

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



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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

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

N E W S

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

SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

1 (349)

JANUARY – MARCH 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

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

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

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

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

ISSN 1991-346X

Volume 1. Number 349 (2024). 225–247

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.253>

UDC 004.8, 28.23.29

© **O.Zh. Mamyrbayev¹, D.O. Oralbekova¹, A.A. Aitkazina^{2*},
S.M. Daulbayev¹, N.O. Zhumazhan¹, 2024**

¹Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan;

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aitkazina.aseel@gmail.com

THERMODYNAMIC MODEL FOR STUDYING THE DYNAMICS OF TEMPERATURE BALANCE BY CALCULATING THERMAL ENERGY IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Mamyrbayev Orken — Doctor PhD, associate Professor, U.Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan

E-mail: morkenj@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8318-3794>;

Oralbekova Dina — Doctor PhD, U.Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan

E-mail: dinaoral@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4975-6493>;

Aitkazina Assel — postgraduated student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aitkazina.aseel@gmail.com; <http://orcid.org/0009-0005-0100-9490>;

Daulbayev Salauat — electronics engineer U. Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan

E-mail: salauat.daulbayev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7144-1737>;

Zhumazhan Nurdaulet — junior researcher, U.Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty, Kazakhstan

E-mail: nurdaulet.jj02@gmail.com; <http://orcid.org/0009-0008-2153-7620>.

Abstract. The agricultural sector is facing serious problems due to climate change, which can lead to a decrease in yields and a threat to food security. In this paper, a thermodynamic model was developed to analyze the dynamics of the temperature balance based on the transfer of thermal energy. The model includes a scheme of rheological heat exchange with an object having an isolated surface and presents graphs of irreversible rheological transformations. The study describes the basic equation of heat transfer with a chemical reaction, as well as the equation of the rate of transfer of thermal energy along the object. Further improvement of physical and mathematical models describing the conversion of thermal energy into various states of the object is proposed. The experimental data fully correspond to the heat transfer equation. The samples with tomato seeds were exposed to a photon irradiator with wave lengths of 450 nm (blue), 550 nm (green) and 650 nm (red) at an exposure of 12/24 hours. It is shown that under the influence of the red spectrum

of the photon irradiator, the exposure increases by 24% compared to the control sample within 24 hours. This makes it possible to effectively regulate the temperature regime in agricultural facilities and optimize the heating process. This study reveals the essence of temperature regulation in agriculture using a thermodynamic model that not only considers heat transfer, but also integrates the effects of chemical reactions. The developed thermodynamic model and the corresponding equations provide the basis for future research and practical applications, contributing to improving the efficiency of the agricultural industry and global food production.

Keywords: agriculture, algorithm, thermodynamic model, rheological transitions, photon irradiation, class diagram

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

© **Ө.Ж. Мамырбаев¹, Д.О. Оралбекова¹, Ә.А. Айтқазина^{2*},
С.М. Даулбаев¹, Н.Ө. Жұмажан¹, 2024**

¹Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.
E-mail: aitzazina.aseel@gmail.com

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ СЕКТОРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ АРҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРА БАЛАНСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы — PhD докторы, қауымдастырылған профессор, Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: morkenaj@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8318-3794>;

Оралбекова Дина Орымбайқызы — PhD докторы, Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: dinaoral@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-4975-6493>;

Айтқазина Әсел Алдиярханқызы — докторант, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: aitzazina.aseel@gmail.com; <http://orcid.org/0009-0005-0100-9490>;

Даулбаев Салауат Мұратұлы — электроника инженері, Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: salauat.daulbayev@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-7144-1737>;

Жұмажан Нұрдәулет Өркенұлы — кіші ғылыми қызметкер, Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: nurdaulet.jj02@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0008-2153-7620>.

Аннотация. Агросектор климаттың өзгеруіне байланысты күрделі мәселелерге тап болады, бұл өнімділіктің төмендеуіне және азық-түлік қауіпсіздігіне қауіп төндіруі мүмкін. Бұл жұмыста жылу энергиясының берілуіне негізделген температура балансының динамикасын талдау үшін термодинамикалық модель жасалды. Модель оқшауланған беті бар объектімен реологиялық жылу алмасу схемасын қамтиды, сонымен қатар қайтымсыз реологиялық түрлендірулердің графиктерін ұсынады. Зерттеу

химиялық реакциясы бар негізгі жылу алмасу теңдеуін сипаттайды, сонымен қатар объект бойымен жылу энергиясының берілу жылдамдығының теңдеуін шығарады. Жылу энергиясының объектінің әртүрлі күйлеріне айналуын сипаттайтын физика-математикалық модельдерді одан әрі жетілдіру ұсынылады. Эксперименттік деректер жылу беру теңдеуіне толығымен сәйкес келеді. Қызанақ тұқымының үлгілері 12/24 сағаттық экспозицияда толқын ұзындығы 450 нм (көк), 550 нм (жасыл) және 650 нм (қызыл) фотонды сәулелендіргішке ұшырады. Фотонды сәулелендіргіштің қызыл спектрінің әсерінен 24 сағат ішінде бақылау үлгісімен салыстырғанда әсердің 24% - ға артуы көрсетілген. Бұл ауылшаруашылық нысандарындағы температура режимін тиімді реттеуге және жылыту процесін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл зерттеу жылу алмасуды ескеріп қана қоймай, сонымен қатар химиялық реакциялардың әсерін біріктіретін термодинамикалық модельді қолдана отырып, ауыл шаруашылығындағы температураны реттеудің мәнін ашады. Өзірленген термодинамикалық модель және сәйкес теңдеулер ауылшаруашылық өнеркәсібі мен жаһандық азық-түлік өндірісінің тиімділігін арттыруға ықпал ететін болашақ зерттеулер мен практикалық қолданбаларға негіз береді.

Түйін сөздер: ауыл шаруашылығы, алгоритм, термодинамикалық модель, реологиялық ауысулар, фотонды сәулелену, класс диаграммасы

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

© О.Ж. Мамырбаев¹, Д.О. Оралбекова¹, А.А. Айтказина^{2*},
С.М. Даулбаев¹, Н.О. Жумажан¹, 2024

¹Институт механики и машиноведения им. академика У.А. Джолдасбекова,
Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан.

E-mail: aitzazina.aseel@gmail.com

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО БАЛАНСА ПУТЕМ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЕКТОРЕ

Мамырбаев Оркен Жумажанович — доктор PhD, ассоциированный профессор, Институт механики и машиноведения им. академика У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан
E-mail: morkenj@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8318-3794>;

Оралбекова Дина Орымбаевна — доктор PhD, Институт механики и машиноведения им. академика У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан
E-mail: dinaoral@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4975-6493>;

Айтказина Асел Алдиярхановна — докторант, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: aitzazina.aseel@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0005-0100-9490>;

Даулбаев Салауат Муратович — инженер-электронщик, Институт механики и машиноведения им. академика У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан

E-mail: salauat.daulbayev@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-7144-1737>;

Жумажан Нурдаulet Оркенович — младший научный сотрудник, Институт механики и машиноведения им. академика У.А. Джолдасбекова, Алматы, Казахстан

E-mail: nurdaulet.jj02@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0008-2153-7620>.

Аннотация. Агросектор сталкивается с серьезными проблемами в связи с изменением климата, что может повлечь за собой снижение урожайности и угрозу продовольственной безопасности. В данной работе была разработана термодинамическая модель для анализа динамики температурного баланса, основанная на передаче тепловой энергии. Модель включает схему реологического теплообмена с объектом, обладающим изолированной поверхностью, а также представляет графики необратимых реологических превращений. В исследовании описано основное уравнение теплообмена с химической реакцией, а также выведено уравнение скорости передачи тепловой энергии вдоль объекта. Предложено дальнейшее совершенствование физико-математических моделей, описывающих преобразование тепловой энергии в различные состояния объекта. Экспериментальные данные полностью соответствуют уравнению теплопередачи. Образцы с семенами томатов подвергались воздействию фотонного облучателя с волновыми длинами 450 нм (синий), 550 нм (зеленый) и 650 нм (красный) при экспозиции 12/24 часа. Показано, что под воздействием красного спектра фотонного облучателя происходит увеличение воздействия на 24% по сравнению с контрольным образцом в течение 24 часов. Это позволяет эффективно регулировать температурный режим в сельскохозяйственных объектах и оптимизировать процесс обогрева. Данное исследование раскрывает сущность регулирования температуры в сельском хозяйстве с использованием термодинамической модели, которая не только учитывает теплообмен, но также интегрирует влияние химических реакций. Разработанная термодинамическая модель и соответствующие уравнения предоставляют основу для будущих исследований и практических применений, способствуя повышению эффективности сельскохозяйственной промышленности и глобального производства продуктов питания.

Ключевые слова: сельское хозяйство, алгоритм, термодинамическая модель, реологические переходы, фотонное облучение, диаграмма классов

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№ АР 19677201).

Введение

Изменение климата может по-разному повлиять на сельское хозяйство. За пределами определенного температурного диапазона потепление имеет тенденцию снижать урожайность сельскохозяйственных культур, поскольку развитие растений ускоряется, и, как следствие, количество производимых семян уменьшается. Кроме того, более высокие температуры ухудшают способность растений получать и использовать влагу.

Таким образом, прямые последствия изменения климата для сельскохозяйственного сектора включают повышение температуры, изменчивость погоды, смещение границ агроэкосистем, появление инвазивных видов и вредителей, а также более частые экстремальные погодные явления (ККБП, 2023).

В решении продовольственной проблемы самую большую роль играет производство сельскохозяйственной продукции в течение всего года, что возможно при использовании технологий защищенного грунта. Например, в Украине на одного жителя приходится около 0,25 м² площади охраняемого грунта, в то время как во Франции – 5,6 м², в Нидерландах – 5,4 м².

Опыт стран с развитым сельским хозяйством показывает, что перспективным является не просто увеличение посевных площадей, а максимальное повышение продуктивности растений.

Одной из главных проблем при получении высоких урожаев является посадочный материал, а именно семена с низкими посевными качествами.

В будущем, используя технологии фотонной активации семян можно получить хороший урожай и, соответственно, высококачественные семена.

Поэтому исследования влияния термодинамических процессов на рост и улучшение качества сельскохозяйственных культур актуальны. Также актуальны исследования, которые будут воздействовать на семена, вызывая в них структурные изменения, стимулирующие или подавляющие жизненные процессы растений в последующие периоды их развития.

Литературный анализ и постановка проблемы. В статье (Хасэ, 2023) представлены результаты исследования по анализу облучения семян и проростков гамма-лучами и ионами углерода для индуцирования мутаций. Было показано, что излучение с высокой линейной передачей энергии вызывает повреждение ДНК на близком расстоянии, независимо от содержания воды в материале, что может привести к возникновению перестроек. Сегодня эта технология довольно энергозатратна и изучена недостаточно, поскольку гамма-лучи вызывают большое количество мутаций. Учитывая, что эффективность обнаружения варьируется в зависимости от типа мутации и типа алгоритма, комбинированное использование различных алгоритмов считается эффективным для достижения эффективного и непредвзятого обнаружения мутаций (Косуги, 2019). Набирают популярность исследования (Урва, 2017) о влиянии облучения семян непрерывным лазером малой мощности на всхожесть, рост проростков и биохимические свойства. В

целом, влияние уровней лазерной энергии на всхожесть семян и рост рассады было обнаружено в следующем порядке: 75 МДж>50 МДж>25 МДж, где, как и в случае с содержанием жира, белка и азота, тенденция была следующей; 25 МДж>50 МДж и 75 МДж соответственно. Однако этот метод может быть использован для улучшения роста рассады и содержания минеральных веществ там, где всхожесть низкая из-за неблагоприятных условий.

В публикации (Никифорова, 2008) рассматривается влияние низко-энергетического электромагнитного излучения на семена тепличных культур. Но при этом не учитываются термодинамические процессы, происходящие в семенах. Термодинамический процесс обсуждается в статье (Чжихуа Гэн, 2023). Однако в ней говорится об использовании комбинированной инфракрасно-конвективной сушилки, которая в нашем случае совершенно непригодна из-за разницы в посадочном материале. В публикации (Миневич, 2020) обсуждалась проблема кратковременной высокотемпературной обработки сырья под воздействием инфракрасных лучей (микронизации). В результате этого повышается микробиологическая чистота сырья. Однако при этом изменяется биологическая ценность семян, например, происходит незначительная денатурация белков.

В статье (Боос, 2017) приводится информация о коэффициентах преобразования количества фотонов в энергию. Это дает возможность сделать выводы по оптимизации выбора диапазонов излучения фотонов.

В работе (Куан-Хун Линь, 2013) сорт салата-латука Бостон облучали фотопериодом 16 часов в течение 35 дней. Облучение проводилось фотонами фиолетового, красного, синего диапазонов с добавлением белого спектра, а также холодным белым светом. Максимальный результат соответствовал комбинации всех трех спектров. Вариант с холодным белым светом был на 10% ниже, а красно-синяя комбинация показала результат на 17 % ниже максимального.

В некоторых публикациях описывается использование машинного обучения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В этой статье (Ариэль Дж. Джонсон, 2019) описывается метод такой оптимизации для получения желаемого результата путем объединения кибернетического земледелия, измерений метаболомного фенотипа (хемотипа) и машинного обучения. Сегодня это дорогостоящие технологии, но у них есть будущее.

Учитывая, что сельское хозяйство является основой продовольственной безопасности любой страны, перечисленные исследования лишь частично решают проблему повышения урожайности. Следует отметить, что некоторые методы являются дорогостоящими, неприемлемыми для массового использования, а в некоторых случаях и не совсем безопасными. Сохраняется острая необходимость решить проблему повышения урожайности наиболее экологичными, дешевыми и приемлемыми способами.

Все вышесказанное говорит о том, что было бы целесообразно провести

исследовательский эксперимент по улучшению качества посадочного материала с использованием фотонных технологий.

Цель и задачи исследования

Целью исследования является создание термодинамической модели для изучения динамики температурного баланса при фотонном облучении биологических объектов, для повышения всхожести сельскохозяйственных культур.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- обосновать принцип построения термодинамической модели для изучения динамики температурного баланса;
- представить динамику температурного баланса посадочного материала за счет передачи тепловой энергии;
- разработать структурную схему блока, ответственного за термодинамическую обработку информации;
- разработать алгоритм проведения эксперимента и смоделировать диаграмму классов;
- представить графические результаты эксперимента на сорте томатов «Rinato».

Материалы и методы исследования

Объектом нашего исследования является температурный баланс посадочного материала. Основная гипотеза исследования предполагает возможность обработки семян фотонным излучением определенного спектра, что повысит всхожесть и урожайность сельскохозяйственных культур.

В ходе исследования будут использованы следующие методы исследования:

- методы теории взаимодействия лазерного излучения с биологическими объектами – для изучения влияния оптического излучения на биологические объекты;
- методы цифровой обработки сигналов;
- методы дифференциального исчисления;
- методы математического моделирования.

При построении термодинамической модели будут сделаны следующие упрощения: поскольку изменение температуры является движущей силой, оно приводит, прежде всего, к изменению скорости массопереноса и химических процессов в объекте.

Процессы переноса тепла и вещества в семенах схожи. Молекулярная диффузия соответствует переносу тепла путем молекулярной теплопроводности, а конвективная диффузия соответствует переносу тепла конвекцией. Все теоретические и экспериментальные результаты, полученные при изучении процессов теплообмена (Стенцель, 2013; Войчик, 2022; Титова, 2017; Горобец, 2015; Дидур, 2008; Спивак, 2021), могут быть непосредственно применены к диффузионным процессам. Экспериментальное исследование теплообмена осложняется необходимостью проведения измерений в семенах с

переменной температурой. В то же время на результаты влияет температурная зависимость физических и химических констант. Для стационарной среды основным законом теплопередачи (молекулярной теплопроводности или теплопроводности теплопроводности) является закон Фурье.

В ходе исследования были приняты следующие ограничения и допущения:

- рассматриваются стеклянные контейнеры небольшого размера для облучения размерами 40×15×15 см;
- один контейнер не облучен, контрольный образец;
- фотонное облучение с длиной волны: синий 450 нм, зеленый 550 нм, красный 650 нм и экспозицией 12 и 24 часа;
- для моделирования используются UML-диаграммы.

При проведении экспериментальных исследований использовалось следующее:

- программное обеспечение: унифицированный язык моделирования UML;
- аппаратное обеспечение: экспериментальная установка, содержащая блок термодинамической обработки информации, оптический рассеиватель и лазерный излучатель с регулируемой мощностью.

Результаты исследований по разработке, моделированию и практической реализации термодинамической модели для оптимизации процессов в сельском хозяйстве. Обоснование принципа построения термодинамической модели для изучения динамики температурного баланса. Смысл построения термодинамической модели состоит в том, чтобы выделить те особенности явления и характеристики объекта, которые играют существенную роль в диапазоне рассматриваемых событий.

Когда меняются внешние условия, изменения происходят и в системе. В процессе теплообмена меняется состояние системы. Но по мере изменения состояния меняется и внутренняя энергия.

Известно, что при теплообмене процесс передачи энергии происходит на молекулярном уровне.

Соответственно, при термодинамическом моделировании необходимо учитывать такие параметры, как: количество тепла, которое передается через поверхность в единицу времени, коэффициент теплопроводности, температурный градиент, время передачи тепловой энергии, направление тепловой энергии и другие.

Таким образом, процесс теплопередачи от источника излучения к объекту облучения будет описываться дифференциальными уравнениями.

Температурный баланс посадочного материала за счет передачи тепловой энергии. Для стационарной среды основным законом теплопередачи (молекулярной теплопроводности или теплопроводности теплопроводности) является закон Фурье, согласно которому тепловой поток пропорционален градиенту температуры (Рубин, 1999):

$$q = -\lambda \text{grad}T \equiv -\lambda \frac{dT}{dy}, \quad (1)$$

где q – тепловой поток, то есть количество тепла, передаваемого через единицу поверхности за единицу времени;

$\text{grad}T$ – температурный градиент; λ – коэффициент теплопроводности.

Если причиной движения является перепад температур, который приводит к передаче тепла в семенах, то это считается свободной или естественной конвекцией. Если движение вызвано внешними силами, то процесс называется принудительной конвекцией. Наиболее общее описание процессов переноса достигается, если молекулярные потоки вообще не отделять от конвективных потоков и использовать опосредованные скорости отдельных компонентов, которые включают как молекулярный, так и конвективный перенос. В то же время был получен закон термодиффузии Максвелла-Стефана (Рубин, 1999; Войчик, 2019; Павлов, 2017), а для более сложных случаев была получена система уравнений с силами взаимного трения. В приближении независимой термодиффузии удобно сохранить форму законов Фурье, дополнив их конвекционными составляющими, выражающими конвекционный перенос, связанный с движением вещества в целом. Если линейную скорость последнего обозначить через v , то закон Фурье принимает вид (Рубин, 1999):

$$q = -\lambda \text{grad}T + C_p \rho v T, \quad (2)$$

где C_p – теплоемкость при постоянном давлении;

ρ – плотность (удельный вес).

Для процесса теплопередачи вводится коэффициент теплопроводности a , который связан с обычным коэффициентом теплопроводности соотношением $a = \lambda / c_p \rho$. Уравнение теплопроводности в стационарной среде имеет вид (Стенцель, 2013):

$$C_p \rho \frac{\partial T}{\partial \theta} = \text{div} \lambda \text{grad}T + q', \quad (3)$$

где q' – плотность источников тепла, то есть количество тепла, выделяющегося в результате химических реакций в единице объема за единицу времени;

θ – время теплопередачи.

Если коэффициент теплопроводности λ можно считать постоянным, то уравнение (3) принимает вид:

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = a \Delta T + \frac{1}{C_p \rho} q'. \quad (4)$$

При наличии конвекции уравнение (4) должно быть дополнено компонентом конвекции $v \text{grad}T$ (где v – скорость потока). Для биохимических процессов источником тепла является тепловыделение химической реакции, основным

свойством которой является зависимость ее скорости от температуры согласно закону Аррениуса. Следовательно, плотность источников тепла записывается как:

$$q' = Qz \cdot \exp(-E / RT_p), \quad (5)$$

где Q – тепловой эффект реакции; z – постоянная величина; E – энергия активации, которая считается достаточно большой; R – универсальная газовая таблица; T_p – температура биохимической реакции.

В результате принятых допущений основное уравнение теплообмена с химической реакцией получается в следующем виде:

$$C_p \rho \frac{\partial T}{\partial \theta} = \text{div}(\lambda \text{grad}T - C_p \rho \theta T) + Qz \cdot \exp(-E / RT_p). \quad (6)$$

В стационарном состоянии продукты химической реакции распространяются с постоянной скоростью v_0 . Для такого режима теплопередача описывается уравнением:

$$\frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T}{\partial x} - C_p \rho v_0 \frac{\partial T}{\partial x} + Qz \cdot \exp(-E / RT_p) = 0, \quad (7)$$

где x - направление распространения тепловой энергии.

Если пренебречь зависимостью теплопроводности от температуры (при допустимом изменении температуры), то уравнение (7) упрощается и принимает вид:

$$a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - v_0 \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{Q}{C_p \rho} Z \cdot \exp(-E / RT_p) = 0. \quad (8)$$

Из уравнения теплового баланса для температурного поля мы имеем:

$$C_p \rho \frac{\partial T}{\partial \theta} = - \frac{\partial q_x}{\partial x}. \quad (9)$$

Подставим вместо q_x следующее выражение:

$$q_x = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \tau_p \frac{\partial q_x}{\partial \theta}, \quad (10)$$

где $\tau_p = c_p \rho$ - постоянная времени процесса теплопередачи.

Предполагая, что λ и τ_p постоянны, после дифференцирования по времени t мы имеем

$$\tau_p \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial T}{\partial \theta} - a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + v_0 \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{Q}{C_p \rho} z \cdot \exp(-E / RT_p) = 0. \quad (11)$$

Разделив уравнение (11) на коэффициент теплопроводности a , получим

$$\tau_p \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial T}{\partial \theta} - (a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - v_0 \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{Qz}{C_p \rho} \exp(-E / RT_p)) = 0. \quad (12)$$

Если рассматривать процесс передачи тепловой энергии семени, то для случая, когда это семя находится в среде с постоянным температурным полем. На рис. 1 показано, что семя представляет собой обычный стержень с постоянной изолированной внешней средой, а неизолированная часть представляет собой жидкость или воздух, которые являются источником тепла с температурой T_0 . Разделим длину нашего объекта на условные отрезки $\Delta x \rightarrow 0$. Предположим, что тепло передается каждой последующей секции Δx только после того, как предыдущая приняла температуру источника.

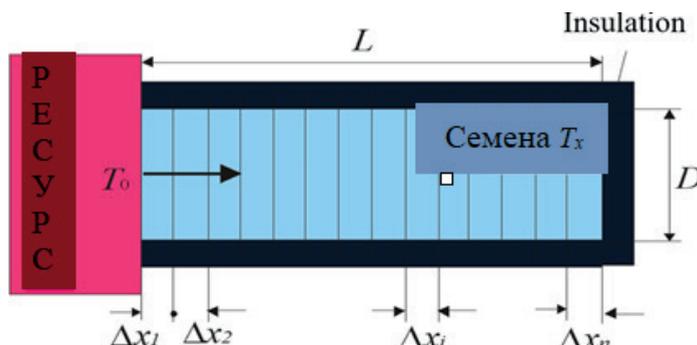


Рис. 1. Схема реологического перехода тепла объекта с изолированной поверхностью T_x

Каждый элемент такого тела подвергается процессу реологического преобразования (нагреву), который согласно (Войчик, 2022) может быть описан уравнением (12). В первом участке $\Delta x \rightarrow dx$ происходит реологический перенос тепловой энергии от источника к первому участку (рис. 2, кривая 1). За счет этого переноса объект накапливает тепло и нагревается до температуры $T_{xi} = T_0$. Процесс нагрева участка $\Delta x_i \rightarrow dx_i$ показан на рис. 2, кривая 2. Интегральная дельта-функция импульса Дирака представляет собой прямоугольник шириной Δx_i . Поскольку, согласно условию задачи, поток тепловой энергии через поверхность отсутствует, задача передачи тепла и обогрева объекта будет симметричной для каждой области. Таким образом, процесс передачи тепла от источника к участку 1 объекта будет описываться дифференциальным уравнением типа (12). Время передачи тепловой энергии из одного участка в другой (время потока) $\Delta t_i = \theta_i - \theta_{i-1}$. Когда $\Delta t_i \rightarrow 0$, мы можем записать (Боос, 2017), что:

$$\tau_c \frac{dT_x}{dt} = kT_d(x, \theta), \tag{13}$$

где $\tau_c = PL/a$ – постоянная времени потока тепловой энергии; P – периметр семян; k – коэффициент передачи тепловой энергии.

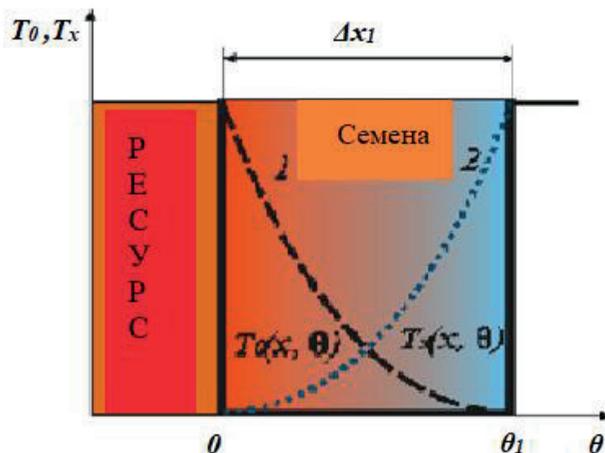


Рис. 2. Графики необратимых реологических превращений (кривые 1 и 2) и интегральной импульсной дельта-функции Дирака

Уравнение (13) описывает поток тепловой энергии вдоль объекта. Следовательно, предполагая, что $\partial\theta \approx dt$, уравнение (12) можно записать в виде (Стенцель Ю.И., 2013; Войчик В., 2019; Павлов С. В., 2017):

$$\tau_p \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial T}{\partial \theta} - \left(a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - v_0 \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{Qz}{C_p \rho} \exp(-E / RT_p) \right) = \gamma(t), \quad (14)$$

где $\gamma(t)$ – скорость передачи тепловой энергии по длине объекта (поток тепловой энергии).

Биохимические процессы, происходящие в биологической среде, необратимы. Поэтому мы представим физическую модель и графики необратимых реологических превращений (IRP) для реологических переходов в графическом виде (рис. 3-6).

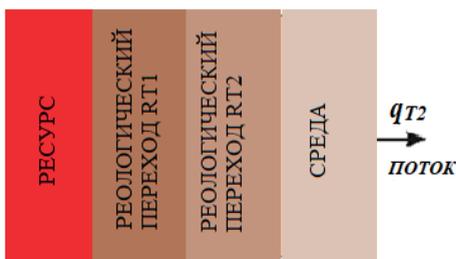


Рис. 3.1

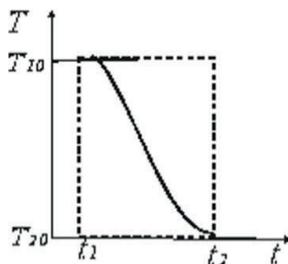


Рис. 3.2

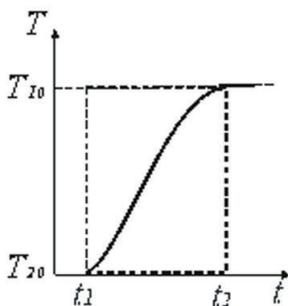


Рис. 3.3

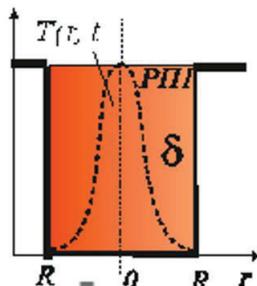


Рис. 3.4

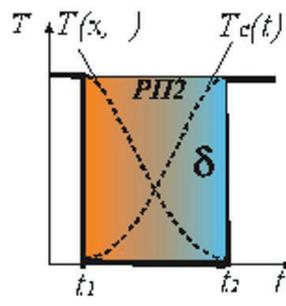


Рис. 3.5

Рис. 3. Графики IRP для реологических переходов: 1 – физическая модель; 2 – график IRP переноса температуры от источника к биологическому объекту; 3– график IRP переноса температуры к ядру окружающей среды; 4 – график δ -функции интегрального импульса Дирака для первого реологического перехода RT1; 5 – график интегральной δ -функции импульса Дирака для второго реологического перехода RT2.

Уравнение теплового баланса для такого процесса передачи тепловой энергии в направлении x будет иметь вид:

$$\frac{\partial T(x, \theta)}{\partial \theta} = a \frac{\partial^2 T(x, \theta)}{\partial x^2} - [\gamma_1(x, \theta) + \gamma_2(r, t)], \tag{15}$$

где $\gamma_1(x, \theta)$ - поток тепловой энергии в направлении длины обычного стержня;

$\gamma_2(r, t)$ - поток тепловой энергии за время t в поперечном направлении с радиусом r .

Накопление тепла в условном стержне, исходя из уравнения теплового баланса, осуществляется по формуле:

$$\gamma_1(x, \theta) = \tau \cdot \frac{d^2 T(x, \theta)}{d\theta^2} + \frac{dT(x, \theta)}{d\theta} - k \cdot \frac{dT(r, t)}{dt}, \tag{16}$$

где τ - постоянная времени реологического переноса; k - коэффициент пропускания; $T(r, t)$ – распределение температуры по радиусу r за время t .

Распределение тепловой энергии по радиусу обычного стержня может быть описано уравнением:

$$\gamma_2(r, t) = \tau'' \frac{d^2 T(r, t)}{dt^2} + \frac{dT(r, t)}{dt} - k'' \frac{dT(x, \theta)}{dt}, \tag{17}$$

где τ'' – постоянная времени; k'' - передаточное число.

Результат разработки структурной схемы для получения термодинамической информации. Подробнее рассмотрим структурную схему блока термодинамической обработки информации (рис. 4).

Блок термодинамической обработки информации работает следующим образом. В блоке 1 управление осуществляется с помощью порта ввода/вывода LPT1. Через X1 блок 1 подключается к компьютеру через порт LPT1,

с сконфигурированный для любого из режимов ввода/вывода. Микросхема DD1 741S245(555AP6) выполняет функцию буферизации шины данных порта во внутреннюю шину данных устройства. Микросхема DD2 741S374 (555IP23) действует как защелка для микросхемы декодера DD4 741S138 (555ID7), которая обеспечивает выбор требуемой микросхемы защелки DD5 DD10. Микросхема мультиплексора DD3 741S257 (555KP11) передает шину данных устройства на порт LPT1 X1 за два прохода. Два прохода организованы с использованием канала управления А/В. Выбор канала А или В осуществляется путем передачи младших четырех битов шины данных D0-D3 и посылается сигнал низкого уровня, а при передаче старших четырех битов шины данных D4-D7 на канал А/В посылается сигнал высокого уровня. Микросборка PM1-PM2 предотвращает падение высокого напряжения ниже рабочего диапазона. Микросхема DD5 выполняет функцию сбора информации с внутренней шины данных, одновременно передавая управление цифроаналоговому преобразователю DA1 572PA1A. Микросхема DA1 влияет на уровень сигнала, поступающего с одного из каналов коммутационной группы микросхем DA5, DA7-DA9 590KN5.

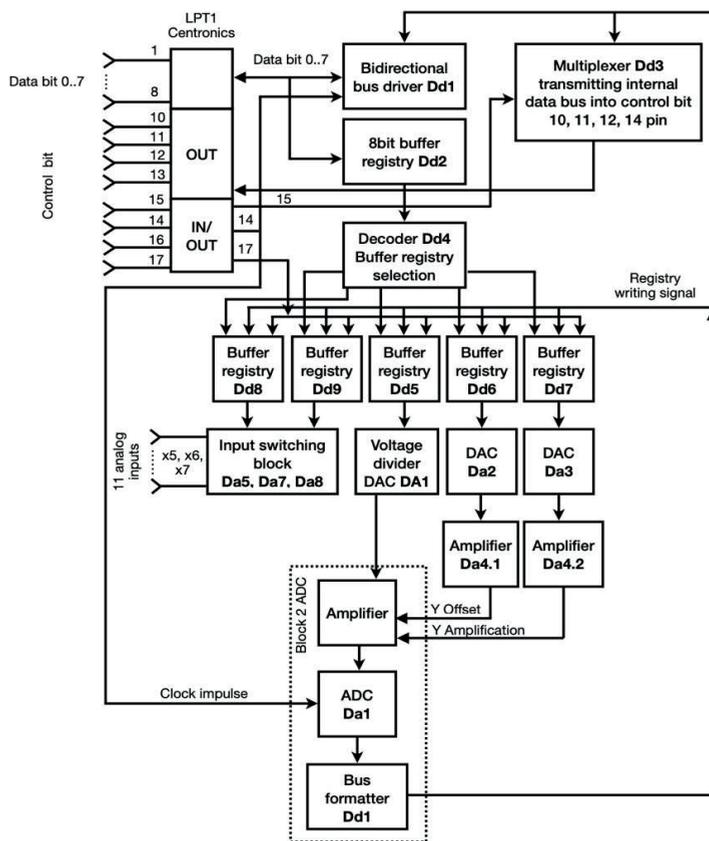


Рис. 4. Структурная схема блока обработки термодинамической информации

В блоке 2 сигнал, проходя через повторитель источника VT1, поступает на усилительный каскад (коэффициент усиления 10) на транзисторе. Каскадный режим выбирается таким образом, что входной биполярный сигнал смещается в область отрицательных напряжений, необходимых для работы АЦП DA1. В связи с тем, что входная емкость последнего составляет 300 пФ, между усилителем и АЦП подключен мощный эмиттерный повторитель на транзисторе VT3. С помощью ЦАП DA2 572 PA1A блока 1 регулируется смещение рабочей точки транзистора VT1 и, таким образом, регулируется постоянный сдвиг на эмиттере транзистора VT3. Для регулировки рабочей точки можно использовать резистор RP1. Когда блок перегружен, транзистор VT2 переходит в режим ограничения, и сигнал на входе АЦП не выходит за пределы диапазона $-4..+1$ В. С помощью ЦАП DA2 572 PA1A блока 1 регулируется опорное напряжение для АЦП, которое формируется делителем на резисторах RP2, R10, эмиттерный повторитель на транзисторе VT4 и изменяется от -1 до -3 В. Оцифрованная информация с АЦП передается по шине данных на микросхему буфера DD1 555 AP6. Микросхема синхронизируется при записи в регистр дешифрования блока 1 сигналом DD2 из порта 14P и передается в блок 2. Данное устройство обеспечивает возможность подключения до 12 измерительных преобразователей, измеряющих параметры физиологического состояния биосистем растений, включая биопотенциалы, после чего информация, полученная по описанным выше схемам, обрабатывается с помощью разработанной программы на ПК.

Результат разработки экспериментального алгоритма и модели диаграммы классов. Имитация эксперимента.

У нас есть 4 контейнера с почвой и посадочным материалом. Из них 3 будут облучены, 1 будет контрольным образцом.

Входными данными являются:

- температура окружающей среды – T ;
- время облучения – t ;
- спектр облучения – S_i ;
- результат эксперимента – R_{ex} .

Возможность управления экспериментом – автоматически и вручную.

Время облучения имеет два варианта – 12 часов экспозиции, 12 часов перерыва; 24 часа экспозиции, 24 часа перерыва.

Температура вблизи контейнеров измеряется каждые 12 и 24 часа. У нас есть 3 возможных варианта спектров излучения. Эксперимент считается завершенным, когда в любом из контейнеров появляются ступеньки. Результаты регистрируются и сохраняются в базе данных.

Моделируемый эксперимент был представлен в виде алгоритма (рис. 5). В алгоритме были учтены все входные и выходные данные и показаны два режима работы – ручной и автоматический.

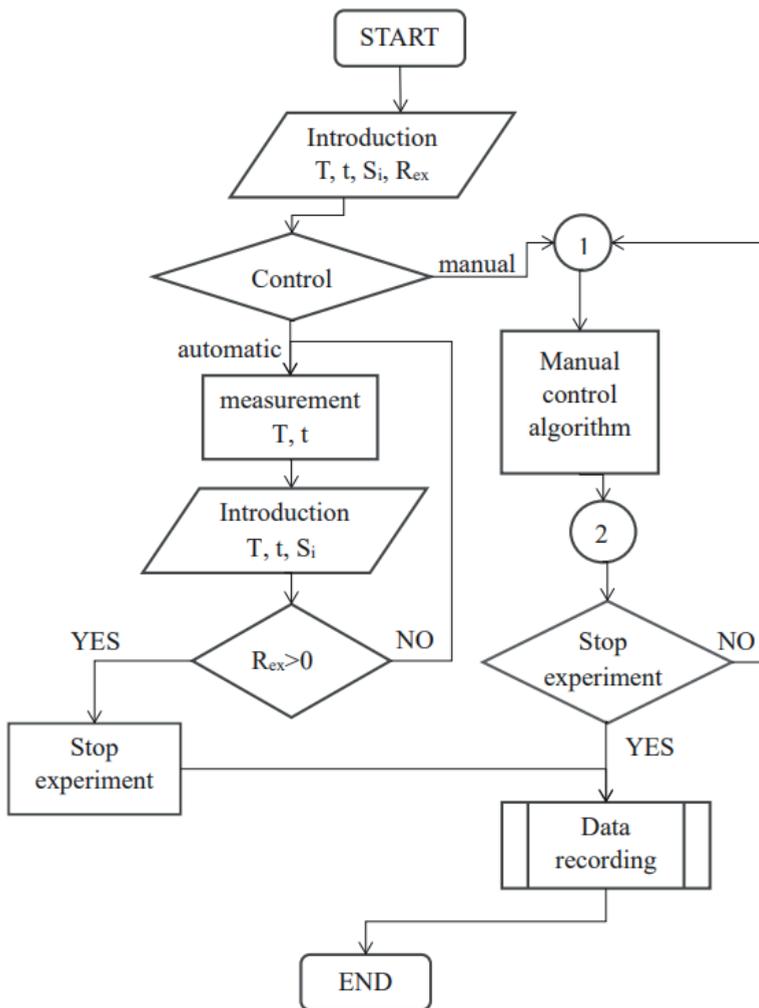


Рис. 5. Алгоритм будущего эксперимента

Визуализация эксперимента проводилась с использованием UML, использовалась диаграмма классов (рис. 6).

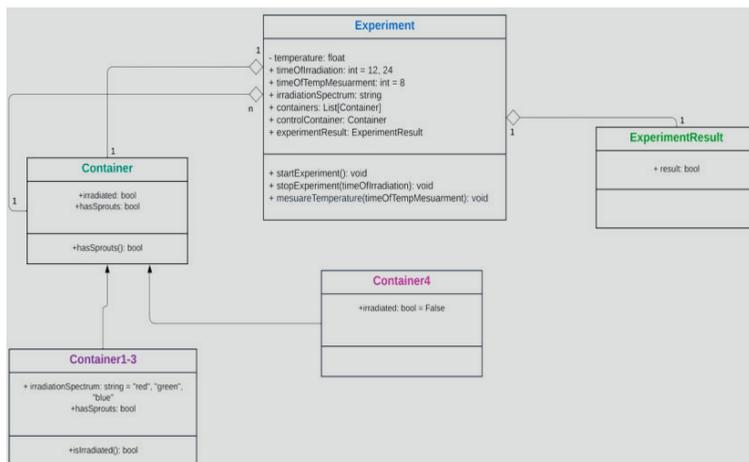


Рис. 6. Диаграмма классов будущего эксперимента, где: – private – доступ только внутри класса, + public – доступ внутри и за пределами класса, # protected – доступ внутри пакета и его подклассов

Моделирование эксперимента проводилось с использованием диаграммы классов (рис. 6).

Диаграмма классов отлично подходит для визуализации этого эксперимента из-за следующих факторов:

1. Структура данных, то есть мы четко определяем, какие классы существуют в системе (например: Container, ExperimentResult), какие атрибуты и методы у них есть.

2. Отношения – показывает, как классы взаимодействуют друг с другом. Например, в нашей ситуации эксперимент включает в себя множество контейнеров и имеет с ними отношения агрегации.

3. Четкая визуализация – наша диаграмма обеспечивает графическое представление, которое облегчает понимание структуры системы и ее компонентов всеми участниками проекта.

4. Помощь в разработке – диаграмма является источником информации для разработчиков, которые могут использовать ее в качестве отправной точки для написания кода, если это потребуется в будущем.

Графические результаты эксперимента. После проведения производственного эксперимента по облучению контейнеров с посадочным материалом, а именно сортом томатов «Rinato», мы запишем результаты.

На рис. 7 показаны результаты эксперимента по проращиванию семян при облучении в течение 24 часов.

На рис. 8 показаны результаты эксперимента по проращиванию семян при облучении в течение 12 часов.

Таким образом, с помощью диаграммы классов мы добились более четкой визуализации нашего эксперимента. Это дает нам возможность анализировать и совершенствовать, то есть вносить изменения по мере необходимости.

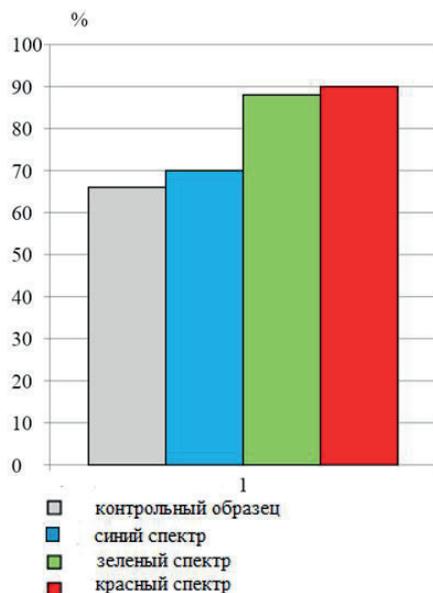


Рис. 7. Зависимость всхожести семян томатов от спектра облучения (24 ч)

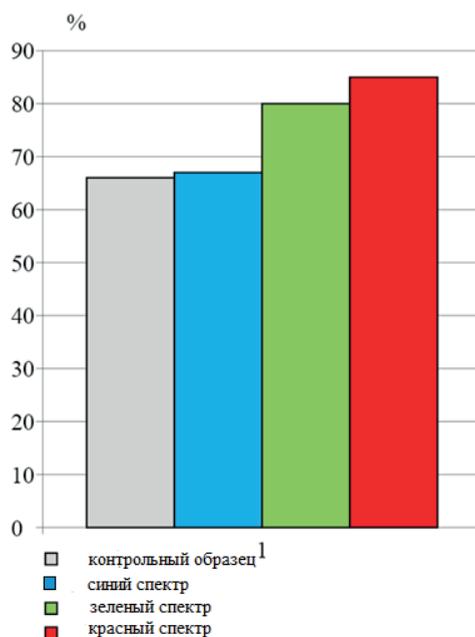


Рис. 8. Зависимость всхожести семян томата от спектра облучения (12 ч)

В результате всхожесть семян томата в контрольном образце, который не подвергался облучению, в обоих случаях составила 66 %. Все полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1- Результаты эксперимента. Всхожесть семян в %.

Спектр фотонного излучения	Контрольный образец	Синий спектр	Зеленый спектр	Красный спектр
Время облучения				
12 h	66 %	67 %	80 %	85 %
24 h	66 %	70 %	88 %	90 %

Из таблицы с результатами экспериментов можно сделать вывод, что максимальный результат для всех трех спектров фотонного излучения достигается круглосуточно. Однако следует отметить, что красный спектр дает наилучшие результаты при любом периоде облучения, а именно 90 % при 24 часах облучения и 85 % при 12 часах облучения.

Обсуждение результатов исследований по разработке, моделированию и практической реализации термодинамической модели для оптимизации процессов в сельском хозяйстве. Изменение климата оказывает негативное и позитивное воздействие на сельское хозяйство. Например, повышение средних температур может создать условия для улучшения сельскохозяйственного производства в некоторых регионах, в то время как в других местах засухи и обильные осадки приведут к неурожаю и распространению болезней животных. Степень этого воздействия будет в значительной степени зависеть от способности производителей реагировать на будущие климатические условия и адаптироваться к ним. Это требует срочных мер по повышению стабильности и адаптивности, учитывая преобладающую уязвимость и высокий уровень неопределенности.

Существует множество публикаций и исследований (Войчик, 2019; Павлов, 2017; Есенова, 2022), в которых предпринимаются попытки решить вопросы, связанные с повышением продуктивности сельского хозяйства, с использованием различных научных методов и техник, а также технических средств.

Сравнивая результаты нашего эксперимента, можно сделать вывод, что самый высокий процент всхожести семян томатов наблюдается при облучении красным спектром в течение 24 часов – 90 %. Это на 24 % выше, чем у контрольного образца. Также можно отметить, что спектр прорастания при синем облучении практически равен контрольному образцу. Это частично коррелирует с некоторыми публикациями на эту тему.

При использовании красного спектра излучения с длиной волны 650 нм улучшаются динамические процессы, улучшаются обменные процессы и происходят лучшие реологические превращения (рис. 2). Благодаря термодинамическому эффекту достигается максимальная всхожесть семян томатов.

Результаты этого исследования демонстрируют значительный потенциал для практической интеграции этих результатов в контекст реального мира.

Результаты этого исследования могут предоставить ценную информацию для улучшения качества посадочного материала в сельском хозяйстве. С точки зрения эффективности и воздействия на окружающую среду можно отметить,

что этот метод достаточно экологичен. Таким образом, данное исследование может внести значительный вклад в разработку решений для устойчивого развития сельского хозяйства и оптимизации использования ресурсов.

Использование этого метода имеет некоторые ограничения, на которые следует обратить внимание. По большей части эту технологию можно использовать в закрытом грунте, то есть в теплицах. Однако прогресс этого исследования может быть улучшен путем дальнейших исследований. Многие другие аспекты могут потребовать дальнейшего изучения.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений является важным показателем их развития и зависит от влияния различных природных факторов. Следующим этапом будет изучение пигментов хлорофилла «а» в листьях томатов после обработки их семян фотонным излучением.

Выводы

1. В публикации представлена термодинамическая модель, изучающая динамику температурного баланса посредством передачи тепловой энергии. Предложена схема реологического теплообмена объекта с изолированной поверхностью и графики реологических превращений. Дано основное уравнение теплопередачи во время химической реакции и выведено уравнение для скорости передачи тепловой энергии по длине объекта. Также предлагается дальнейшая разработка физических и математических моделей преобразования тепловой энергии в набор состояний объекта. Это позволит оценить общий температурный режим сельскохозяйственных объектов и оптимизировать процесс обогрева

2. Разработана структурная схема блока, отвечающего за термодинамическую обработку информации. Данное устройство обеспечивает возможность подключения до 12 измерительных преобразователей, измеряющих параметры физиологического состояния биосистем растений, включая биопотенциалы; после чего информация, полученная по описанным выше схемам, обрабатывается с помощью разработанной программы на ПК.

3. Представлен алгоритм проведения эксперимента и смоделирована диаграмма классов. Таким образом, с помощью диаграммы классов мы добились более четкой визуализации нашего эксперимента. Это дает нам возможность анализировать и улучшать, то есть вносить изменения по мере необходимости.

4. Результаты эксперимента показаны в виде графической информации. Можно сделать вывод, что максимальный эффект прорастания семян томата при облучении красным спектром в течение 24 часов составляет 90 %. Что на 24 % больше, чем у контрольного образца.

ЛИТЕРАТУРЫ

Ариэль Дж. Джонсон, Эллиот Мейерсон, Джон де ла Парра, Тимоти Л. Савас, Ристо Мииккулайнен, Калед Б. Харпер. (2019) Flavor-киберсельское хозяйство: оптимизация растительных метаболитов в среде управления с открытым исходным кодом посредством суррогатного моделирования // PLOS ONE. — 2019. — Апрель. — <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213918>

Боос Г.В., Прикупец Л.Б., Терехов В.Г. Тараканов И.Г. (2017). Исследования в области облучения растений светодиодами // 10-я Азиатская конференция по освещению, — Шанхай, Китай, —17–18. — августа 2017 г. — <http://asialightingconference.org/index.php>.

В.Г. Горобец (2015). Теплотехника и использование тепла в сельском хозяйстве. — Киев. — КП "Компринт". 2015. — 389 с.

Войчик В. и Павлов С. (2022). Высоколинейные преобразователи сигналов микро-электронных датчиков на основе двухтактных усилительных схем / Монография, (2022). — № 181, Люблин, Комитет инженерии Сродовиска ПАН, — 283 стр. — ISBN 978-83-63714-80-2

Войчик В., Павлов С., Калимолдаев М. (2019). Информационные технологии в медицинской диагностике II. Лондон: Taylor & Francis Group, CRC Press, Balkema book. — 336 стр. — <https://doi.org/10.1201/9780429057618>. Электронная книга. — ISBN 9780429057618.

Дидур В.А., Стручаев М.И. (2008). Теплотехника, теплоснабжение и использование тепла в сельском хозяйстве: учеб. пособие. инструкция. — Киев: Аграрное образование, 2008. — 233 с.

Есенова М., Абдикеримова, Г., Адилова А., Ержанова А., Какабаев Н., Аязбаев Т., Саттыбаева З. & Оспанова Т. (2022). Выявление факторов, негативно влияющих на рост сельскохозяйственных культур, методами ортогональных преобразований. Восточноевропейский журнал корпоративных технологий, —3(2 (117), — 39–47. — <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.257431>

ККБП (Консультативный комитет по бизнесу и промышленности при ОЭСР) (2023) Мир во имя продовольствия: наш круглый стол в Стамбуле. — Май 2023, — Стамбул, — Турция.

Косуги С., Момдзава Ю., Лю Х., Терао С., Кубо М., Каматани Ю. (2019). Всесторонняя оценка алгоритмов обнаружения структурных вариаций для секвенирования всего генома. 2019. — *Genome Biol.* — 20, — 117. — doi: 10.1186/s13059-019-1720-5

Куан-Хун Линь, Мэн-Юань Хуан, Вэнь-Дар Хуан, Мин-Хуан Сюй, Чживэй Ян, Чи-Мин Ян (2013). Влияние красных, синих и белых светодиодов на рост, развитие и съедобные качества выращенного на гидропонике салата латук (*Lactuca sativa* L. var. capitata) // *Scientia Horticulturae*. — 2013. — Том 150. — С. 86–91. — DOI:10.1016/j.scienta.2012.10.002

Миневич И.Е., Ущাপовский И.В. (2020). Влияние ИК-излучения на биологическую ценность семян льна. — *Аграрная наука*. 2020; — 11–12):144–146. — <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>

Никифорова Л.Е. (2008). Исследование влияния низкоэнергетического электромагнитного излучения на семена тепличных культур. / Л.Е. Никифорова // *Известия Таврического государственного агротехнологического университета*. — Мелитополь, 2008. — Выпуск 8, том 2. — 154 с.

Павлов С. В. (2017). Информационные технологии в медицинской диагностике // Вальдемар Войчик, Анджей Смоляр, — 11 июля 2017 г., CRC Press — 210 стр. — <https://doi.org/10.1201/9781315098050>. Электронная книга. — ISBN 9781315098050.

Рубин А.Б. (1999). Биофизика. — Том 1. Теоретическая биофизика. / Рубин А.Б. — М.: Изд-во Московского университета, 1999. — 448 с.

Спивак О.Ю., Н.В. Ординатор (2021). Тепло- и массообмен. Часть I: учебное пособие / — Винница: ВНТУ, 2021. — 113 с.

Стенцель Ю.И. (2013). Физико-математическое моделирование термодинамических методов диагностики состояния здоровья человека. / Ю.И. Стенцель, С.М. Злепко, С.В. Павлов// *Оптико-электронные информационные и энергетические технологии*. — Винница, 2013. — с. 66–72.

Титова Н.В. (2017). Моделирование термодинамических методов в биологических объектах для воспроизводства в рыболовстве / Н.В. Титова, Ю.И. Стенцель, С.В. Павлов, С.М. Злепко // *Применение лазеров в медицине и биологии: материалы XLVI международной научно-практической конференции*, Харьков, — 25–27 мая 2017 г. — Харьков: ФОП Петров В. — с. 137–139.

Урва, Хина Шафике, Ясир Джамил вообще (2017). Влияние непрерывного волнового лазерного облучения семян малой мощности на прорастание *Moringa oleifera*, рост проростков

и биохимические показатели. Журнал фотохимии и фотобиологии. — Том 170. — Май 2017 г. — с. 314–323. — <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.04.001>

Хасэ Ю., Сато К. и Китамура С. (2023). Сравнительный анализ облучения семян и рассады гамма-лучами и ионами углерода для индукции мутаций у арабидопсиса. Фронт. 2023. Наука о растениях. — 14:1149083. — doi: 10.3389/fpls.2023.1149083

Чжихуа Гэн, Хуэй Ван, Мехди Торки, Мохсен Бейги (2023). Термодинамический анализ и оптимизация сушки картофеля в комбинированной инфракрасной/конвективной сушилке / Тематические исследования в области теплотехники. — Том 42, — февраль 2023 г., — 102671. — <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102671>

REFERENCES

Arielle J. Johnson, Elliot Meyerson, John de la Parra, Timothy L. Savas, Risto Miikkulainen, Caleb B. Harper (2019). Flavor-cyber-agriculture: Optimization of plant metabolites in an open-source control environment through surrogate modeling // PLOS ONE. — 2019. — April. — <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213918>

BIAC (Business and Industry Advisory Committee to the OECD) (2023). Peace for Food: Our Istanbul Roundtable. — May 2023, — Istanbul, Türkiye.

Boos G.V., Prikupets L.B., Terehov V.G. Tarakanov I.G. (2017). Studies in the field of plant irradiation with LEDs // The 10th Asia Lighting Conference. — Shanghai, China. — August 17–18, 2017. — <http://asialightingconference.org/index.php>.

Didur V.A., Struchaev M.I. (2008). Heat engineering, heat supply and use of heat in agriculture: teaching. manual. — Kyiv: Agrarian Education, 2008. — 233 p

Hase Y., Satoh K. and Kitamura S. (2023). Comparative analysis of seed and seedling irradiation with gamma rays and carbon ions for mutation induction in Arabidopsis. Front. 2023. — Plant Sci. — 14:1149083. — doi: 10.3389/fpls.2023.1149083

Kosugi S., Momozawa Y., Liu X., Terao C., Kubo M., Kamatani Y. (2019). Comprehensive evaluation of structural variation detection algorithms for whole genome sequencing. 2019. Genome Biol. — 20, — 117. — doi: 10.1186/s13059-019-1720-5

Kuan-Hung Lin, Meng-Yuan Huang, Wen-Dar Huang, Ming-Huang Hsu, ZhiWei Yang, Chi-Ming Yang (2013). The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata) // Scientia Horticulturae. — 2013. — Vol. 150. — Pp. 86–91. — DOI:10.1016/j.scienta.2012.10.002

Minevich I.E., Uschapovsky I.V. (2020). Influence of IR radiation on the biological value of flax seeds. Agrarian science. 2020; — 11–12. — 144–146. — <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-134-136>

Nikiforova L.E. (2008). Study of the effect of low-energy electromagnetic radiation on the seeds of greenhouse crops. / L.E. Nikiforova // Proceedings of the Tavri State Agro-Technological University. — Melitopol, 2008. — Issue 8. — Volume 2. — 154 p.

Pavlov S.V. (2017). Information Technology in Medical Diagnostics // — Waldemar Wójcik, Andrzej Smolarz, — July 11, 2017 by CRC Press. — 210 p. — <https://doi.org/10.1201/9781315098050>. eBook ISBN 9781315098050.

Rubin A.B. (1999). Biophysics. Volume 1. Theoretical biophysics. / Rubin A.B. — M.: Moscow University Publishing House, 1999. — 448 p.

Spivak O.Yu., N.V. Resident (2021). Heat and mass exchange. — Part I: study guide / — Vinnytsia: VNTU, 2021. — 113 p.

Stenzel Y.I. (2013). Physical and mathematical modeling of thermodynamic methods of diagnosing the state of human health. / Y.I. Stenzel, S.M. Zlepko, S.V. Pavlov// Optical-electronic information and energy technologies. — Vinnytsia, 2013. — Pp. 66–72.

Titova N.V. (2017). Modeling of thermodynamic methods in biological objects for reproduction in the fishery / N.V. Titova, Y.I. Stenzel, S.V. Pavlov, S.M. Zlepko // Application of lasers in medicine and biology: materials of the XLVI international scientific and practical conference, Kharkiv. — May 25–27, 2017 — Kharkiv: FOP Petrov V. — Pp. 137–139.

Urva, Hina Shafique, Yasir Jamil at all. (2017) Low power continuous wave-laser seed irradiation effect on *Moringa oleifera* germination, seedling growth and biochemical attributes. *Journal of Photochemistry and Photobiology*. — Vol.170. — May 2017. — Pp. 314–323. — <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.04.001>

V.G. Horobets (2015). Heat engineering and use of heat in agriculture. — Kyiv. — CPU "Comprint". 2015. — 389 p.

Wójcik W. and Pavlov S. (2022). Highly linear Microelectronic Sensors Signal Converters Based on Push-Pull Amplifier Circuits / Monograph, (2022) — NR 181, Lublin, Comitet Inzynierii Srodowiska PAN, — 283 p. — ISBN 978-83-63714-80-2

Wójcik W., Pavlov S., Kalimoldayev M. (2019). Information Technology in Medical Diagnostics II. London: Taylor & Francis Group, CRC Press, — Balkema book. — 336 P. — <https://doi.org/10.1201/9780429057618>. eBook — ISBN 9780429057618.

Yessenova M., Abdikerimova G., Adilova A., Yerzhanova A., Kakabayev N., Ayazbaev T., Sattybaeva Z. & Ospanova T. (2022). Identification of factors that negatively affect the growth of agricultural crops by methods of orthogonal transformations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, — 3(2 (117), — 39–47. — <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.257431>

Zhihua Geng, Hui Wang, Mehdi Torki, Mohsen Beigi (2023). Thermodynamically analysis and optimization of potato drying in a combined infrared/convective dryer / Case Studies in Thermal Engineering. — Volume 42. — February 2023, — 102671. — <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102671>

МАЗМҰНЫ

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

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

CONTENTS

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

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

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

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

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

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). 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)

Подписано в печать 28.03.2024.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.