

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының
Ғылым Академиясының
Әл-Фараби атындағы
Қазақ ұлттық университеті

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

4 (344)

OCTOBER – DECEMBER 2022

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институты бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы (ғалым хатшы), Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

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

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

СМОЛАРЖ Анджей, Люблин политехникалық университетінің электроника факультетінің доценті (Люблин, Польша), **Н=17**

ӘМІРҒАЛИЕВ Еділхан Несіпханұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Жасанды интеллект және робототехника зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

КИЛАН Әлімхан, техника ғылымдарының докторы, профессор (ғылым докторы (Жапония), ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=6**

ХАЙРОВА Нина, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=4**

ОТМАН Мохаммед, PhD, Информатика, коммуникациялық технологиялар және желілер кафедрасының профессоры, Путра университеті (Селангор, Малайзия), **Н=23**

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебұланқызы, техника ғылымдарының докторы, доцент, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, Информатика және басқару мәселелері институты директорының орынбасары, Ақпараттық қауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Қазақстан), **Н=3**

КАПАЛОВА Нұрсұлу Алдажарқызы, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялар институтының киберқауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

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

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь Ұлттық Ғылым академиясының академигі (Минск, Беларусь), **Н=2**

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық 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-математикалық 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/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2022
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

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

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан), **Н=7**

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, (ученый секретарь), доктор философии (PhD) по специальности «Информационные системы», заместитель директора по науке РГП «Институт информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

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

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

СМОЛАРЖ Анджей, доцент факультета электроники Люблинского политехнического университета (Люблин, Польша), **Н=17**

АМИРГАЛИЕВ Едилхан Несипханович, доктор технических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии РК, заведующий лабораторией «Искусственного интеллекта и робототехники» (Алматы, Казахстан), **Н=12**

КЕЙЛАН Алимхан, доктор технических наук, профессор (Doctor of science (Japan)), главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=6**

ХАЙРОВА Нина, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=4**

ОТМАН Мохамед, доктор философии, профессор компьютерных наук, Департамент коммуникационных технологий и сетей, Университет Путра Малайзия (Селангор, Малайзия), **Н=23**

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебулановна, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=3**

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института проблем информатики и управления, заведующий лабораторией информационной безопасности (Казахстан), **Н=3**

КАПАЛОВА Нурсулу Алдажаровна, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кибербезопасности РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), **Н=3**

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

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь), **Н=2**

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

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

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-математическая.*

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/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Chief Editor:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, acting General Director of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan), **H = 7**

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich, (Academic Secretary), PhD in Information Systems, Deputy Director for Science of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H = 5**

BAIGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabaevich, 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**

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

SMOLARJ Andrej, Associate Professor Faculty of Electronics, Lublin polytechnic university (Lublin, Poland), **H= 17**

AMIRGALIEV Edilkhan Nesipkhanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Head of the Laboratory of Artificial Intelligence and Robotics (Almaty, Kazakhstan), **H= 12**

KEILAN Alimkhan, Doctor of Technical Sciences, Professor (Doctor of science (Japan)), chief researcher of Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 6**

KHAIROVA Nina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 4**

OTMAN Mohamed, PhD, Professor of Computer Science Department of Communication Technology and Networks, Putra University Malaysia (Selangor, Malaysia), **H= 23**

NYSANBAYEVA Saule Yerkebulanovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H= 3**

BIYASHEV Rustam Gakashevich, doctor of technical sciences, professor, Deputy Director of the Institute for Informatics and Management Problems, Head of the Information Security Laboratory (Kazakhstan), **H= 3**

KAPALOVA Nursulu Aldazharovna, Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory cyber-security, Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

KOVALYOV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), **H=5**

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus), **H=2**

TIGHINEANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

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

Physico-matematical series.

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-Ж**, issued 14.02.2018

Thematic scope: *physical-mathematical series.*

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/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2022

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 344 (2022), 134-145
<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.162>

УДК 004.942

**А.Ш. Хасенов*, М.А. Кантуреева, Д.А. Тусупов, А.С. Омарбекова,
Г.Б. Абдикеримова**

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.

E-mail: khssnv04@gmail.com

ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ В СИСТЕМЕ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В последнее время нападение на учебные заведения стало серьезной угрозой безопасности международного сообщества. За последнее десятилетие часто совершались террористические атаки по всему миру. В местах массового скопления людей нет идеального плана эвакуации. В статье исследуется важность моделирования эвакуационных выходов в учебных заведениях с помощью клеточного автомата, рассматривается исследование имитационной модели эвакуации, а также приводятся общие принципы работы систем агентского моделирования и средств отображения смоделированных данных, описывается структура системы, предлагается модель эвакуации. Также решение проблемы управления движением объектов обсуждено путем составления плана эвакуации или управления движением с помощью оператора. Важна роль модели клеточного автомата в исследованиях эвакуации толпы. Эвакуация людей с реальной ситуацией очень важна для создания имитационной модели. Рассмотрено два типа исследования имитационной модели эвакуации: макромодель и микромодель. Рассмотрено клеточный массив, в котором нет клеток с одинаковыми именами. Также рассмотрено два основных режима применения глобального оператора: синхронный и асинхронный. Синхронный режим – это состояние клеток-соседей на текущей итерации. А при асинхронном режиме каждая клетка вычисляет функцию перехода состояний соседей и меняет свое состояние. Исследована FF-модель, которая относится к классу дискретных стохастических моделей с индивидуальным представлением людей.

Ключевые слова: клеточный автомат, скулшутинг, террористическая атака, эвакуация, управления движением людей, множество клеток, оператор, клетка массива.

Финансирование: Работа поддержана Комитетом науки МВОН РК, грант № AP08855497.

**А.Ш. Хасенов*, М.А. Кантуреева, Д.А. Тусупов, А.С. Омарбекова,
Г.Б. Абдикеримова**

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: khssnv04@gmail.com

АГЕНТТІК МОДЕЛЬДЕУ ЖҮЙЕСІНДЕ ЭВАКУАЦИЯ МОДЕЛІН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ТӘСІЛІ

Аннотация. Соңғы уақыттардағы оқу орындарына жасалған шабуыл халықаралық қауымдастықтың қауіпсіздігіне үлкен қауіп төндірді. Соңғы онжылдықта бүкіл әлемде лаңкестік шабуылдар жиі болды. Адамдар көп жиналатын жерлерде эвакуацияның ұтымды жоспары жоқ. Мақалада клеткалық автомат арқылы оқу орындарындағы эвакуациялық шығуларды модельдеудің маңыздылығы зерттеліп, эвакуацияның имитациялық моделін зерттеу қарастырылады, сонымен қатар агенттік модельдеу жүйелері мен модельденген деректерді көрсету құралдарының жұмысының жалпы принциптері келтірілген, жүйенің құрылымы сипатталған, эвакуация моделі ұсынылады. Сондай-ақ, объектілердің қозғалысын басқару мәселесін шешу эвакуациялау жоспарын құру немесе оператордың көмегімен қозғалысты басқару арқылы талқыланады. Топтық эвакуациялауды зерттеудегі клеткалық автомат моделінің рөлі маңызды. Имитациялық модель құруға шынайы болған адамдардың эвакуациялау оқиғасы өте маңызды. Эвакуацияның имитациялық моделін зерттеудің екі түрі қарастырылған: макромоделі және микромоделі. Бірдей атаулары жоқ клеткалық автомат массиві талданды. Сондай-ақ, жаһандық операторды қолданудың екі негізгі режимі қарастырылды: синхронды және асинхронды. Синхронды режим – қазіргі итерациядағы көрші торлардың жағдайы. Асинхронды режимде – әр ұяшық көршілердің күйін ауыстыру функциясын есептейді және өзінің күйін өзгертеді. Адамдарды жеке сипаттайтын дискретті стохастикалық модельдер класына жататын FF моделі зерттелді.

Түйін сөздер: клетка автоматы, скулшутинг, террористік шабуыл, эвакуация, адамдардың қозғалысын басқару, көптеген клеткалар, оператор, массивтің клеткасы.

Қаржыландыру: Жұмысты ҚР ЖБФМ Ғылым комитеті, №AP08855497 гранты қолдады.

**A. Khassenov*, M. Kantureyeva, D. Tussupov, A. Omarbekova,
G. Abdikerimova**

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.
E-mail: *khssnv04@gmail.com*

APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF EVACUATION MODEL IN THE AGENT-BASED MODELING SYSTEM

Abstract. Recently, the attack on educational institutions has become a serious threat to the security of the international community. There have been frequent terrorist attacks around the world over the past decade. There is no ideal evacuation plan in crowded places. The article examines the importance of modeling evacuation exits in educational institutions using a cellular automaton, examines the study of an evacuation simulation model, and also provides general principles of operation of agency modeling systems and means of displaying simulated data, describes the structure of the system, and suggests an evacuation model. Also, the solution to the problem of controlling the movement of objects is discussed by drawing up an evacuation plan or motion control with the help of an operator. The role of the cellular automaton model in crowd evacuation studies is important. Evacuation of people with a real situation is very important for creating a simulation model. Two types of research of the simulated evacuation model are considered: a macro-model and a micromodel. A cellular array is considered in which there are no cells with the same names. Two main modes of application of the global operator are also considered: synchronous and asynchronous. Synchronous mode is the state of neighboring cells at the current iteration. And in asynchronous mode, each cell calculates the state transition function of its neighbors and changes its state. The FF-model, which belongs to the class of discrete stochastic models with an individual representation of people, is investigated.

Key words: cellular automaton, schoolshooting, terrorist attack, evacuation, traffic control of people, set of cells, operator, array cell.

Funding: *The work was supported by the Scientific Committee of the MHES of the RK, grant No. AP08855497.*

Введение. Различные чрезвычайные ситуации приводят к возникновению стихийных бедствий, аварий, катастроф с многочисленными человеческими жертвами, огромными материальными потерями. Разрушительные последствия чрезвычайных ситуаций разнообразны: механические, термические, химические, радиационные, биологические, психологические и т.д.

С помощью устойчивости населенных пунктов реагирование на чрезвычайные ситуации является главной задачей государства и проблемой нашего времени. А что касается помощи пострадавшим во время надлежащих

операций, то ответственность населения заключается в том, чтобы уменьшить потери и максимально помочь людям в сложной ситуации.

Использование огнестрельного оружия, ножей, топоров и огнестрельного оружия в учебных заведениях, которые сегодня занимают много места, является глобальной эпидемией. В соседних странах о школьной стрельбе или скулшутинге (от англ. School - школа и стрелять - стрелять) начали рассматривать как отдельную тему.

В последнее время нападение на учебные заведения стало серьезной угрозой безопасности международного сообщества. За последнее десятилетие террористические атаки по всему миру часто совершались с использованием различного оружия, таких как нож, топор и т.д. Вооруженные атаки сложно осуществить, поэтому террористы обычно имеют хорошо продуманные планы. Террористы вызвали массовую панику и тревогу в нашем сообществе, о чем свидетельствует большое число жертв. Скулшутинг следует отличать от террористических актов (школа в Беслане). В местах массового скопления людей не существует идеального плана ликвидации или эвакуации, когда речь идет о вооруженном нападении. В некоторых общественных местах нет даже запасного выхода для эвакуации, особенно в странах СНГ, где все мы видели через средства массовой информации, как люди пытаются прыгнуть со второго этажа. И в таких ситуациях невозможно быстро эвакуироваться, что приведет к большому количеству жертв (Hirsch и др., 2015; Brandrud и др., 2017).

В основном многие исследования по вооруженному нападению обращают внимание только на предотвращение вооруженного нападения или уничтожение террористов. И исследования по эвакуации людей во время вооруженных нападений рассматриваются с недостаточной информацией. В таких исследованиях нужно учесть много недостатков и пробелов. И, во-первых, при вооруженных нападениях пострадавшие люди не могут сразу эвакуироваться, так как не имеют соответствующего опыта. В таких стрессовых ситуациях жертва может попасть в шоковое состояние, что замедляет эвакуацию. Во-вторых, во время нападения люди не могут сразу понять, что происходит и что нужно делать, так как нет исследования и соответствующего плана эвакуации. Таким образом, это привело к большому количеству жертв в результате вооруженных нападений. В-третьих, во многих общественных местах нет эвакуационных проходов или неправильно применяются. В-четвертых, важным фактором является то, что при скоплении людей в эвакуационных проходах пострадавшие часто страдают от столкновений, вызванных эмоциями (давка и гибель людей).

Критерии успешной эвакуации различаются в разных ситуациях. Например, во время стихийных бедствий и вооруженных нападений стандарты эвакуации различаются. Бедствия, такие как пожары и землетрясения, цель человека – эвакуироваться из здания или держаться подальше (Ding и др., 2017). А когда происходит вооруженное нападение, целью человека является держаться

подальше от террориста. По всему миру в больших городах построены крупные учебные заведения, в которых может поместиться много студентов и школьников. Причем в таких зданиях эвакуация идет очень медленно, во время чрезвычайной ситуации.

Сейчас такие задачи, как управление трафиком рассматриваются с помощью планов или операторов. Для начала до людей доводят маршруты до выхода с этажа, которые являются кратчайшими по расстоянию. Во втором варианте оператор получает информацию от системы наблюдения и на основании этих данных решает о направлениях движения. Оба подхода являются неприемлемыми при управлении движением людей в среде. Например, затруднительно предусмотреть все возможные места возникновения возгорания в здании. Во многих зданиях (торговые центры, торгово-развлекательные комплексы и т.д.) может развиваться необходимость изменения направления движения при чрезвычайных ситуациях.

Обсуждение. Роль модели клеточного автомата в исследованиях эвакуации толпы. В последние годы от нападения на учебное заведение люди пострадали от злоумышленников, а также от столпотворения, вызванной паникой. Поэтому эвакуация толпы в чрезвычайных ситуациях является ключевым аспектом при проектировании здания с аварийным выходом. Клеточные автоматы используются для моделирования динамических объектов. По сути, во многих исследованиях использовались экспериментальные методы и методы моделирования для изучения поведения толпы во время эвакуации. И, как обычно, после реального события используются экспериментальные методы с помощью анкеты, после чего происходит информационная задержка. К тому же, такие эксперименты очень дороги и их сложно смоделировать по разным сценариям. Поэтому эвакуация людей с реальной ситуацией очень важна для создания имитационной модели и широко используется (Kim и др., 2018; Zheng и др., 2019). Метод имитационной модели включает в себя проектирование обычных строительных объектов и других атрибутов толпы. А также можно рассмотреть отдельного человека в качестве объекта исследования и смоделировать процесс эвакуации. Такая модель поможет оценить эффективность управления объектом и поддержки при принятии решений в чрезвычайных ситуациях.

Существует два типа исследования имитационной модели эвакуации: макромодель и микромодель. Модель макростимуляции трансформируется в задачу выбора пути эвакуации с использованием метода теории графов. И обычно используются такие методы, как максимальный поток с низкой стоимостью, метод очереди и кратчайший путь (Liu и др., 2018; Shin и др., 2019). А микромодели принимают за объекты характеристики индивидуального движения, поведения человека при эвакуации.

Модель обычного типа включает в себя модель визуальных препятствий, клеточную автоматизированную модель, решеточный газ и социальную силу (Jiang и др., 2020) (Guo и др., 2012). Модель клеточного автомата (КА) может

охватывать такие аспекты, как сложная вычислительная функция и различные динамические характеристики с небольшими вычислениями. И это ключевой фактор, используемый в исследованиях эвакуации толпы.

Как говорил Franovetter (Franovetter и др., 1978), эмоции играют важную роль в таких критических ситуациях, что человек может их воспринимать и распространять, и предложил эмоциональный порог. В то время McCrae (McCrae и др., 1996) предложил модель личности ОКЕАН с пятью векторными измерениями. А также Helbing (Helbing и др., 2000) подтвердил, что эмоции людей при побеге заразительны. И Wang (Wang и др., 2016) пришел к выводу, что эмоциональное заражение распространяется на поведение отдельных лиц, групп.

Методы и материалы. Предварительные сведения из теории клеточных автоматов. Приведем некоторые сведения из теории КА о формальном представлении КА (Бандман и др., 2006).

Клеточный автомат обычно определяется множеством клеток, плотно заполняющих дискретное D -мерное пространство.

Клеткой называется пара $(x, m) \in A \times M$, где $x \in A$ – символ алфавита A , обозначающий состояние клетки, $m \in M$ – имя клетки из множества имён M , обозначающие местоположение клетки в дискретном пространстве. Алфавит может быть булевым, $A_B = \{0;1\}$, вещественным, $A_R = [0;1]$, и символьным, $A_S = \{a, b, c, d, \dots\}$. Состояние могут быть заданы переменными, определёнными на одном из этих алфавитов.

Множество клеток $\Omega = \{(x, m)\}$, в котором нет клеток с одинаковыми именами, называется клеточным массивом. Клеточные массивы, в которых состояния определены на множестве A , а имена на множестве M , составляют класс клеточных массивов $\Omega = \{(A, M)\}$. На множестве имён определены именующие функции $\phi: M \rightarrow M$, которые определяют пары взаимодействующих клеток.

Именующая функция $\phi(m)$ определяет для любой клетки m одного из её соседей. Для декартовых клеточных массивов именующие функции имеют вид сдвига, $\phi(i, j) = (i + a, j + b)$, a и b – константы, которые определяют пары взаимодействующих клеток.

Конечное множество именующих функций называется шаблоном соседства: $T(m) = \{\phi_0(m), \phi_1(m), \dots, \phi_q(m)\}$.

Для каждой клетки $m \in M$ шаблон $T(m)$ определяет множество её соседей. Нумерация клеток в $T(m)$ может быть любой. Принято считать, что $\phi_0(m) = m$.

Выражение вида $Conf(m) = \{(x_0, \phi_0(m)), (x_1, \phi_1(m)), \dots, (x_q, \phi_q(m))\}$ называется локальной конфигурацией, если существует такое r , что расстояние от m до любого $\phi_k(m) \in T(m)$, $d(m, \phi_k(m)) < r$, где $T(m)$ – множество входящих в $Conf(m)$ именующих функций, называемое определяющим шаблоном локальной конфигурации.

Параллельной подстановкой (далее подстановкой) называется выражение вида

$$\theta(m): Conf(m) * Conf''(m) \rightarrow Conf'(m), \text{ где}$$

$$Conf(m) = \{(x_0, \phi_0(m)), (x_1, \phi_1(m)), \dots, (x_q, \phi_q(m))\},$$

$$Conf'(m) = \{(h_0, \phi_0(m)), (h_1, \phi_1(m)), \dots, (h_q, \phi_q(m))\},$$

$$Conf''(m) = \{(g_0, \psi_0(m)), (g_1, \psi_1(m)), \dots, (g_n, \psi_n(m))\}.$$

$Conf(m)$ называется базовой конфигурацией (или базой), $Conf''(m)$ – контекстом, $Conf'(m)$ – правой частью подстановки. База и правая часть подстановки имеют один тот же определяющий шаблон. Шаблон контекста от них отличается. Символы h_k в клетках правой части обозначают функции от значений состояний в клетках базы и контекста:

$$h_k = H(x_0, x_1, \dots, x_q, g_0, \dots, g_n).$$

Они называются функциями переходов и могут быть булевыми, вещественными, а также простыми заменами символов в соответствии с используемым алфавитом.

Параллельная подстановка является локальным оператором КА-модели. Результат применения локального оператора ко всем клеткам массива Ω называется глобальным оператором $\theta(\Omega)$.

Существует два основных режима применения глобального оператора вычисления следующего глобального состояния $\Omega(t+1)$: синхронный и асинхронный. Синхронный режим предполагает, что аргументы функции переходов – это состояние клеток-соседей на текущей итерации t . На каждой итерации клетки вычисляют значения нового состояния и затем все клетки синхронно заменяют старые состояния на новые. При асинхронном режиме каждая клетка вычисляет функцию перехода тех значений состояний соседей, которые на данный момент имеют место, и сразу меняет свое состояние.

Итеративный процесс переходов из состояния в состояние называется эволюцией КА.

Границы областей моделирования представляются особыми клетками, которые имеют граничные правила переходов.

Постановка задачи. Геометрия области моделирования представляется в виде плоской области, разбитой на ячейки. Каждая ячейка отражает часть рассматриваемой области размера $0,4 \times 0,4 \text{ м}^2$ (это средний размер, занимаемый человеком в толпе (Kirchner и др., 2002)). Ячейки разделяются на ячейки-частицы, ячейки-препятствия, ячейки-выходы и пустые.

Область моделирования удобно представлять в виде двух массивов: массив препятствий W и массив F^t . t – номер дискретного временного шага или номер итерации КА.

Массив препятствий W задается изначально и не изменяется со временем.
 $W = \{w_{ij} : i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}\}$, где

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{ячейка}(i, j) \text{ занята стеной (препятствием);} \\ 2, & \text{в ячейке}(i, j) \text{ выход;} \\ 0, & \text{ячейка}(i, j) \text{ свободна.} \end{cases}$$

Массив частиц F^t изменяется со временем и определяет эволюцию КА.

$$F^t = \{f_{ij}^t : i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}\}, \text{ где}$$

$$f_{ij}^t = \begin{cases} 1, & \text{ячейка}(i, j) \text{ занята частицей и } w_{ij} = 0; \\ 0, & \text{ячейка}(i, j) \text{ свободна} \end{cases}$$

Таким образом, задали состояние клетки $f \in A$ и алфавит $A = \{0; 1\}$. Множество имён $M = \{(i, j) : i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}\}$.

В момент времени $t=0$ количество частиц N расположено на массиве F^0 . Число N не должно превышать количества свободных от ячеек-препятствий мест. Каждая ячейка может быть занята только одной частицей, частицы могут располагаться на свободных от препятствий местах:

$$(w_{ij} = 1) \cap (f_{ij}^t = 1) = \emptyset, \quad i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}.$$

Полагается, что геометрия рассматриваемой области «известна» частицам и отражена в «карте местности» - статическом поле S . Поле S совпадает с рассматриваемой областью и также дискретизировано на ячейки $0,4 \times 0,4 \text{ м}^2$. $S = \{s_{ij} : i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}\}$. Ячейки поля содержат минимальное расстояние до ближайшего выхода.

На каждом шаге t частица может переместиться в одну из четырех свободных соседних ячеек или остаться на прежнем месте (окрестность фон Неймана), таблица 1.1. Шаблон соседства

$$T(i, j) = \{\phi_k(i, j) : k = \overline{0, 4}\} = \{(i, j), (i, j-1), (i-1, j), (i, j+1), (i+1, j)\}.$$

$\phi_k(i, j)$ – соответствующая соседняя клетка, которую также можно рассматривать как направление движения.

Таблица 1.1 – Шаблон соседства $T(i, j)$

	(i-1, j)	
(i, j-1)	(i, j)	(i, j+1)
	(i+1, j)	

Скорость частиц в модели $v_{\max} = 1$ ячейка.

Направление движения частицы рассматривается как случайная величина. Пусть случайная величина ξ – направление движения частицы с координатами (i, j) на расчетном шаге t . $\rho_{\phi_k(i, j)}$ – вероятность переместиться в соседнюю ячейку $\phi_k(i, j)$. Тогда ξ – имеет распределение:

ξ	$\Phi_0(i, j)$	$\Phi_1(i, j)$	$\Phi_2(i, j)$	$\Phi_3(i, j)$	$\Phi_4(i, j)$
ρ_ξ	$P \Phi_0(i, j)$	$P \Phi_1(i, j)$	$P \Phi_2(i, j)$	$P \Phi_3(i, j)$	$P \Phi_4(i, j)$

Целью передвижения частиц является ближайший или заданный выход. Направление движения частицы определяется на основе вероятностей переходов в каждом направлении для каждой частицы в каждый дискретный шаг времени и набором правил переходов.

Вывод. Основным предметом исследований является определение способа вычисления вероятностей и определения правил перехода так, чтобы воспроизводить направленное движение частиц к выходу в зданиях и сооружениях любой геометрии с приближенным выполнением выделенных в первой главе свойств движения людей.

Для решения поставленной задачи за основу была взята FF-модель (Burstedde и др., 2001; Nishinari и др., 2004). Она относится к классу дискретных стохастических моделей с индивидуальным представлением людей. Физические параметры унифицируются: все частицы имеют одну и ту же площадь проекции и скорость.

Направление движения рассматривается как случайная величина и определяется на основе переходных вероятностей. Переход на новые позиции осуществляется посредством правил переходов согласно выбранным направлениям движения.

При построении модели использовались следующие идеи других учёных. Идея поля расстояний до выхода S и экспоненциальная форма переходных вероятностей была взята из FF модели.

При вычислении вероятностей переходов учитывается карта местности поле S , плотность частиц в направлении и близость стен в направлении. Идея использования этих компонент присутствует в том или ином виде и в других моделях движения людей, но именно взаимодействие параметров модели даёт реализацию введенных стратегий кратчайшего пути и быстрого пути и приводит к более адекватному моделированию динамики движения людей. Параметрами модели можно регулировать динамику движения в зависимости от пространственной ситуации.

Information about the authors

A. Khasenov – Doctoral student of the Department "Information Systems" of the Faculty of Information Technologies of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: khssnv04@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6190-6776>;

M. Kantureyeva – Acting Associate Professor of the Department "Information Systems" of the Faculty of Information Technologies of the L.N. Gumilyov

Eurasian National University, PhD. Astana, Kazakhstan, E-mail: ma_khantore@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

D. Tussupov – Professor. Head of the Department "Information Systems" of the Faculty of Information Technologies of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: tussupov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9179-0428>;

A. Omarbekova – Candidate of Technical Sciences, Director of the Department of Digital Development and Distance Learning, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

G. Abdikerimova – PhD, Department of Information technology, Faculty of information technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: gulzira1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4953-0737>.

ЛИТЕРАТУРЫ

Бандман О.Л. Клеточно-автоматные модели пространственной динамики / О.Л. Бандман // Системная информатика: сб. научн. тр./ по ред. А.Г. Марчука. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2006. –С. 59-113.

A.S. Brandrud, Michael Bretthauer, Guttorm Bratteb, et al., Local emergency medical response after a terrorist attack in Norway: a qualitative study, *Bmj Qual. Saf.* 26 (10) (2017).

B. Liu, Z. Liu, D. Sun, and C. Bi, "An evacuation route model of crowd based on emotion and geodesic," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2018, Article ID 6585102, 2018.

Burstedde C. Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton / C. Burstedde, K. Klauack, A. Schadschneider, J. Zittartz // *Physica A.* – 2001. – Vol. 295. – P. 507-525.

D. Helbing, I. Farkas, and T. Vicsek, "Simulating dynamical features of escape panic," *Nature*, vol. 407, no. 6803, pp. 487-490, 2000.

H. Kim and S. Han, "Crowd evacuation simulation using active route choice model based on human characteristics," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 87, pp. 369-378, 2018.

Kirchner A. Simulation of evacuation processes using a bionics-inspired cellular automaton model for pedestrian dynamics / A. Kirchner, A. Schadschneider // *Physica A.* – 2002. – Vol. 312. – P. 260-276.

M. Franovetter, "Threshold models of collective behavior," *American Journal of Sociology*, vol. 83, no. 6, pp. 1420-1443, 1978.

M. Hirsch, Pierre Carli, Remy Nizard, et al., The medical response to multisite terrorist attacks in Paris, *Lancet* 386 (10012) (2015) 2535-2538.

N. Ding, T. Chen, H. Zhang, Experimental study of elevator loading and unloading time during evacuation in high-rise buildings, *Fire Technol.* 53 (1) (2017) 29-42.

N. Ding, H. Zhang, T. Chen, Simulation-based optimization of emergency evacuation strategy in ultra-high-rise buildings, *Natural Hazards* 89 (3) (2017) 1037-1184.

Nishinari K. Extended floor field CA model for evacuation dynamics / K. Nishinari, A. Kirchner, A. Namazi, A. Schadschneider // *IEICE Transactions on Information and Systems*, E87-D. – 2004. – P. 726-732.

R.R. McCrae, P.T. Costa and J.S. Wiggins, *Toward a New Generation of Personality Theories: Theoretical Contexts for the Five-Factor Model*, the Five-Factor Model of Personality: Theoretical Perspectives, pp. 51-87, The Guilford Press, New York, NY, USA, 1996.

X. Wang, L. Zhang, Y. Lin, Y. Zhao, and X. Hu, "Computational models and optimal control

strategies for emotion contagion in the human population in emergencies,” *Knowledge-Based Systems*, vol. 109, pp. 35-47, 2016.

X. Guo, J. Chen, Y. Zheng, and J. Wei, “A heterogeneous lattice gas model for simulating pedestrian evacuation,” *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, vol. 391, no. 3, pp. 582-592, 2012.

X.Z. Zheng, D. Tian, M. Zhang, C. Hu, and L. Tong, “A stairs evacuation model considering the pedestrian merging flows,” *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2019, Article ID 7615479, 2019.

Y. Shin, S. Kim, and I. Moon, “Simultaneous evacuation and entrance planning in complex building based on dynamic network flows,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 73, pp. 545-562, 2019.

Y. Jiang, B. Chen, X. Li, and Z. Ding, “Dynamic navigation field in the social force model for pedestrian evacuation,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 80, pp. 815-826, 2020.

https://en.wikipedia.org/wiki/Beslan_school_siege.

https://en.wikipedia.org/wiki/School_shooting.

REFERENCES:

Bandman O.L. Cellular automaton models of spatial dynamics / O.L. Bandman // *System Informatics: collection of scientific tr./ ed. by A.G.Marchuk. – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2006. –C. 59-113.*

A.S. Brandrud, Michael Bretthauer, Guttorm Bratteb, et al., Local emergency medical response after a terrorist attack in Norway: a qualitative study, *Bmj Qual. Saf.* 26 (10) (2017).

B. Liu, Z. Liu, D. Sun, and C. Bi, “An evacuation route model of crowd based on emotion and geodesic,” *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2018, Article ID 6585102, 2018.

Burstedde, C. Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton / C. Burstedde, K. Klauck, A. Schadschneider, J. Zittartz // *Physica A. – 2001. – Vol. 295. – P. 507-525.*

D. Helbing, I. Farkas, and T. Vicsek, “Simulating dynamical features of escape panic,” *Nature*, vol. 407, no. 6803, pp. 487-490, 2000.

H. Kim and S. Han, “Crowd evacuation simulation using active route choice model based on human characteristics,” *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 87, pp. 369-378, 2018.

Kirchner, A. Simulation of evacuation processes using a bionics-inspired cellular automaton model for pedestrian dynamics / A. Kirchner, A. Schadschneider // *Physica A. – 2002. – Vol. 312. – P. 260-276.*

M. Franovetter, “Threshold models of collective behavior,” *American Journal of Sociology*, vol. 83, no. 6, pp. 1420-1443, 1978.

M Hirsch, Pierre Carli, Remy Nizard, et al., The medical response to multisite ter-rorist attacks in Paris, *Lancet* 386 (10012) (2015) 2535-2538.

N. Ding, T. Chen, H Zhang, Experimental study of elevator loading and unloading time during evacuation in high-rise buildings, *Fire Technol.* 53 (1) (2017) 29-42.

N. Ding, H. Zhang, T. Chen, Simulation-based optimization of emergency evacuation strategy in ultra-high-rise buildings, *Natural Hazards* 89 (3) (2017) 1037-1184.

Nishinari, K. Extended floor field CA model for evacuation dynamics / K. Nishinari, A. Kirchner, A. Namazi, A. Schadschneider // *IEICE Transactions on Information and Systems*, E87-D. – 2004. – P. 726-732.

R.R. McCrae, P.T. Costa and J.S. Wiggins, *Toward a New Generation of Personality Theories: Theoretical Contexts for the Five-Factor Model*, the Five-Factor Model of Personality: Theoretical Perspectives, pp. 51-87, The Guilford Press, New York, NY, USA, 1996.

X. Wang, L. Zhang, Y. Lin, Y. Zhao, and X. Hu, “Computational models and optimal control strategies for emotion contagion in the human population in emergencies,” *Knowledge-Based Systems*, vol. 109, pp. 35-47, 2016.

X. Guo, J. Chen, Y. Zheng, and J. Wei, “A heterogeneous lattice gas model for simulating

pedestrian evacuation,” *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, vol. 391, no. 3, pp. 582-592, 2012.

X.Z. Zheng, D. Tian, M. Zhang, C. Hu, and L. Tong, “A stairs evacuation model considering the pedestrian merging flows,” *Discrete Dynamics in Nature and Society*, vol. 2019, Article ID 7615479, 2019.

Y. Shin, S. Kim, and I. Moon, “Simultaneous evacuation and entrance planning in complex building based on dynamic network flows,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 73, pp. 545-562, 2019.

Y. Jiang, B. Chen, X. Li, and Z. Ding, “Dynamic navigation field in the social force model for pedestrian evacuation,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 80, pp. 815-826, 2020.

https://en.wikipedia.org/wiki/Beslan_school_siege.

https://en.wikipedia.org/wiki/School_shooting.

МАЗМҰНЫ

А.С. Баймаханова, А.Ж. Сейтмуратов DEEP LEARNING АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ЦИФРЛЫҚ ҚҰЖАТТАРДЫ ЖІКТЕУ.....	5
М.А. Болатбек, Ш.Ж. Мусиралиева, К. Багитова, А.Т. Нюсупов, Е. Абайұлы ВЕБ-РЕСУРСТАРДАҒЫ ФИШИНГТІК ХАБАРЛАМАЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	16
М.А. Кантуреева, А.Ш. Хасенов, Д.А. Тусупов, А.Б. Закирова, А.З. Алимагамбетова ЭВАКУАЦИЯ ДИНАМИКАСЫНА АРНАЛҒАН FLOOR FIELD МОДЕЛІ...30	30
А.Д. Кубегенова, К.Т. Искаков, Е.С. Кубегенов, О.И. Криворотько ДЕРЕКТЕРДІ ИНТЕЛЕКТУАЛДЫ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙДЫ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ.....	43
Г. Қалман, М.А. Самбетбаева, Д.А. Актаева, А.С. Илюбаев МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН АНАФОРАНЫ ШЕШУ МОДЕЛІ.....	56
С.Т. Мамбетов, Е.Е. Бегимбаева, С.К. Джолдасбаев, Б.О. Куламбаев, Г.Н. Казбекова АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ҚАУІПТЕРІ МЕН ОСАЛ ТҰСТАРЫНЫҢ МОНИТОРИНГІ ТУРАЛЫ.....	68
У.Т. Махажанова, Б. Тасуов, А.А. Муханова, А. Мухиядин, Р.К. Жеткиншеков БҰЛДЫР ЖИЫНДАР ТЕОРИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ БИЗНЕСТІҢ НЕСИЕ ҚАБІЛЕТІЛІГІН БАҒАЛАУ АЛГОРИТМІ.....	81
Р.Н. Молдашева, А.А. Исмаилова, А.К. Жамангара, А.М. Задағали, Г.Б. Турмуханова СУ ЭКО ЖҮЙЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУДЕ АТЖ ӨЗІРЛЕУГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР.....	93
А.А. Муханова, У.Т. Махажанова, Н.Д. Мархабатов, Б. Тасуов, Ж.Б. Ламашева ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ТАЛДАУДА БҰЛДЫР ЛОГИКАНЫ ҚОЛДАНУ.....	106

Н.А. Сейлова, А.Б. Батыргалиев, Ж.А. Джангозин, Д.А. Байбатчаева, Н. Нұрғабылов ШУ КЕДЕЛДЕРІН БҮРКЕУДІҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	120
А.Ш. Хасенов, М.А. Кантурсева, Д.А. Тусупов, А.С. Омарбекова, Г.Б. Абдикеримова АГЕНТТІК МОДЕЛЬДЕУ ЖҮЙЕСІНДЕ ЭВАКУАЦИЯ МОДЕЛІН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ТӘСІЛІ.....	134
А. Шаушенова, А. Нурпейсова, Д. Досалянов, Г. Мауина ПРОКТОРИНГ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН СӨЙЛЕУДІ ТАҢУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	146
А.Ә. Шекербек, Г.Б. Абдикеримова, Ә.М. Сабыр, Ж.С. Әбілқайыр КЕУДЕ КЛЕТКАСЫНЫҢ ПАТОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУ ҮШІН ӘДІС ПЕН АЛГОРИТМДІ ҚОЛДАНУ.....	159

СОДЕРЖАНИЕ

А.С. Баймаханова, А.Ж. Сейтмуратов КЛАССИФИКАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ДОКУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМА DEEP LEARNING.....	5
М.А. Болатбек, Ш.Ж. Мусиралиева, К. Багитова, А.Т. Нюсупов, Е. Абайулы ФИШИНГОВЫЕ СООБЩЕНИЯ НА ВЕБ-РЕСУРСАХ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	16
М.А. Кантуреева, А.Ш. Хасенов, Д.А. Тусупов, А.Б. Закирова, А.З. Алимагамбетова FLOOR FIELD МОДЕЛЬ ДЛЯ ДИНАМИКИ ЭВАКУАЦИИ.....	30
А.Д. Кубегенова, К.Т. Искаков, Е.С. Кубегенов, О.И. Криворотько МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ.....	43
Г. Қалман, М.А. Самбетбаева, Д.А. Актаева, А.С. Илюбаев МОДЕЛЬ РАЗРЕШЕНИЯ АНАФОРЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	56
С.Т. Мамбетов, Е.Е. Бегимбаева, С.К. Джолдасбаев, Б.О. Куламбаев, Г.Н. Казбекова О МОНИТОРИНГЕ УГРОЗ И УЯЗВИМОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ.....	68
У.Т. Махажанова, Б. Тасуов, А.А. Муханова, А. Мухиядин, Р.К. Жеткиншеков АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ.....	81
Р.Н. Молдашева, А.А. Исмаилова, А.К. Жамангара, А.М. Задағали, Г.Б. Турмуханова ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ИАС-ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	93
А.А. Муханова, У.Т. Махажанова, Н.Д. Мархабатов, Б. Тасуов, Ж.Б. Ламашева ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	106

Н.А. Сейлова, А.Б. Батыргалиев, Ж.А. Джангозин, Д.А. Байбатчаева, Н. Нұрғабылов МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МАСКИРУЮЩИХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ.....	120
А.Ш. Хасенов, М.А. Кантуреева, Д.А. Тусупов, А.С. Омарбекова, Г.Б. Абдикеримова ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ В СИСТЕМЕ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	134
А.Г. Шаушенова, А.А. Нурпейсова, Д.Б. Досалянов, Г.М. Мауина ПРОБЛЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМЕ ПРОКТОРИНГА.....	146
А.А. Шекербек, Г.Б. Абдикеримова, А.М. Сабыр, Ж.С. Абулхаир ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА И АЛГОРИТМА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПАТОЛОГИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ.....	159

CONTENTS

A. Baimakhanova, A. Seitmuratov CLASSIFICATION OF DIGITAL DOCUMENTS USING DEEP LEARNING ALGORITHM.....	5
M. Bolatbek, Sh. Musiralieva, K Bagitova, A. Нюсупов, E. Abaiuly PHISHING MESSAGES ON WEB RESOURCES AND THEIR DETECTION BY MACHINE LEARNING METHODS.....	16
M. Kantureyeva, A. Khassenov, D. Tussupov, A. Zakirova, A. Alimagambetova FLOOR FIELD MODEL FOR EVACUATION DYNAMICS.....	30
A.D. Kubegenova, K.T. Iskakov, E.S. Kubegenov, O.I. Krivorotko MONITORING AND MODELING OF THE EPIDEMIOLOGICAL SITUATION USING DATA MINING.....	43
G. Kalman, M.A. Sambetbayeva, A.C. Ilyubayev, D.A. Aktaeva ANAPHORA RESOLUTION MODEL BASED ON MACHINE LEARNING METHODS.....	56
S.T. Mambetov, Ye.Ye. Begimbayeva, S. Joldasbayev, B.O. Kulambayev, G.N. Kazbekova ABOUT MONITORING THREATS AND VULNERABILITIES OF THE INFORMATION SYSTEM.....	68
U. Makhazhanova, B. Tassuov, A. Mukhanova, A. Mukhiyadin, R. Zetkinshekov AN ALGORITHM FOR ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF A BUSINESS BASED ON THE THEORY OF FUZZY SETS.....	81
R.M. Moldasheva, A.A. Ismailova, A.K. Zhamangara, A.M. Zadagali, G.B. Turmukhanova REQUIREMENTS TO DEVELOPMENT OF IAS FOR RESEARCH OF AQUEOUS ECOSYSTEMS.....	93
A. Mukhanova, U. Makhazhanova, N. Markhabatov, B. Tassuov, Zh. Lamasheva APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN THE ANALYSIS OF ECONOMIC SYSTEMS N.....	106

N.A. Seilova, A. Batyrgaliyev, Zh. Dzhangozin, D. Baibatchayeva, N. Nurgabylov METHOD FOR ASSESSING THE QUALITY OF MASKING NOISE INTERFERENCES.....	120
A. Khassenov, M. Kantureyeva, D. Tussupov, A. Omarbekova, G. Abdikerimova APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF EVACUATION MODEL IN THE AGENT-BASED MODELING SYSTEM.....	134
A.G. Shaushenova, A.A. Nurpeisova, D.B. Dosalyanov, G.M. Mauina PROBLEMS OF SPEECH RECOGNITION BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN THE PROCTORING SYSTEM.....	146
A. Shekerbek, G. Abdikerimova, A. Sabyr, Zh. Abilkaiyr APPLICATION OF THE METHOD AND ALGORITHM FOR THE DETECTION OF CHEST PATHOLOGY.....	159

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

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Заместитель директора отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 15.09.2022.

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

10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.