

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

3 (351)

JULY – SEPTEMBER 2024

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 ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н-5**

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы*. Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

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

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

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

УДК 512.647

© **G.Taganova¹, D.A. Tussupov¹, A. Nazyrova², A.A. Abdildaeva³,
T.Zh. Yermek⁴ 2024.**

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

²Astana International University, Astana, Kazakhstan;

³Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after
Gumarbek Daukeyev, Almaty, Kazakhstan;

⁴International University of Information Technology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: guldana.kileuzhanova@gmail.com

SHORT-TERM FORECAST OF POWER GENERATION OF PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS BY COMPARING LSTM AND MLP MODELS

G.Taganova – doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan,
E-mail: guldana.kileuzhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6139-6270>;

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

A. Nazyrova – Senior lecturer of the Astana International University, E-mail: ayzhan.nazyrova@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-9162-6791>;

A.A. Abdildaeva – Senior lecturer of Almaty University of Power Engineering and Telecommunications
named after Gumarbek Daukeyev, Almaty, Kazakhstan, E-mail: abass_81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6381-9350>;

T.Zh. Yermek – student in the master's program International University of Information Technology,
E-mail: tolebiyermekov@gmail.com.

Abstract

In the modern world, effective management of electric grids is impossible without achieving an energy balance between electricity production and consumption. The stability of power grids directly depends on the ability of network operators to accurately predict energy production, especially when it comes to photovoltaic installations. These energy sources, which are actively integrated into electrical networks, are influenced by many factors, including changeable weather conditions, which makes the task of forecasting especially difficult.

As part of this study, an attempt was made to improve the accuracy of forecasting the output power of a 20 kW photovoltaic system by collecting and analyzing data on weather conditions and energy production for a typical year covering all four seasons. Special attention was paid to the evaluation of two machine learning

methods: long-term memory (LSTM) and multilayer perceptron (MLP), which were chosen because of their potential in processing and analyzing time series of data.

The results of the study demonstrate the high efficiency of both methods in predicting the output power of photovoltaic systems, which opens up new opportunities for improving the management of electric networks. The use of LSTM and MLP makes it possible not only to accurately predict energy production, but also helps to optimize network utilization, minimize losses and increase the overall efficiency of the electric power system.

It is important to note that the success of these models depends on the quality and volume of the data collected, as well as on the thorough preparation of the data for analysis. The study highlights the importance of integrating advanced machine learning technologies into the field of energy system management, offering practical recommendations for energy companies and power grid operators.

Keywords: Solar power generation, LSTM, MLP, short term forecasting, Machine learning

**Г.Ж. Таганова¹, Д.А. Тусупов¹, А. Назырова², А.А. Абдильдаева³,
Т.Ж. Ермек⁴**

¹Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

²Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан;

³«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан;

⁴Халықаралық Ақпараттық Технологиялар Университеті, Алматы, Қазақстан.

LSTM ЖӘНЕ MLP МОДЕЛЬДЕРІН САЛЫСТЫРУ АРҚЫЛЫ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУДІҢ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ БОЛЖАМЫ

Г. Таганова – Л.Н. Гумилев Атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің докторантурасының студенті, Астана, Қазақстан, E-mail: guldana.kileuzhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6139-6270>;

Д.А. Тусупов — ф.-м.ғ.д., профессор. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық технологиялар факультетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының меңгерушісі, E-mail: tussupov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9179-0428>;

А. Назырова – Астана Халықаралық университетінің аға оқытушысы, E-mail: ayzhan.nazyrova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9162-6791>;

А.А. Абдильдаева – Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінің аға оқытушысы КЕАҚ, Алматы, Қазақстан, E-mail: abass_81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6381-9350>;

Т.Ж. Ермек — Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің магистранты, E-mail: tolebiernmekov@gmail.com.

Аннотация. Электр энергиясын өндіру мен тұтыну арасындағы энергетикалық тепе-теңдікке қол жеткізбестен қазіргі әлемде электр

желілерін тиімді басқару мүмкін емес. Электр желілерінің тұрақтылығы желі операторларының энергия өндірісін дәл болжау қабілеті әсіресе фотоэлектрлік қондырғыларға тікелей байланысты. Электр желілеріне белсенді түрде біріктірілген бұл энергия көздеріне көптеген факторлар, соның ішінде ауа-райының құбылмалы жағдайлары әсер етеді, бұл болжау міндетін ерекше қиындатады.

Бұл зерттеу барлық төрт маусымды қамтитын жылдағы ауа-райы мен энергия өндірісі туралы деректерді жинау және талдау арқылы 20 кВт фотоэлектрлік жүйенің шығыс қуатын болжау дәлдігін арттыруға тырысты. Машиналық оқытудың екі әдісін бағалауға ерекше назар аударылды: ұзақ мерзімді жады (LSTM) және көп қабатты перцептрон (MLP), олар деректердің уақыт серияларын өңдеу және талдау әлеуетіне байланысты тандалды. Зерттеу нәтижелері фотоэлектрлік жүйелердің шығыс қуатын болжауда екі әдістің де жоғары тиімділігін көрсетеді, бұл электр желілерін басқаруды жақсартудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. LSTM және MLP пайдалану энергия өндірісін дәл болжауға ғана емес, сонымен қатар желінің жүктемесін оңтайландыруға, шығындарды азайтуға және электр жүйесінің жалпы тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Модельдерді қолданудың сәттілігі жиналған деректердің сапасы мен көлеміне, сондай-ақ деректерді талдауға дайындаудың мұқият болуына байланысты екенін ескеру маңызды. Зерттеу энергетикалық компаниялар мен электр операторлары үшін практикалық ұсыныстар ұсына отырып, энергетикалық жүйелерді басқару саласына машиналық оқытудың озық технологияларын біріктірудің маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: Күн энергиясын өндіру, LSTM, MLP, қысқа мерзімді болжау, Машиналық оқыту

**Г.Ж. Таганова¹, Д.А. Тусупов¹, А. Назырова², А.А. Абдильдаева³,
Т.Ж. Ермек⁴**

¹Евразийский национальный университетим. Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан;

²Международный университет, Астана, Казахстан;

³Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева,
Алматы, Казахстан;

⁴Международный университет информационных технологий,
Алматы, Казахстан.

E-mail: guldana.kileuzhanova@gmail.com

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ ПУТЕМ СРАВНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ LSTM И MLP

Г.Таганова –докторант Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: guldana.kileuzhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6139-6270>;

Д.А. Тусупов – д. ф.-м. н., профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы» факультета информационных технологий Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, E-mail: tussupov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9179-0428>;

А. Назырова – старший преподаватель Международного университета Астана, E-mail: ayzhan.nazyrova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9162-6791>;

А.А. Абдильдаева — старший преподаватель Алматинского университета энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Алматы, Казахстан, E-mail: abass_81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6381-9350>;

Т.Ж. Ермек — магистрант Международного университета информационных технологий, E-mail: tolebiermekov@gmail.com.

Аннотация. В современном мире эффективное управление электрическими сетями невозможно без достижения энергетического баланса между производством и потреблением электроэнергии. Стабильность работы электросетей напрямую зависит от способности операторов сети точно прогнозировать производство энергии, особенно когда речь идет о фотоэлектрических установках. Эти источники энергии, активно интегрируемые в электрические сети, подвержены влиянию множества факторов, в том числе и изменчивых погодных условий, что делает задачу прогнозирования особенно сложной.

В рамках данного исследования была предпринята попытка повысить точность прогнозирования выходной мощности фотоэлектрической системы мощностью 20 кВт, собрав и проанализировав данные о погодных условиях и производстве энергии за типичный год, охватывающий все четыре сезона. Особое внимание было уделено оценке двух методов машинного обучения: долгосрочной памяти (LSTM) и многослойного перцептрона (MLP), которые были выбраны из-за их потенциала в обработке и анализе временных рядов данных.

Результаты исследования демонстрируют высокую эффективность обоих методов в прогнозировании выходной мощности фотоэлектрических систем, что открывает новые возможности для улучшения управления электрическими сетями. Использование LSTM и MLP позволяет не только точно прогнозировать производство энергии, но и способствует оптимизации загрузки сети, минимизации потерь и повышению общей эффективности электроэнергетической системы.

Важно отметить, что успех применения этих моделей зависит от качества и объема собранных данных, а также от тщательности подготовки данных к анализу. Исследование подчеркивает значимость интеграции передовых технологий машинного обучения в сферу управления энергетическими системами, предлагая практические рекомендации для энергетических компаний и операторов электросетей.

Ключевые слова: солнечная энергетика, LSTM, MLP, краткосрочное прогнозирование, машинное обучение

Introduction

In the modern world, when environmental and sustainable development issues are becoming more and more relevant, energy efficiency and resource management are gaining new importance. Balancing energy production and consumption is one of the key aspects of ensuring the sustainability of electric power systems. With the increasing share of renewable energy sources such as solar panels, accurate forecasting of their production is becoming an important element of energy planning. Thus, the development of accurate predictive models for energy systems capable of adapting to the dynamics of changing conditions is of strategic importance. In this context, this paper evaluates the effectiveness of various forecasting methods such as LSTM and MLP by collecting data on weather conditions and the output power of photovoltaic systems. These studies are essential to ensure the stability and efficiency of power grids in a rapidly changing energy paradigm.

Related work

Modern research on solar radiation prediction and photovoltaic energy generation uses a variety of approaches, including deep learning, portfolio theory integration, machine learning and hybrid models. Let's consider the key works presented in this literature review.

Lima and co-authors (2020) explore improving solar energy forecasting through deep learning and portfolio theory integration. Their approach demonstrates how modern data analysis techniques can optimize resource management and improve forecast accuracy.

Jung and colleagues (2020) describe the use of recurrent neural networks with long-term short-term memory (LSTM) to model time patterns in long-term power forecasting for solar photovoltaic installations using the example of South Korea. This highlights the importance of LSTM in processing time sequences to improve prediction accuracy.

Gao and co-authors (2019) focus on forecasting next-day power generation for large-scale photovoltaic installations based on weather classification using LSTM, demonstrating how categorization of weather conditions can improve forecast accuracy.

Wang and colleagues (2019) are comparing next-day photovoltaic power prediction models based on deep neural networks, highlighting the potential and benefits of deep learning in this area.

Jallal and co-authors (2020) are developing an artificial intelligence data-based approach using endogenous inputs to predict global solar radiation, illustrating the importance of adaptive data processing techniques to improve predictive models.

Kisi and his team (2020) apply innovative machine learning techniques to estimate solar radiation in the Mediterranean climate using weather variables, which highlights the importance of selecting appropriate algorithms for specific climatic conditions.

Ağbulut and colleagues (2021) compare various machine-learning algorithms

for predicting daily global solar radiation, highlighting the importance of a comprehensive comparison to determine the most effective method.

Alizamir and co-authors (2020) conducted a comparative study of several machine-learning methods based on nonlinear regression to estimate solar radiation, considering the cases of the regions of the USA and Turkey. This study highlights the importance of choosing an appropriate algorithm based on geographical location and climatic conditions to improve the accuracy of estimates.

Yu, Cao, and Zhu (2019) focused on short-term solar radiation forecasting using LSTM in difficult weather conditions. Their work demonstrates how LSTM can adapt to changing weather conditions, providing high prediction accuracy.

Aslam and his team (2019) investigated deep learning models for long-term prediction of solar radiation, taking into account the installation of microgrids. A comparison of various deep learning models in this context offers valuable insights for choosing optimal forecasting methods in microgrid conditions.

Monjoly and co-authors (2017) presented a hybrid approach to hourly forecasting of global solar radiation based on multi-decomposition methods. This technique combines various algorithms to achieve more accurate and reliable forecasts, demonstrating the potential of hybrid models in predicting solar radiation.

Berrizbeitia, Gago, and Muneer (2020) conducted a review and experimental analysis of empirical models for estimating scattered solar radiation in the sky. Their research highlights the importance of developing and adapting models specific to different lighting conditions and atmospheric conditions.

These studies show a variety of methods and approaches in the field of solar energy forecasting, from deep learning to machine learning and hybrid models, highlighting their potential to improve accuracy and efficiency in a variety of settings and contexts.

Methods

LSTM (Long Short-Term Memory) and MLP (Multilayer Perceptron) methods are common machine learning approaches for solving forecasting problems, including predicting photovoltaic power generation.

The article discusses two different machine learning models, Long Short-Term Memory (LSTM) and Multilayer Perceptron (MLP), which are widely used to solve forecasting problems, including forecasting photovoltaic energy generation.

LSTM is a specialized type of recurrent neural networks (RNNs) designed to process data sequences and prevent the vanishing gradient problem, which is an obstacle for traditional RNNs. A distinctive feature of LSTM is its ability to store information for long periods of time, which makes it exceptionally suitable for tasks related to time series, where long-term dependencies between data must be taken into account. In the context of predicting photovoltaic energy generation, LSTM models are able to analyze data on weather conditions and historical energy production, identifying patterns that can be used to predict future generation.

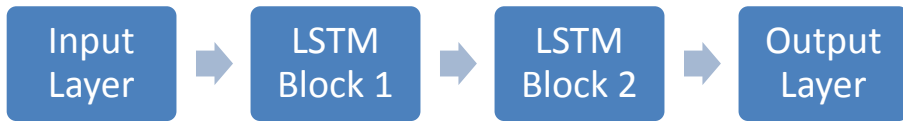


Figure 1. Conceptual LSTM Model Structure

The conceptual structure of the LSTM model presented in Figure 2 serves as the basis for the development and understanding of methods for predicting solar energy generation. Understanding the role of each component of the model helps engineers and researchers effectively apply LSTM to optimize the operation of solar power plants and ensure sustainable energy production from solar sources.

MLP, on the other hand, is a classical architecture of artificial neural networks consisting of three or more layers: an input layer, several hidden layers and an output layer. The layers are interconnected by weights that adapt during the learning process. MLP is able to approximate almost any function, so it finds application in a wide range of machine learning tasks, including regression and classification. In photovoltaic power generation forecasting tasks, MLP can be used to create models that predict power output based on weather conditions and other relevant parameters.

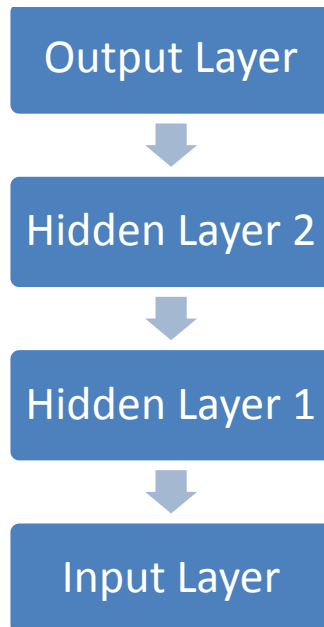


Figure 2. Conceptual MLP Model Structure

The conceptual structure of the MLP model presented in Figure 1 is the basis for the development and understanding of methods for predicting solar energy

production. Understanding the role of each component of the model helps researchers and practitioners effectively apply MLP to optimize the operation of solar power plants and integrate solar energy into the energy system.

Both LSTM and MLP models offer different approaches to data processing and analysis for forecasting. LSTM is ideal for tasks where time dependencies and long-term memory are important, while MLP stands out for its flexibility and ability to approximate complex relationships between input and output data, making both models valuable tools in the arsenal of machine learning specialists.

Case study

As an example, information on the power of energy generated from solar panels located in Germany in 2016 was used, as well as meteorological data from open sources. In particular, we use two data sets:

Results and discussion

The correlation of solar power generation using the initial data parameters shown below is shown in Figure 3. The greatest correlation in solar electricity production, as shown in the figure, is temperature 0.5, the sign indicating the sunrise is 0.6, and the UF index is 1.

An experiment was conducted using two models, that is, with all data (1) and data with a high correlation(2).

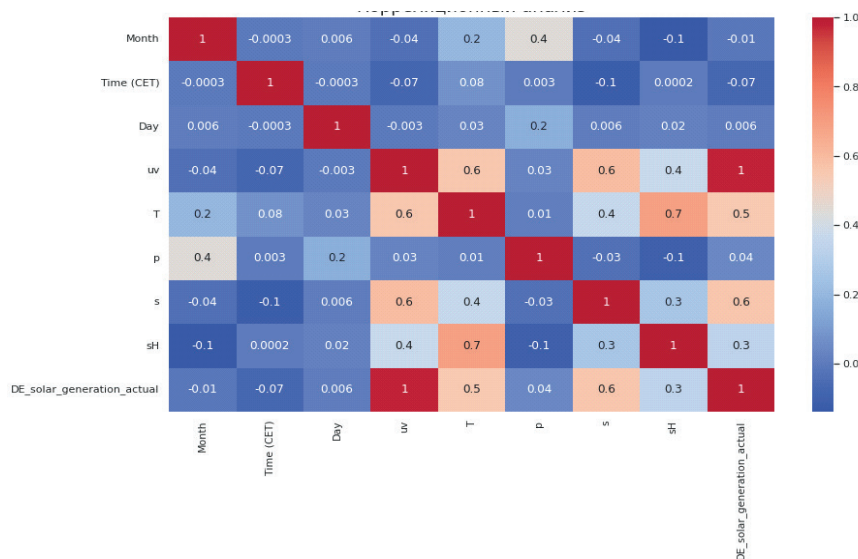


Figure 3. Correlation analysis

$$meteo = \{s, sH, T, p, c, cl, tS, E, , P, U\} \tag{1}$$

$$meteo = \{T, s, uv\} \tag{2}$$

Table 1 shows a comparison of two types of neural networks: multilayer perceptron (MLP) and long-term short-term memory (LSTM) based on five indicators: Loss, Validation Loss, root of mean square error (RMSE), average absolute error (MAE) and coefficient of determination (R2).

The multilayer perceptron (MLP) shows losses of 0.0003 and validation losses of 0.0005. The RMSE value for this model is 374.3, MAE is 308.1, and the coefficient of determination (R2) is 0.83, which indicates a fairly high degree of compliance of the predicted values with real data.

In turn, the LSTM model demonstrates lower losses: 0.0002 and validation losses of 0.0003. The RMSE and MAE indicators are 267.2 and 212.8, respectively, which is lower than that of MLP. The coefficient of determination for LSTM is 0.91, which indicates a more accurate prediction of the model compared to MLP.

Thus, according to the presented data, the LSTM model surpasses the MLP model in all five estimated parameters. Lower values of losses and errors, as well as a higher coefficient of determination in LSTM, indicate greater accuracy and reliability of this model in predictive tasks.

Table 1. Comparison of models: MLP and LSTM

Model	Loss	Validation Loss	RMSE	MAE	R ²
MLP	0.0003	0.0005	374.3	308.1	0.83
LSTM	0.0002	0.0003	267.2	212.8	0.91

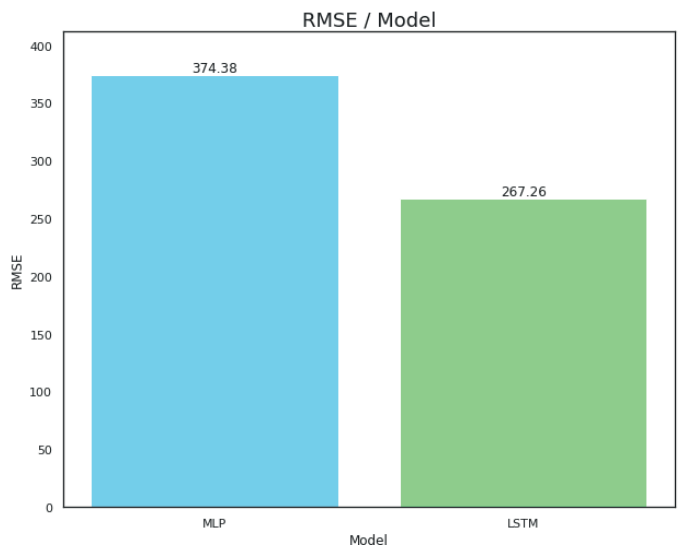


Figure 4. Comparison of models: MLP and LSTM

The visualization of the results was presented in the form of a bar chart (Figure 4), where each column corresponded to the RMSE of one of the models. It followed

from the chart data that the LSTM model surpassed MLP, showing a lower RMSE value of 267.26 versus 374.38 for MLP. These results indicate that the LSTM model, with its ability to efficiently process and store information about long-term dependencies, is better suited for analyzing and predicting data sequences, which makes it the preferred choice in time series applications.

Table 2. Comparison of activation function: relu, sigmoid and tanh

Model	Loss	Validation Loss	RMSE	MAE
relu	0.011	0.006	1286.15	807.979
Sigmoid	0.016	0.012	2427.929	1774.908
tahn	0.013	0.008	1653.537	1262.15

In this study, three activation functions are compared (Table 2): Real, sigmoid and tanh, according to several key metrics. The table shows the results, including Loss, Validation Loss, root of mean square error (RMSE) and mean absolute error (MAE) for each of the activation functions. The following results are observed for the ReLU activation function: losses are 0.011, validation losses are 0.006, RMSE is 1286.15, and MAE is 807.979. The sigmoid activation function shows losses at 0.016, validation losses at 0.012, RMSE is 2427.929, and MAE is 1774.908. In the case of using the thanh activation function, losses are 0.013, validation losses are 0.008, RMSE is 1653.537, and MAE is 1262.15. These data allow an analysis of the effectiveness of various activation functions in in the context of the task for which they were used, demonstrating the differences in their impact on the learning process of the model.

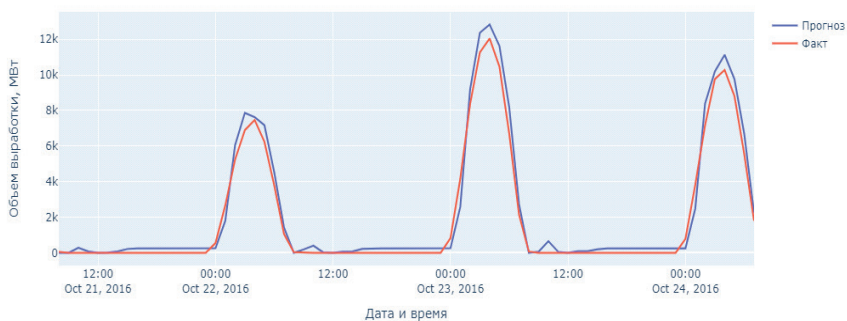


Figure 5. Forecast using LSTM model and solar power generation

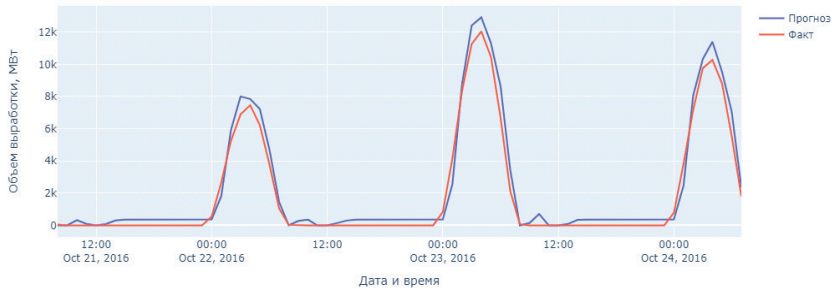


Figure 6. Forecast using MLP model and solar power generation

Figure 5 and Figure 6 show a line diagram tracing two variables in a time period covering the period from October 21, 2016 to October 23, 2016. The X-axis labeled "date and time" represents the date and time, suggesting that data points are drawn based on a specific time of day. The Y-axis labeled "production volume, MW" indicates the amount of electricity generation in megawatts (MW). The blue line represents the estimated electricity generation, and the red line represents the actual solar power generation data. The interaction between predicted and actual values can be used to assess the accuracy of forecasts and analyze the patterns of electricity generation.

Discussion

The discussion of the results of this study opens up significant directions for the development and improvement of forecasting systems for electricity generation based on renewable sources. The use of the latest machine learning methods, in particular LSTM (Long Short-Term Memory) networks, for the analysis and forecasting of photovoltaic energy generation has shown their high efficiency. The effectiveness of these methods is especially noticeable when working with meteorological data that have a high correlation with energy production.

A key aspect highlighted in the study is the acute sensitivity of forecasts to weather changes. This confirms the need to use accurate and relevant meteorological data in modeling production processes in the field of renewable energy. The choice of correlated meteorological data for training the model allows you to significantly increase the accuracy of forecasts, which is confirmed by the standard error and the coefficient of determination (R2) as a result of using the latest model.

Comparing the latest model with previous approaches shows a significant improvement in forecasting accuracy. This indicates that the introduction of algorithms capable of adapting to dynamic changes in weather data and energy production can lead to a significant increase in forecasting efficiency. However, to achieve the best results, it is critically important to select data with a high degree of correlation and relevance.

To further improve the accuracy of predicting photovoltaic power generation, the study highlights the importance of expanding the amount of training data and

scenarios. This may include using a broader set of meteorological data, as well as data on energy production over longer time periods. This approach will allow the model to better adapt to different conditions and improve the ability to predict energy production in a variety of weather conditions.

Conclusion

This study was developed using the LSTM machine learning method to solve the problem of predicting electricity generation based on meteorological data from open sources. The prediction of photovoltaic energy production showed an acute sensitivity to weather changes. Various sets of meteorological data have been used to increase the accuracy of forecasts for historical solar energy production in renewable energy sources. The LSTM model with high correlation meteorological data surpassed the LSTM with all meteorological data sets. In particular, for the LSTM model with correlated meteorological data, RMSE 267.2, MAE 212.8 and R^2 was 0.91%. Using an LSTM model with correlated meteorological data is effective, but for more accurate forecasting, it is necessary to increase the number of training data and scenarios.

References

- Ağbulut Ü., Gürel A. E., and Biçen Y. (2021). Prediction of daily global solar radiation using different machine learning algorithms: Evaluation and comparison. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 135, Jan. 2021, Art. no. 110114, doi: 10.1016/j.rser.2020.110114.
- Alizamir M., Kim S., Kisi O., and Zounemat-Kermani M. (2020). A comparative study of several machine learning based non-linear regression methods in estimating solar radiation: Case studies of the USA and Turkey regions. *Energy*, vol. 197, Apr. 2020, Art. no. 117239, doi: 10.1016/j.energy.2020.117239.
- Aslam M., Lee J.-M., Kim H.-S., Lee S.-J., and Hong S. (2019). Deep learning models for long-term solar radiation forecasting considering microgrid installation: A comparative study. *Energies*, vol. 13, no. 1, p. 147, Dec. 2019, doi: 10.3390/en13010147.
- Berrizbeitia S. E., Gago E. J., and Muneer T. (2020). Empirical models for the estimation of solar sky-diffuse radiation. A review and experimental analysis. *Energies*, vol. 13, no. 3, p. 701, Feb. 2020, doi: 10.3390/en13030701.
- Gao M., Li J., Hong F., and Long D. (2019). Day-ahead power forecasting in a large-scale photovoltaic plant based on weather classification using LSTM. *Energy*, vol. 187, Nov. 2019, Art. no. 115838, doi: 10.1016/j.energy.2019.07.168.
- Jallal M. A., Yassini A. E., Chabaa S., Zeroual A., and Ibnyaich S. (2020). AI data driven approach-based endogenous inputs for global solar radiation forecasting. *Ingénierie Systèmes Inf.*, vol. 25, no. 1, pp. 27–34, Feb. 2020, doi: 10.18280/isi.250104.
- Jung Y., Jung J., Kim B., and Han S. (2020). Long short-term memory recurrent neural network for modeling temporal patterns in long-term power forecasting for solar PV facilities: Case study of South Korea. *J. Cleaner Prod.*, vol. 250, Mar. 2020, Art. no. 119476, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119476.
- Kisi O., Alizamir M., Trajkovic S., Shiri J., and Kim S. (2020). Solar radiation estimation in Mediterranean climate by weather variables using a novel Bayesian model averaging and machine learning methods. *Neural Process. Lett.*, vol. 52, no. 3, pp. 2297–2318, Dec. 2020, doi: 10.1007/s11063-020-10350-4.
- Lima M. A. F. B., Carvalho P. C. M., Fernández-Ramírez L. M., and Braga A. P. S. (2020). Improving solar forecasting using deep learning and portfolio theory integration. *Energy*, vol. 195, Mar. 2020, Art. no. 117016, doi: 10.1016/j.energy.2020.117016.

Mahardika D. & Putri R.I.I. (2020). Design division mixed fractions materials using PMRI and lesson study. *Journal of Physics: Conference Series*. — 1470(1) IOP Publishing.

Monjoly S., André M., Calif R., and Soubdhan T. (2017). Hourly forecasting of global solar radiation based on multiscale decomposition methods: A hybrid approach. *Energy*, vol. 119, pp. 288–298, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.energy.2016.11.061.

Vermunt J.D., Vrikki M., van Halem N., Warwick P. & Mercer N. (2019). The impact of Lesson Study professional development on the quality of teacher learning. *Teaching and Teacher Education*, — 81, — 61–73.

Wang K., Qi X., and Liu H. (2019). A comparison of day-ahead photovoltaic power forecasting models based on deep learning neural network. *Appl. Energy*, vol. 251, Oct. 2019, Art. no. 113315, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.113315.

Wilson E. & Sharimova A. (2019). Conceptualizing the implementation of Lesson Study in Kazakhstan within a social theory framework. *International journal for lesson and learning studies*.

Yu Y., Cao J., and Zhu J. (2019). An LSTM short-term solar irradiance forecasting under complicated weather conditions. *IEEE Access*, vol. 7, pp. 145651–145666, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2946057.

CONTENTS

INFORMATICS

Zh.K. Abdugulova, M. Tlegen, A.T. Kishubaeva, N.M. Kisikova, A.K. Shukirova AUTOMATION OF MINING EQUIPMENT USING DIGITAL CONTROL MACHINES.....	5
A.A. Abibullayeva, A.S. Baimakhanova USING MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING TECHNIQUES IN KEYWORD EXTRACTION.....	25
M. Ashimgaliyev, K. Dyussekeyev, T. Turymbetov, A. Zhumadillayeva ADVANCING SKIN CANCER DETECTION USING MULTIMODAL DATA FUSION AND AI TECHNIQUES.....	37
D.S. Amirkhanova, O.Zh. Mamyrbayev EL-GAMAL'S CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM: MATHEMATICAL FOUNDATIONS, APPLICATIONS AND ANALYSIS.....	52
A.Sh. Barakova, O.A. Ussatova, Sh.E. Zhussipbekova, Sh.M. Urazgalieva, K.S. Shadinova USE OF BLOCKCHAIN FOR DATA PROTECTION AND TECHNOLOGY DRAWBACKS.....	67
M. Kantureyev¹, G. Bekmanova, A. Omarbekova, B. Yergesh, V. Franzoni ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AND SOLVING SOCIAL PROBLEMS.....	78
A.B. Kassekeyeva, A.B. Togissova*, A.M. Bakiyeva, Z.B. Lamasheva, Y.N. Baibakty ANALYSIS OF COMPARATIVE OPINIONS USING INFORMATION TECHNOLOGY.....	88
M. Mussaif, A. Kintonova, A. Nazyrova, G. Muratova, I.F. Povkhan IMPROVED PUPIL LOCALIZATION METHOD BASED ON HOUGH TRANSFORM USING ELLIPTICAL AND CIRCULAR COMPENSATION.....	103
Zh. S. Mutalova, A.G. Shaushenova, G.O. Issakova, A.A. Nurpeisova, M.B. Ongarbayeva, G.A. Abdygalikova THE METHOD FOR RECOGNIZING A PERSON FROM A FACE IMAGE BASED ON MOVING A POINT ALONG GUIDES.....	118

G. Nurzhaubayeva, K. Chezhimbayeva, H. Norshakila
THE DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF A WEARABLE TEXTILE
YAGI-UDA ANTENNA DESIGN FOR SECURITY AND RESCUE
PURPOSES.....138

**A.A. Oxenenko, A.S.Yerimbetova, A. Kuanayev, R.I. Mukhamediev,
Ya.I. Kuchin**
TECHNICAL TOOLS FOR REMOTE MONITORING USING UNMANNED
AERIAL PLATFORMS.....152

**B.S. Omarov, A.B. Toktarova, B.S. Kaldarova, A.Z. Tursynbayev, R.B.
Abdrakhmanov**
DETECTING OFFENSIVE LANGUAGE IN LOW-RESOURCE
LANGUAGES WITH BILSTM.....174

G.Taganova, D.A. Tussupov, A. Nazyrova, A.A. Abdildaeva, T.Zh. Yermek
SHORT-TERM FORECAST OF POWER GENERATION OF PHOTOVOLTAIC
POWER PLANTS BY COMPARING LSTM AND MLP MODELS.....190

Zh. Tashenova, E. Nurlybaeva, Zh.Abdugulova, Sh. Amanzholova
CREATION OF SOFTWARE BASED ON SPECTRAL ANALYSIS
FOR STEGOANALYSIS OF DIGITAL AUDIO FILES.....203

Zh.U. Shermantayeva, O.Zh. Mamyrbayev
DEVELOPMENT AND CREATION OF HYBRID EWT-LSTM-RELM- IEWT
MODELING IN HIGH-VOLTAGE ELECTRIC NETWORKS.....223

МАЗМҰНЫ

ИНФОРМАТИКА

Ж.К. Абдугулова, М. Тлеген, А.Т. Кишубаева, Н.М. Кисикова, А.К. Шукирова САНДЫҚ БАСҚАРУ СТАНОКТАРЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ТАУ-КЕН-ШАХТА ЖАБДЫҚТАРЫН АВТОМАТТАНДЫРУ.....	5
А.А. Абибуллаева, А.С. Баймаханова КІЛТТІК СӨЗДЕРДІ ШЫҒАРУДА МАШИНАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	25
М. Ашимғалиев, К. Дюсекеев, Т. Турымбетов, А. Жумадиллаева МУЛЬТИМОДАЛЬДЫ ДЕРЕКТЕРДІ БІРІКТІРУ ЖӘНЕ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ТЕРІ ҚАТЕРЛІ ІСІГІН АНЫҚТАУДЫ ЖЕТІЛДІРУ.....	37
Д.С. Әмірханова, Ө.Ж. Мамырбаев ЭЛЬ-ГАМАЛЬДЫҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ АЛГОРИТМІ: МАТЕМАТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ, ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	52
А.Ш. Баракова, О.А.Усатова, Ш.Е.Жусипбекова, Ш.М. Уразғалиева, К.С. Шадинова ДЕРЕКТЕРДІ ҚОРҒАУДА БЛОКЧЕЙНДІ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯНЫҢ КЕМШІЛІКТЕРІ.....	67
М.А. Кантуреева, Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, Б.Ж. Ергеш, V. Franzoni ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУ.....	78
А.Б. Касекеева, А.Б. Тогисова, А.М. Бакиева, Ж.Б. Ламашева, Е.Н. Байбақты АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ САЛЫСТЫРМАЛЫ ПІКІРЛЕРДІ ТАЛДАУ.....	88
М. Мұсайф, А.Ж. Кинтонова, А.Е. Назырова, Г. Муратова, И.Ф. Повхан ЭЛЛИПТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ДӨҢГЕЛЕК КОМПЕНСАЦИЯНЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ХАФ ТҮРЛЕНДІРУІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН КӨЗДІҢ ҚАРАШЫҒЫҢ ЛОКАЛИЗАЦИЯЛАУДЫҢ ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ӘДІСІ.....	103

Ж.С. Муталова, А.Г. Шаушенова, Г.О. Исакова, А. Нұрпейісова, М.Б. Оңғарбаева, Г.А. Әбдіғалықова НҮКТЕНІ БАҒЫТТАУШЫЛАР БОЙЫМЕН ЖЫЛЖЫТУ НЕГІЗІНДЕ АДАМДЫ БЕТ БЕЙНЕСІ АРҚЫЛЫ ТАНУ ӘДІСІ.....	118
Г. Нуржаубаева, К. Чежимбаева, Х. Норшакила ҚҰТҚАРУ ҚЫЗМЕТІ МАҚСАТЫНДА КИІМГЕ ОРНАЛАСТЫРЫЛАТЫН ТЕКСТИЛЬДІ ЯГИ-УДА АНТЕННАСЫНЫҢ ДИЗАЙНЫН ҚҰРУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	138
А.А. Оксененко, А.С. Еримбетова, А. Куанаев, Р.И. Мухамедиев, Я.И. Кучин ҰШҚЫШСЫЗ ӘУЕ ПЛАТФОРМАЛАРЫН ПАЙДАЛАНАТЫН ҚАШЫҚТАН МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ ҮШІН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР.....	152
Б.С. Омаров, А.Б. Тоқтарова, Б.С. Қалдарова, А.З. Турсынбаев, Р.Б. Абдрахманов БЕЙӘДЕП СӨЗДЕРДІ АЗ РЕСУРСҒЫ ТІЛДЕРДЕН АНЫҚТАУДА BILSTM- ДІ ҚОЛДАНУ.....	174
Г.Ж. Таганова, Д.А. Тусупов, А. Назырова, А.А. Абдильдаева, Т.Ж. Ермек LSTM ЖӘНЕ MLP МОДЕЛЬДЕРІН САЛЫСТЫРУ АРҚЫЛЫ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУДІҢ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ БОЛЖАМЫ.....	190
Ж.М. Ташенова, Э. Нурлыбаева, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова САНДЫҚ АУДИОФАЙЛДАРДЫ СТЕГО ТАЛДАУ ҮШІН СПЕКТРАЛДЫ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАМДЫ ҚҰРУ.....	203
Ж.У. Шермантаева, О.Ж. Мамырбаев ЖОҒАРЫ КЕРНЕУЛІ ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРІНДЕ ГИБРИДТІ EWT-LSTM- RELM-IEWT МОДЕЛЬДЕУДІ ДАМЫТУ ЖӘНЕ ҚҰРУ.....	223

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА

Ж.К. Абдугулова, А.Т. Кишубаева, Н.М. Кисикова, А.К. Шукирова АВТОМАТИЗАЦИЯ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СТАНКОВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	5
А.А. Абибуллаева, А.С. Баймаханова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ.....	25
М. Ашимгалиев, К. Дюсекеев, Т. Турымбетов, А. Жумадиллаева СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ РАКА КОЖИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	37
Д. С. Әмірханова, О. Ж. Мамырбаев КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ПРИМЕНЕНИЕ И АНАЛИЗ.....	52
А.Ш. Баракова, О.А. Усатова, Ш.Е. Жусипбекова, Ш.М. Уразгалиева, К.С. Шадинова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДАННЫХ И НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИИ.....	67
М.А. Кантуреева, Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, Б.Ж. Ергеш, V. Franzon ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И РЕШЕНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ.....	78
А.Б. Касекеева, А.Б. Тогисова, А.М. Бакиева, Ж.Б. Ламашева, Е.Н. Байбакты АНАЛИЗ СРАВНИТЕЛЬНЫХ МНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	88
М. Мусайф, А.Ж. Кинтонова, А.Е. Назырова, Г. Муратова, И.Ф. Повхан УЛУЧШЕННЫЙ МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗРАЧКА НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ И КРУГОВОЙ КОМПЕНСАЦИИ.....	103

Ж.С. Муталова, А.Г. Шаушенова, Г.О. Исакова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Г.А. Абдыгаликова МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА НА ОСНОВЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОЧКИ ПО НАПРАВЛЯЮЩИМ.....	118
Г. Нуржаубаева, К. Чежимбаева, Х. Норшакила РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ДИЗАЙНА ВСТРАИВАЕМОЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ЯГИ-УДА АНТЕННЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СФЕРЕ СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ.....	138
А.А. Оксененко, А.С. Еримбетова, А. Куанаев, Р.И. Мухамедиев, Я.И. Кучин ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ.....	152
Б.С. Омаров, А.Б. Токтарова, Б.С. Калдарова, А.З. Турсынбаев, Р.Б. Абдрахманов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ViLSTM ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСКОРБИТЕЛЬНОГО ЯЗЫКА В ЯЗЫКАХ С НИЗКИМ УРОВНЕМ РЕСУРСОВ.....	174
Г.Ж. Таганова, Д.А. Тусупов, А. Назырова, А.А. Абдильдаева, Т.Ж. Ермек КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ ПУТЕМ СРАВНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ LSTM И MLP.....	190
Ж.М. Ташенова, Э. Нурлыбаева, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА БАЗЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СТЕГОАНАЛИЗА ЦИФРОВЫХ АУДИОФАЙЛОВ.....	203
Ж.У. Шермантаева, О.Ж. Мамырбаев РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ EWT-LSTM-RELM-IEWT В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ.....	223

**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*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 30.09.2024.

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

15,5 п.л. Тираж 300. Заказ 3.