2003) шабуылдың бұл түрі WSN-дегі маршруттау механизмдеріне үлкен қауіп төндіретінін көрсетті. Сенсорлық және тең дәрежелі желілерге ерекше қауіп төндіретін шабуыл — ол желі түйіні бір уақытта бірнеше сәйкестендірулерді заңсыз талап ететін Sybil шабуылы ретінде белгілі.

Wormhole — бұл қауіпті шабуыл (Karlof, 2003; Ioannou, 2016), мұнда стратегиялық деңгейдегі екі шабуылдаушы желіге еніп, желідегі (түйіннің)

белгілі бір нүктеден пакеттерді ұстап алады және оларды бұрын таңдалған басқа нүктеге қайта бағыттайды, осылайша бір уақытта екі заңды түйін құрады. Нәтижесінде желілік ақпарат алмасудың басқару мүмкіндігі бұзылады, бұл ақыр соңында желі жұмысында төтенше жағдайға әкеледі.

Өрі қарай мақалада осы WSN осалдықтарының мәселелері бойынша талдау ұсынылған. 1-ші бөлімде WSN желілеріндегі желілік шабуылдарды анықтаудың белгілі тәсілдерін, әдістерін және механизмдерін жүйелеу үшін әдебиеттерге шолу жасалады. 2-ші бөлімде қолданылатын әдебиеттерді іздеу әдістемесі, желілік шабуылдар таксономиясы және оларды анықтау сипатталған. 3-ші бөлімде ұсынылған алгоритмді пайдалана отырып, Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері берілген. Зерттеу Matlab ортасында модельдік есептеулерді жүзеге асыра отырып, берілген топология мен конфигурацияның желілеріне шабуылдарды модельдеу арқылы жүзеге асырылды.

#### *Зерттеу мәселелері бойынша әдебиеттерге шолу*

Қарастырылып отырған мәселе бойынша әдеби шолу жүргізу кезінде бастапқы нүктелер ретінде келесі ережелер қабылданды:

Желілік маршруттауда кез-келген шабуылдар алдын-ала анықталып, тез арада жойылуы керек.

Wormhole шабуыл жағдайында деректер маршруттарда беріледі, ал бұзылған түйін алынған деректерді әртүрлі тәсілдермен теріс пайдаланады.

Sybil шабуылында шабуылдаушы әртүрлі тәсілдермен бұзылған түйінді тарту арқылы жіберілетін деректерді іздейді.

1-кестеде әртүрлі авторлар мен зерттеу топтары қарастырған сымсыз сенсорлық желілердегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтаудың әртүрлі тәсілдерінің, әдістері мен механизмдерінің негізгі аспектілері бойынша жүйеленген әдеби шолудың нәтижелері келтірілген.

*1 кесте. Әдеби шолу деректерін жүйелеу*

Мақала авторлары	Басты идея
Newsome J. et al.	Радиоресурстарды тестілеу және кездейсоқ кілттерді алдын-ала бөлу сияқты бірнеше қорғаныс механизмдерін біріктіру ұсынылды, бұл салыстырмалы түрде жақсы нәтиже берді.
Dhamodharan U.S.R.K. et al.	Аутентификация механизмдеріне негізделген алгоритм ұсынылды.
Almesaeed R. et al.	Сымсыз арна профиліне және сенсорлық түйіндердегі тарату қуатын реттеуге негізделген әдіс ұсынылды. Ұсынылған CPPR механизмі көптеген шабуылдардың алдын алу үшін және жоғары деңгейлі жылдамдығын сақтау үшін олардың беріліс қуатын реттеу үшін сенсор түйіндеріндегі физикалық деңгейдегі жетістіктерден пайда көре алады.
Yuan Y. et al.	Sybil түйіндерін анықтауды жеңілдету үшін "RSS айырмашылықтарының қос айырмашылығы" әдісін қолдана отырып, байланысу, есептеу және сақтау шығындарының төмендеуіне алып келетін локализация әдісі ұсынылды.

S. Dogan-Tusha	Доплерлік ауысымға негізделген желілік шабуылдарды анықтау механизмі Sybil түйіндерін жақсартуды қамтамасыз етеді.
Hanif M. et al.	Жұмыста Wormhole шабуылдарын анықтайын бірнеше схемалар қарастырылады, Wormhole шабуылдарының алдын алады. Схемалар жасанды интеллект пен машиналық оқыту негізінде жұмыс істейді.
Zahra F. et al.	Жұмыста RPL-ге тән және MC-MLGBM деп аталатын сенсорлық желіден мұраланған көп класты классификацияға негізделген жеңіл салмақты шабуылды анықтау моделі ұсынылған.
Teng Z. et al.	WSN-дегі Wormhole-ге қарсы түйін сенімін оңтайландыру моделімен біріктірілген анықтау алгоритмін ұсынады.
Alajlan A.	WSN-де Wormhole-ді анықтауға арналған бұл жұмыста таратылған ортада көп анықтау схемасы ұсынылды және жүзеге асырылды. Схемада әртүрлі интеграцияланған анықтау модульдері қолданылады.
Dhama P.	Жұмыста шабуылдарды анықтау хаттамаларын жақсарту стратегиясы ұсынылған. Кластерлеу желінің қуатты тұтынуын азайтудың тиімді әдісі екендігі дәлелденген, және осының салдарынан интрузияларды анықтау әдісі ұсынылады.

Жүйеленген деректерді талдау негізінде келесі негізгі аспектілер анықталды:

- сымсыз сенсорлық желілерде шабуылдарды анықтаудың көптеген әдістері мен механизмдері бар. Бұл әдістерге аутентификация, локализация, физикалық деңгейді талдауға негізделген алгоритмдер және т.б. кіреді;

- авторлар желінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуде жақсы нәтиже көрсететін кездейсоқ кілттерді алдын ала бөлу және сымсыз арна профиліне негізделген әдістер сияқты әдістерді ұсынады (Almesaeed, 2022);

- жоғарыда келтірілген көптеген әдістерде энергияға тәуелділік ескеріледі, өйткені бұл маңызды фактор болып табылады, сонымен бірге, ол жоғары анықтау коэффициентінде желінің сенімділігін қамтамасыз етеді.

Жалпы қорытынды бойынша сымсыз сенсорлық желілердегі шабуылдарды анықтау - бұл нақты қажеттіліктер мен тұтынушылық және пайдалану талаптарының контекстіне байланысты әртүрлі әдістер мен механизмдерді қолдануға болатын белсенді зерттеу саласы.

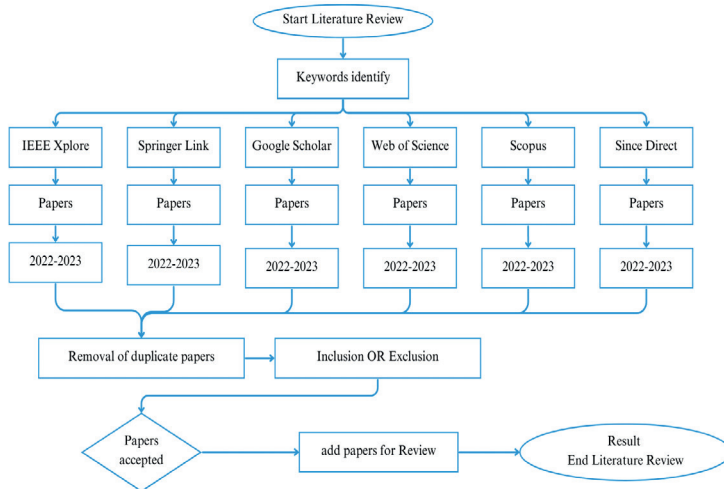
## *2 Зерттеу әдістемесі*

Бөлімде 2020–2023 жылдар кезеңіндегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша әдеби деректерді библиометриялық талдауда қолданылған әдістеме көрсетілген. Зерттеулер ғылыми журналдар, елдер мен аймақтар, ғылыми мекемелер мен ұйымдар тұрғысынан алғанда, жарияланымдардың бағыттылығы, тенденциялары мен модельдеріндегі трендтерді ажырату және түсіну мақсатында жүргізілді (Lewis, 2023; John, 2022; Shahid, 2022; Zhou, 2022; Jeyaselvi, 2022; Sharma, 2023; Keerthika, 2022; Mahajan, 2023; Hanif, 2022; Zhukabayeva, 2020).

Әдебиеттерді іздеу кезінде "Sybil attack", "Wormhole attack", "WSN", "IoT security", "IoT attack detection" сияқты кілт сөздер қолданылды. IEEE Xplore, Springer Link, Google Scholar, Web of Science, Scopus, ScienceDirect базаларында іздеу жұмыстары орындалды.

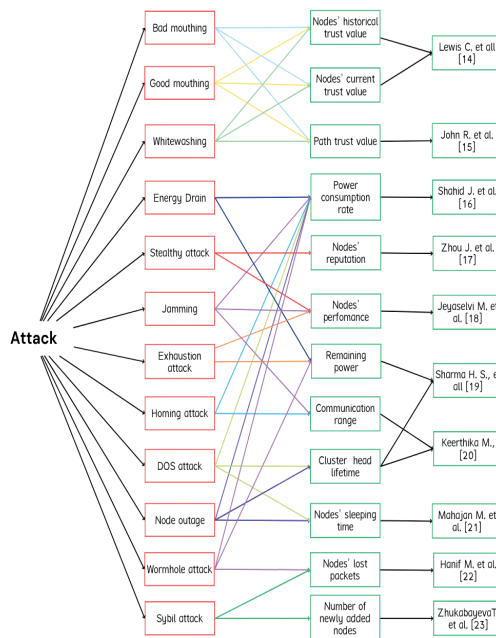
Кейіннен қайталанатын жұмыстар өңделіп, жойылды. Зерттеу бағытына сәйкес жұмыстар әдеби шолу тізіміне қосылды.

1-суретте көрсетілген әдістемеге сәйкес жүргізілген зерттеулердің жалпы схемасы келтірілген. Ол 8 негізгі кезеңнен тұрады.



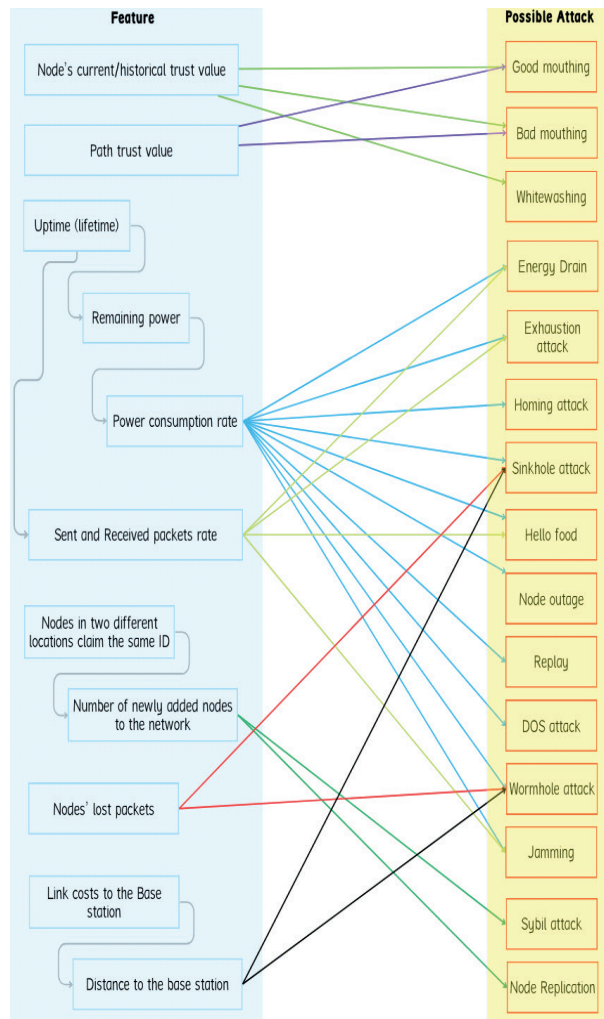
1-сурет. Әдеби шолу әдістемесінің сызбасы

Әдеби шолудың нәтижелері бойынша сымсыз сенсорлық желіде анықталған ерекшеліктері бар әртүрлі шабуылдар бойынша таксономия құрылды (2-сурет).



2-сурет. Сымсыз сенсорлық желідегі желілік шабуылдардың таксономиясы

3-суретте шабуылдарды анықтау және тану үшін пайдалы функциялар бойынша таксономия берілген. Мысалы, егер базалық станциямен байланыс шығындары функциялары және базалық станциямен қашықтықты арттыру немесе желі түйіндеріндегі пакеттердің жоғалуы байқалса, онда бұл Wormhole және Sinkhole шабуылдарын анықтай алады.



3-сурет. Желілік шабуылдарды тануға арналған функцияларды жіктеу

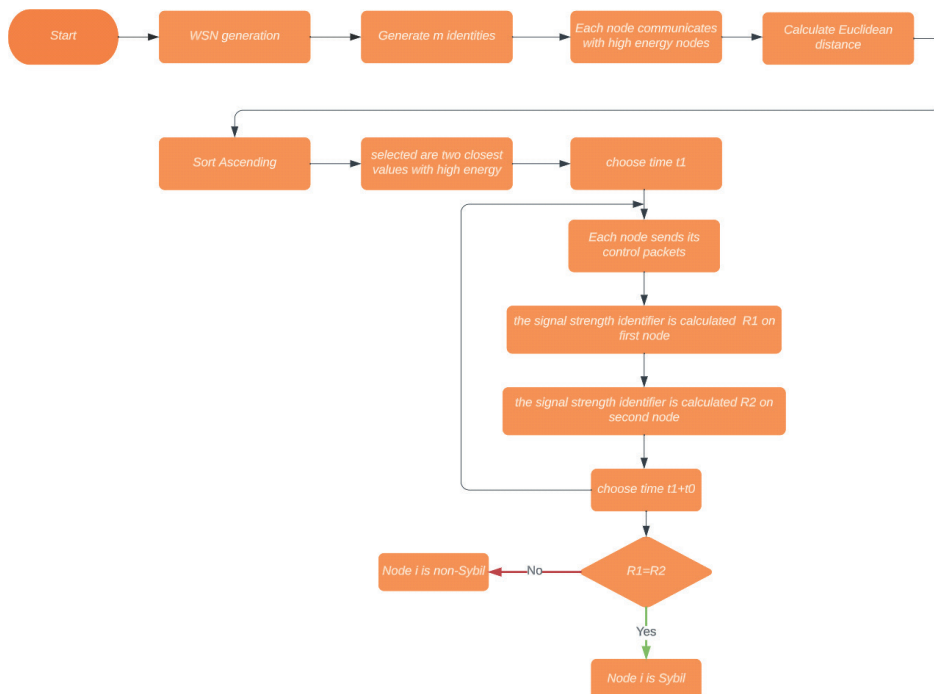
### 3 Эксперименттік бөлім

#### 3.1 Sybil шабуылын анықтау

3-суреттегі таксономияны қарастыратын болсақ, егер түйіндер екі түрлі жерде бірдей идентификаторды қажет етсе және желіде жаңадан қосылған түйіндердің саны әр түрлі болса, онда Sybil шабуылын тануға болады.

Sybil шабуылын анықтау процесі 4-суретте көрсетілген. Sybil шабуылы

қабылданған сигналдың индикатор қуатын есептеу арқылы анықталады. Бұл сигнал қуатының мәні шамамен былай: егер қашықтағы таратқыш таңдалған негізгі түйінге жақындаса, берілетін сигналдың қуаты артады.

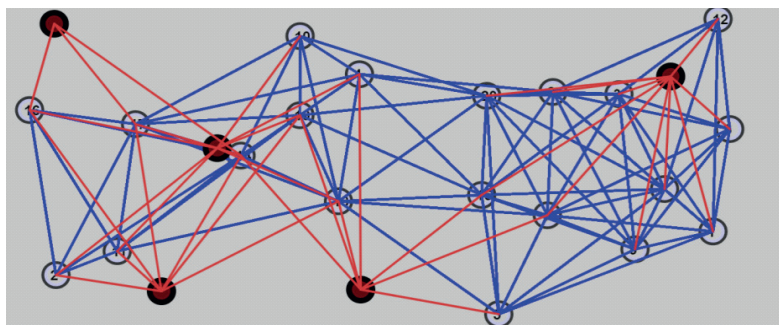


4-сурет. Sybil шабуылын анықтау блок-схемасы

Бұл жұмыста сымсыз сенсорлық желідегі Sybil шабуылын модельдеу нәтижелері келтірілген (5-сурет). Бастапқыда модельденген сенсорлық желідегі түйіндердің саны  $n=20$  ретінде анықталады. Эксперимент шарттары бойынша түйіндер aodv (ad hoc on Demand Vector) протоколы бойынша өзара байланыс орнатады. Байланысты Sybil түйіндері желі бойынша кездейсоқ қалыптасады. Желідегі түйін басқа түйіндерге хабарлама жіберу мен түйіннің әрекетін күту күйіне келтіру арқылы бүкіл желінің жұмысын тоқтатады. Кейбір түйіндер деректермен алмасады және деректер пакеттерін бір-біріне жібереді; түйіндер арасында олардың арасындағы байланысты бұзатын қайшылықтар бар.

Деректер көп жолды режимде тасымалдануы мүмкін. Бұл жағдайда шабуылдаушының түйіні деректерді алады және оны басқа жолмен жібереді, ал пакетті қалпына келтіреді (бұл дұрыс маршрутты таңдауды бұзады), содан кейін ақпарат тағайындалған жерге дұрыс жетпейді.

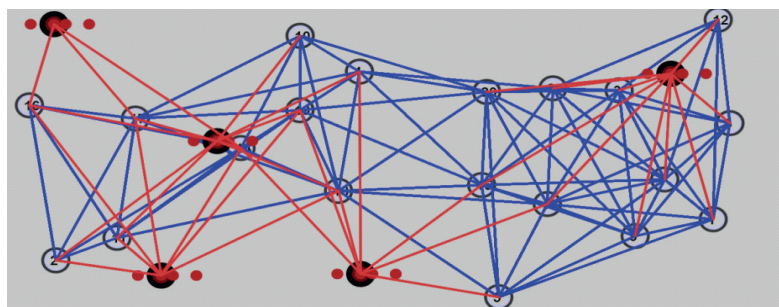
Әрі қарай, берілген алгоритм бойынша желілік трафик жиналады және өңделеді, алынған деректерді өңдегеннен кейін шабуылдың болуына байланысты желілік түйіндердің қалыптан тыс әрекеті анықталады.



5-сурет. Sybil шабуылындағы желілік түйіндердің әрекеті

Тарату кезінде анықтау процедурасы ашық болғанда, ол Sybil шабуыл түйінін табады да осы ынталандыру арқылы берілуден аулақ болады (6-сурет).

Тарату кезінде анықтау процедурасы орналастырылғаннан кейін, ол Sybil түйінін анықтайды және осы шабуылдаушы түйін арқылы берілуден аулақ болады. Деректердің жоғалуын анықтау арқылы болдырмауға болады. Sybil шабуылын анықтау жылдамдығы дәлірек, бірақ мұндай жағдайда уақытты ескере отырып, алдын алу Sybil түйіндерін тікелей жоятын фактор ретінде анықтау орнында шешуші фактор болып табылады.



6-сурет. Сымсыз сенсорлық желідегі Sybil шабуылдарын анықтау

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша келесі фактілер анықталды.

Зиянды түйіндердің саны шынайы анықтау жылдамдығына айтарлықтай әсер етпейді. Дегенмен, олар жалған табу жылдамдығына әсер етеді. Көбірек бақылаушы түйіндерін пайдалану алгоритмнің дәлдігін жақсартады.

Нақты Sybil шабуылын анықтау үшін бақылаушы түйіндерінің ең аз санын пайдаланған жөн.

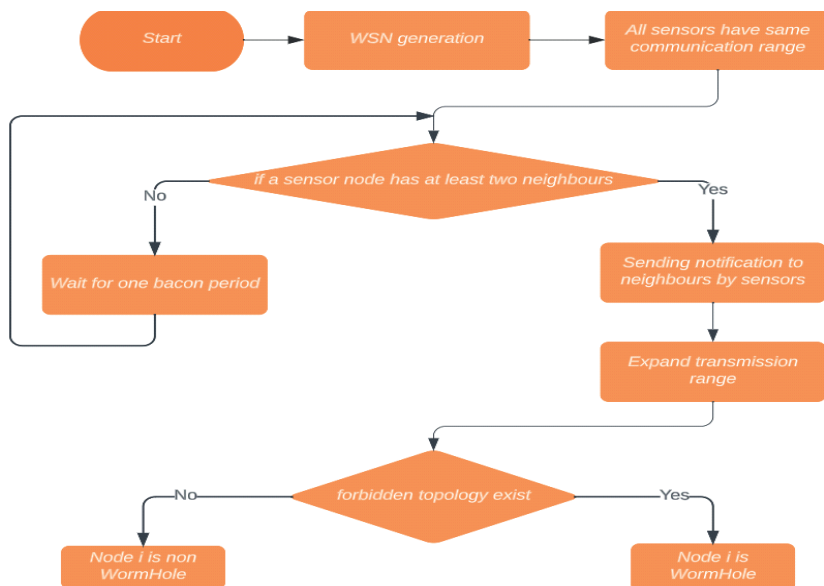
Аутентификация және хабар алмасу әдісі Sybil псевдо түйінін тексеруге және сәйкестендіруге арналған.

Қайталанатын идентификаторы бар жалған Sybil түйіні ретінде әрекет ететін түйін басқа түйіндер туралы толық ақпарат болғанда ғана пайда болуы мүмкін.



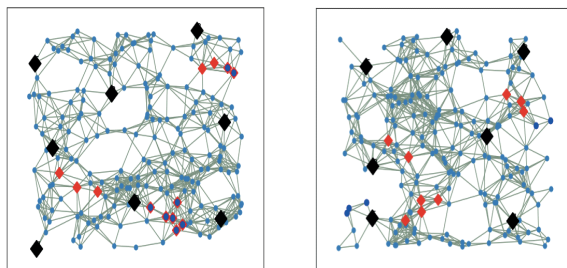
3.2 Wormhole шабуылын тану

Wormhole шабуылын тану механизмі 7-суретте блок-схемада берілген. Сенсорлық түйін байланыс орнатқанда, көршілес орналасқан барлық түйіндердің тізімінен көршілерді анықтайды. Әрі қарай, кілт шифрланған хабарлама түрінде жасалады. Көрші түйін осы шифрланған хабарлама жақтауын алғаннан кейін ол жіберушіге қайта жіберіледі.



7-сурет. Wormhole шабуылын анықтау механизмі

Wormhole шабуылын анықтау әдісі Wormhole арақашықтығын арттыру желідегі кейбір түйіндер арасындағы ең қысқа жол ұзындығында елеулі өзгерістер туғызатын, ал басқа ең қысқа жолдар өзгеріссіз қалады деген болжамға негізделген. Бағдарлама іске қосылғанда, ол кездейсоқ орналастыруы бар сымсыз сенсорлық желіні 10x10 аумақта бар байланыс үлгісін орналастырады.Өзгерістерді бақылау үшін кейбір таңдалған түйіндерден «түбірлік түйіндер» деп аталатын ең бірінші іздеу басталады, ал басқа сенсорлар мен олардың айналасы итеративті түрде окшауланады (8-сурет).



8-сурет. Сымсыз сенсорлық желідегі Wormhole шабуылдарын іске қосу және анықтау

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша мыналар анықталған.

Желіге қосылу жолы неғұрлым ұзағырақ болса, соғұрлым зақымдануды оңай анықтауға болады.

Алгоритм жалған позитивтердің орташа санын өлшеумен және осы сынақ жағдайлары үшін шолулардың орташа санымен жүзеге асырылатын жағдайларда жұмыс істейді.

Тесттер алгоритмнің тиімділігін көрсетеді.

Жалған позитивтердің саны, әсіресе бұзылған тор үшін және орташа дәрежесі 10 немесе одан жоғары кездейсоқ орналастыру үшін салыстырмалы түрде төмен.

### **Қорытынды**

Сымсыз сенсорлық желіде ақпарат алмасудың қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз ету өзекті, маңызды және күрделі міндет болып табылады. Бұл мақалада осы мәселені шешетін WSN жүйесіндегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеуді жүргізудің ғылыми негізін беделді ғылыми басылымдарда жарияланған ғылыми жұмыстар құрайды, бұл оларды пайдаланудың дұрыстығы мен заңдылығын анықтайды.

Зерттеудің ғылыми құралы ретінде әдебиеттердің талдау әдістерін пайдалана отырып, шабуылдарды сәйкестендіріп, зерттеу нәтижелерін заңды және дұрыс деп санауға мүмкіндік беретін шабуылдар таксономиясының белгілі және танылған әдісі қолданылды.

Зерттеу нәтижелерінің негізінде сымсыз сенсорлық желілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін практикалық қолданыс таба алатын жалпы Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтауға қатысты нақты қорытындылар мен ұсынымдар тұжырымдалды.

### **REFERENCES**

Alajlan A.M. (2022). Multi-Step Detection of Simplex and Duplex Wormhole Attacks over Wireless Sensor Networks //Computers, Materials & Continua. — Vol. 70. — No. 3 (in Eng.)

Almesaeed R., Al-Salem E. (2022). Sybil attack detection scheme based on channel profile and power regulations in wireless sensor networks. Wireless Netw 28. — 1361–137. <https://doi.org/10.1007/s11276-021-02871-0> (in Eng.)

Dhamodharan U.S.R.K. et al. (2015). Detecting and preventing sybil attacks in wireless sensor networks using message authentication and passing method //The Scientific World Journal. (in Eng.)

Douceur J.R., (2002). The Sybil Attack. In: Druschel P., Kaashoek F., Rowstron A. Peer-to-Peer Systems. IPTPS 2002. Lecture Notes in Computer Science. — Vol 2429. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-45748-8> (in Eng.)

Hanif M. et al. (2023). AI-based wormhole attack detection techniques in wireless sensor networks //Electronics. — Vol. 11. — No. 15. — Pp. 2324. (in Eng.)

Hanif M. et al. (2022). AI-based wormhole attack detection techniques in wireless sensor networks //Electronics. — 2022. —Vol. 11. — No. 15. — Pp. 2324. (in Eng.)

Ioannou C. & Vassiliou V. (2016). The Impact of Network Layer Attacks in Wireless Sensor Networks. In 2016 International Workshop on Secure Internet of Things (SIoT). — Pp. 20–28. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIoT.2016.009>

Jeyaselvi M. et al. (2022). SVM-Based Cloning and Jamming Attack Detection in IoT Sensor

Networks //Advances in Information Communication Technology and Computing: Proceedings of AICTC 2021. — Singapore: Springer Nature Singapore. — Pp. 461–471. (in Eng.)

John R. et al. (2022). Trust model for secure routing in wireless sensor network using AI technique //2022 8th International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS). IEEE. — Pp. 1–5. (in Eng.)

Karlof C. and Wagner D. (2003). Secure routing in wireless sensor networks: Attacks and countermeasures. In First IEEE International Workshop on Sensor Network Protocols and Applications. — Pp. 113–127. (in Eng.)

Keerthika M., Shanmugapriya D.A. (2022). Systematic Survey on Various Distributed Denial of Service (DDoS) Attacks in Wireless Sensor Networks (WSN) //2022 IEEE 7th International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE). IEEE. — Vol. 7. — Pp. 59–64. (in Eng.)

Lewis C., Varadharajan V., Noman N. (2023). Attacks against federated learning defense systems and their mitigation //Journal of Machine Learning Research. — Vol. 24. — No. 30. — Pp. 1–50. (in Eng.)

Mahajan M. et al. (2023). A Flooding Attack Detection and Mitigation Technique in Wireless Sensor Networks, 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). – IEEE, 2023. — Pp. 1473–1478.

Newsome J. et al. (2004). The sybil attack in sensor networks: analysis & defenses //Proceedings of the 3rd international symposium on Information processing in sensor networks. — Pp. 259–268. (in Eng.)

S. Dogan-Tusha, S. Althunibat and M. Qaraqe (2023). "Doppler Shift based Sybil Attack Detection for Mobile IoT Networks," in IEEE Internet of Things Journal. — DOI:10.1109/IJOT.2023.3288040. (in Eng.)

Shahid J. et al. Cellular automata trust-based energy drainage attack detection and prevention in wireless sensor networks //Computer Communications. — Vol. 191. — Pp. 360–367. (in Eng.)

Sharma H.S., Singh M.M., Sarkar A. (2021). Machine Learning-Based DOS Attack Detection Techniques in Wireless Sensor Network: A Review //Proceedings of the International Conference on Cognitive and Intelligent Computing: ICCIC 2021, Volume 2. – Singapore: Springer Nature Singapore, — 2023. — Pp. 583–591. (in Eng.)

Teng Z. et al. (2022) A wormhole attack detection algorithm integrated with the node trust optimization model in WSNs //IEEE Sensors Journal. — Vol. 22. — No. 7. — Pp. 7361–7370. (in Eng.)

Yuan Y., Huang Y., Yuan Y. (2023). PrSLoc: Sybil attack detection for localization with private observers using differential privacy //Computers & Security. — Vol. 131. — P. 103289. (in Eng.)

Zahra F. et al. (2022). Rank and wormhole attack detection model for RPL-based internet of things using machine learning //Sensors. — Vol. 22. — No. 18. — Pp. 6765. (in Eng.)

Zhou J. et al. (2022). Watermarking-based protection strategy against stealthy integrity attack on distributed state estimation //IEEE Transactions on Automatic Control. — Vol. 68. — No 1. — Pp. 628–635. (in Eng.)

Zhukabayeva T.K, Mardenov E.M and Abdildayeva A.A. (2020). Sybil Attack Detection In Wireless Sensor Networks, IEEE 14th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Tashkent, Uzbekistan. — 2020. —Pp. 1–6. DOI: 10.1109/AICT50176.2020.9368790. (in Eng.)

## МАЗМҰНЫ

<b>Г.Б. Абдикеримова, Р.М. Аманов, Г.Т. Азиева, А.М. Заманбекова, Қ. Жеңсқанқызы</b> <i>МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АККОРДТЫ ТАҢУ ТАПСЫРМАСЫНДАҒЫ ДЫБЫСТЫ ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ</i> .....	7
<b>Л.А. Абдыкеримова, Г.Е. Мырзабекова, Г.С. Омарова, Л. Ақзуллақызы, Г.Ш. Мусагулова</b> ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЖҮРЕК ПАТОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУ.....	21
<b>А.Е. Әбжанова, Е.Ә. Әбжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов, А.Б. Бексейтова</b> ҚАШЫҚТАН ЗОНДТАУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН ТОПЫРАҚ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫ.....	35
<b>У.Ж. Айтимова, М.Ж. Айтимов, Э.Н. Тулегенова, А.У. Есиркепова, Ж.Т. Абилдаева</b> СУРЕТТЕН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ ӨРТ ОШАҒЫН АНЫҚТАУ.....	50
<b>К.М. Алдабергенова, М.Ж. Жасұзақова, М.Ж. Айтимов, Н.Т. Мұстафаева, К.К. Дауренбеков</b> АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЦИФРЛАНДЫРУ: ДАМУ МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	64
<b>А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, Ж.Б. Ламашева, А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова</b> ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН КЕСКІННІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTУ.....	78
<b>Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов, М.М. Құдабеков</b> ӘЛЕУМЕТТАНУЛЫҚ САУАЛНАМАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	91
<b>М.Ә. Берсүгір, Г.У. Маматова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Ж.Т. Алтынбекова</b> ТЕКСТУРАЛЫҚ ТИПТЕГІ СУРЕТТЕРДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	104
<b>М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сағынай, Ш.Ж. Мусиралиева, А.Н. Жумаханова</b> ИНТЕРНЕТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ЖАСТАРҒА БАҒЫТТАЛҒАН ДЕСТРУКТИВТІ МӘТІНДЕРДІ ЖИНАҚТАУҒА ҚАЖЕТТІ ПАРСЕР БАҒДАРЛАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	117
<b>М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, Г.С. Омарова, А.Б. Остаева, А.Г. Батырханов</b> ТОПЫРАҚ ДАЙЫНДАУДЫ БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ.....	132
<b>Ш.К. Ележанова, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова, Д.А. Тагиев</b> АҚПАРАТТЫҚ БЕЛГІСІЗДІК ТИПОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫ ІЗДЕУ ТҮРЛЕРІ.....	151
<b>М.М. Есмагамбетова, Т.Т. Оспанова, Л.К. Бобров, Т.Л. Тен, Т.У. Есмагамбетов</b> ҒАРЫШТЫҚ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ БАҚЫЛАУ КЕСКІНДЕРІН ӨҢДЕУДЕ ТҮСТЕРДІ ӨЛШЕУ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛЫН ТАҢДАУ.....	161

<b>Т.К. Жукабаева, А. Адамова, Б.А. Ху Вен-Цен, Е.М. Марденов, Л.З. Жолшиева</b> СЫМСЫЗ СЕНСОР ЖЕЛІСІНДЕГІ SYBIL ЖӘНЕ WORMHOLE ШАБУЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....	171
<b>А.А. Исмаилова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова, Ж.З. Жантасова</b> ӨСІМДІК АУРУЛАРЫН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	184
<b>А.Х. Касымова, М.Б. Есенова, М.У. Худойберганов, А.Б. Остаева, М.Г. Байбулова</b> ДАҚЫЛДАРДЫҢ АУРУЛАРЫН ЖІКТЕУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНУ.....	198
<b>А.Ұ. Мұхиядин, М.У. Мукашева, У.Т. Махажанова, А.А. Муханова, Ж.Б. Ламашева</b> ПРОГРАММАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР КӨМЕГІМЕН ЭКСТРЕМАЛДЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ ОҚУШЫЛАРҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	209
<b>Б.Б. Оразбаев, Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, Ш.К. Коданова, С.Ш. Исакова</b> МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУДЕ ЭЛЕКТРОТҰЗСЫЗДАНДЫРЫРУ ЖӘНЕ СУСЫЗДАНДЫРУ ПРОЦЕССТЕРІН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН МОДЕЛЬДЕР ҚҰРУ ТӘСІЛІ.....	224
<b>С.К. Серикбаева, М.Қ. Болсынбек, А.Д. Абдувалова, А.Т. Абдыхалық, Д.Е. Ануарбек</b> ТОПЫРАҚ САПАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: АЛГОРИТМДЕР МЕН ӘДІСТЕР.....	237
<b>А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова, С.К. Серикбаева, А.А. Шораев, А.Д. Абдувалова</b> ТОЛЫҚ МӘТІНДІ ҚҰЖАТТАРДЫ ІЗДЕУДІҢ МОДЕЛІ МЕН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ӘДІСТЕРІ.....	253
<b>А.Ә. Таурбекова, Ө.Ж. Мамырбаев, К.Ж. Тұрғанбай</b> СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІ БАҒАЛАУ ҮШІН ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	268
<b>Н. Т. Тұржанов, Ш. К. Ележанова, С. Н. Идрисов, Ж. К. Дюсембина</b> АҚПАРАТТЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІҢ РЕИНЖИНИРИНГІНІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ КУРСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	290
<b>В. Шевцов, А. Исмаилова, Ж. Белдеубаева, А. Сатыбалдиева, А. Нурпейсова</b> МЛВА ГЕНОТИПТЕУДІҢ ӘДІСІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ АЛГОРИТМДЕРІ РЕТІНДЕГІ ГЕНОМДЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ПАЙДАЛАНУ.....	300
<b>А.Ә. Шекербек, А.А. Некесова, Ж.Ж. Молдашева, А.И. Онгарбаева, А.О. Тохаева</b> ФРАКТАЛДЫҚ ӘДІСПЕН ӨКПЕНІҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	313

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Г.Б. Абдикеримова, Р.М. Аманов, Г.Т. Азиева, А.М. Заманбекова, К. Женсканкызы</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЗВУКА В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ АККОРДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	7
<b>Л.А. Абдыкеримова, Г.Е. Мурзабекова, Г.С. Омарова, Л. Акзуллакызы, Г.Ш. Мусагулова</b> ОБНАРУЖЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ ПАТОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	21
<b>А.Е. Абжанова, Е.А. Абжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов, А.Б. Бексейтова</b> ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ, ПОЛУЧЕННАЯ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ.....	35
<b>У.Ж. Айтимова, М.Ж. Айтимов, Э.Н. Тулегенова, А.У. Есиркепова, Ж.Т. Абилдаева</b> ОБНАРУЖЕНИЕ ОЧАГОВ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ.....	50
<b>К.М. Алдабергенова, М.Ж. Жасузакова, М.Ж. Айтимов, Н.Т. Мустафаева, К.К. Дауренбеков</b> ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	64
<b>А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, Ж.Б. Ламашева, А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова</b> УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	78
<b>Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов, М.М. Кудабеков</b> ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ОПРОСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	91
<b>М.А. Берсугир, Г.У. Маматова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Ж.Т. Алтынбекова</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТЕКСТУРНОГО ТИПА.....	104
<b>М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сагынай, Ш.Ж. Мусиралиева, А.Н. Жумаханова</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПАРСЕРА ДЛЯ СБОРА ДЕСТРУКТИВНЫХ ТЕКСТОВ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА МОЛОДЕЖЬ В ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ.....	117
<b>М.К. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, Г.С. Омарова, А.Б. Остаева, А.Г. Батырханов</b> ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ.....	132
<b>Ш.К. Ележанова, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова, Д.А. Тагиев</b> ТИПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ТИПЫ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ.....	151

<b>М.М. Есмагамбетова, Т.Т. Оспанова, Л.К. Бобров, Т.Л. Тен, Т.У. Есмагамбетов</b> ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЦВЕТОМЕТРИИ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	161
<b>Т.К. Жукабаева, А. Адамова, В.А. Ху Вен-Цен, Е.М. Марденов, Л.З. Жолшиева</b> ОБНАРУЖЕНИЕ SYBIL И WORMHOLE АТАК В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ.....	171
<b>А.А. Исмаилова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова, Ж.З. Жантасова</b> ОБНАРУЖЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	184
<b>А.Х. Касымова, М.Б. Есенова, М.У. Худойбергенов, А.Б. Остаева, М.Г. Байбулова</b> ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	198
<b>А.У. Мухиядин, М.У. Мукашева, У.Т. Махажанова, А.А. Муханова, Ж.Б. Ламашева</b> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	209
<b>Б.Б. Оразбаев, Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, Ш.К. Коданова, С.Ш. Исакова</b> МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ.....	224
<b>С.К. Серикбаева, М.К. Болсынбек, А.Д. Абдувалова, А.Т. Абдыхалык, Д.Е. Ануарбек</b> ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ: АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКИ.....	237
<b>А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова, С.К. Серикбаева, А.А. Шораев, А.Д. Абдувалова</b> МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА ПОЛНОТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	253
<b>А.Ә. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbayev, K.Zh. Doshtaev, T.K. Eginbaykyzy</b> HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY.....	268
<b>Н.Т. Туржанов, Ш.К. Ележанова, С.Н. Идрисов, Ж.К. Дюсембина</b> РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО КУРСА ПО РЕИНЖИНИРИНГУ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	290
<b>В. Шевцов, А. Исмаилова, Ж. Бельдеубаева, А. Сатыбалдиева, А. Нурпейсова</b> MLVA КАК МЕТОД ГЕНОТИПИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМЫ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОГЕНОМНЫХ ДАННЫХ.....	300
<b>А.А. Шекербек, А.А. Некесова, Ж.Ж. Молдашева, А.И. Онгарбаева, А.О. Тохаева</b> АНАЛИЗ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДА.....	313

## CONTENTS

<b>G.B. Abdikerimova, R.M. Amanov, G.T. Azieva, A.M. Zamanbekova, K. Zhengskankyzy</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF SOUND PROCESSING METHODS IN THE CHORD RECOGNITION PROBLEM USING MACHINE LEARNING.....	7
<b>L. Abdykerimova, G. Murzabekova, G. Omarova, L. Akzullakyyzy, G. Mussagulova</b> DETECTION OF CARDIAC PATHOLOGY USING DEEP LEARNING METHODS.....	21
<b>A.E. Abzhanova, E.A. Abzhanov, A.A. Myrzamuratova, A.G. Batyrkhanov, A.B. Bekseitova</b> SOIL MOISTURE OBTAINED BY REMOTE SENSING.....	35
<b>U. Zh Aitimova, M.Zh. Aitimov, E.N. Tulegenova, A.U. Yessirkepova, Zh.T. Abildaeva</b> FIRE FOCUS DETECTION USING DEEP LEARNING METHODS FROM IMAGE.....	50
<b>K.M. Aldabergenova, M.ZH. Zhasuzakova, M.Zh. Aitimov, N.T. Mustafaeva, K.K. Daurenbekov</b> DIGITALIZATION OF AGRICULTURE: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT.....	64
<b>A.S. Baegizova, G.I. Mukhamedrakhimova, Zh.B. Lamasheva, A.Z. Abdrakhmanova, T.T. Ospanova</b> IMPROVE IMAGE QUALITY WITH DEEP LEARNING TECHNIQUES.....	78
<b>G. Bekmanova, A. Omarbekova, M. Kantureyeva, N. Baigabylov, M. Kudabekov</b> INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIOLOGICAL SURVEY RESEARCH.....	91
<b>M.A. Bersugir, G.U. Mamatova, A.A. Nurpeisova, M.B. Ongarbayeva, Zh.T. Altynbekova</b> USING MACHINE LEARNING METHODS TO IMPROVE TEXTURE-TYPE IMAGES.....	104
<b>M. Bolatbek, K. Baisylbaeva, M. Sagynay, Sh. Mussiraliyeva, A. Zhumakhanova</b> DEVELOPMENT OF A PARSER PROGRAM FOR THE ACCUMULATION OF DESTRUCTIVE TEXTS AIMED AT YOUNG PEOPLE IN THE INTERNET SPACE.....	117
<b>M. Bolsynbek, G. Abdikerimova, G. Omarova, A. Ostayeva, A. Batyrkhanov</b> APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL PREPARATION....	132
<b>Sh.K. Yelezhanova, A.G. Batyrkhanov, A.Y. Chukurov, B.S. Khairzhanova, J.A. Taghiyev</b> TYPOLOGY OF INFORMATION UNCERTAINTY AND TYPES OF INFORMATION RETRIEVAL.....	151
<b>M. Yesmagambetova, T. Ospanova, L. Bobrov, T. Ten, T. Yesmagambetov</b> SELECTION OF COLORIMETRY SOFTWARE TOOLS IN IMAGE PROCESSING OF SPACE MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS.....	161
<b>T. Zhukabayeva, A. Adamova, B. Khu Ven-Tsen, Y. Mardenov, L. Zholshiyeva</b> DETECTION OF SYBIL AND WORMHOLE ATTACKS IN A WIRELESS SENSOR NETWORK.....	171
<b>A.A. Ismailova, Zh.T. Beldeubayeva, A.A. Nurpeisova, G.O. Issakova, Zh.Z. Zhantassova</b>	



DETECTION OF PLANT DISEASES USING DEEP LEARNING METHODS.....	184
<b>A.K. Kassymova, M.B. Yessenova, M.U. Khudoyberganov, A.B. Ostayeva, M.G. Baibulova</b>	
APPLICATION OF DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR CLASSIFICATION OF DISEASES OF AGRICULTURAL CROPS.....	198
<b>A. Mukhiyadin, M. Mukasheva, U. Makhazhanova, A. Mukhanova, Zh. Lamasheva</b>	
STUDYING THE EFFECTS OF EXTREME DISTANCE EDUCATION ON STUDENTS USING SOFTWARE TOOLS.....	209
<b>B. Orazbayev, L. Salybek, K. Orazbayeva, Sn. Kodanova, S. Iskakova</b>	
METHOD FOR DEVELOPING MODELS FOR OPTIMIZING PROCESSES OF ELECTRICAL DESALTING AND DEHYDRATION DURING PRIMARY OIL PROCESSING.....	224
<b>S.Serikbayeva, M.Bolsynbek, A. Abduvalova, A. Abdykhalyk, D. Anuarbek</b>	
APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL QUALITY: ALGORITHMS AND TECHNIQUES.....	237
<b>A. Tanirbergenov, Zh. Tashhurekova, S. Serikbayeva, A. Shorayev, A. Abduvalova</b>	
METHODS OF CONSTRUCTING A MODEL AND AN INFORMATION SYSTEM FOR SEARCHING FULL-TEXT DOCUMENTS.....	253
<b>A.Ə. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbayev, K.Zh. Doshtaev, T.K. Eginbaykyzy</b>	
HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY.....	268
<b>N.T. Turzhanov, Sh.K. Yelezhanova, S.N. Idrissov, Zh.K. Dyusseminina</b>	
DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE COURSE REENGINEERING OF INFORMATION PROCESSES.....	290
<b>V. Shevtsov, A. Ismailova, Zh. Beldeubayeva, A. Satybaldiyeva, A. Nurpeisova</b>	
MLVA AS A METHOD OF GENOTYPING AND ALGORITHMS FOR ITS IMPLEMENTATION USING GENOME-WIDE DATA.....	300
<b>A.A. Shekerbek, A.A. Nekesova, Zh.Zh. Moldasheva, A.I. Ongarbayeva, A. Tokhaeva</b>	
ANALYSIS OF PATHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LUNG USING THE FRACTAL METHOD.....	313

**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 28.12.2023.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.