



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№02

ISSN 2304-3334
№02(110)2026

● **ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР**
Ғ Ы Л Ы М И Ж У Р Н А Л

● **ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ**
Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л

● **RESEARCH, RESULTS**
S C I E N T I F I C J O U R N A L

АЛМАТЫ

**KAZAKH NATIONAL AGRARIAN RESEARCH UNIVERSITY
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF KAZAKHSTAN UNDER THE PRESIDENT OF THE
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ПРЕЗИДЕНТИНИҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ**

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Research, results	Ізденістер, нәтижелер	Исследования, результаты
Published since 1999.	Издается с 1999 г. Том	Издается с 1999 г.
Volume 28. No.110. 2026	28. No.110. 2026	Том 28. No.110. 2026

Зарегистрировано в Министерстве информации и общественного согласия РК.
Свидетельство об учетной регистрации №482-Ж от 25 ноября 1998 года.

Зарегистрировано в Международном центре регистрации серийных изданий ISSN
(ЮНЕСКО, Париж, Франция). ISSN 2304–3334.

Приказом №148 от 27.12.2022 г. Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК научный журнал «Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты» КазНАИУ включен в Перечень изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности (сельскохозяйственные науки).

С целью объединения усилий, продвижения и популяризации результатов научных изысканий казахстанских ученых в мировом сообществе, согласно Соглашения №27 от 15 августа 2023 года НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет» совместно с НАО «Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан» издает научный журнал «Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты».

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF:

Akhylybek Kazhigulovich Kurishbayev — Editor-in-Chief, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, President of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan, Academician; (Scopus h-9)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Primkul Sholpankulovich Ibragimov — Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Veterinary Sciences, Professor; (Scopus h-3)

EDITORIAL TEAM:

Abilay Ryspaevich Sansyzbay — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University. (Scopus h-16)

Nurzhan Biltebaikyzy Sarsembayeva — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University. (Scopus h-8)

Akhmetzhan Akievich Sultanov — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazakh National Agrarian Research University, Director of the Department of Science; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — Doctor of Veterinary Sciences, Professor, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland; (Scopus h-12)

Andrey Pavlinovich Bogoyavlensky — Doctor of Biological Sciences, Professor, “Research and Production Center of Microbiology and Virology” LLP; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — Associate Professor, PhD, Faculty of Veterinary Medicine, Banat University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine “King Michael I of Romania”, Timișoara, Romania. Specialization: veterinary sciences, microbiology, infectious diseases, antimicrobial resistance; (Web of Science - 8).

Jan MICIŃSKI — PhD, University of Warmia and Mazury, Poland; (Scopus h-8)

Aibyn Adepkhanovich Torekhanov — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Fodder Production” LLP; (Scopus h-3)

Kairat Zhaleluly Iskhan — Candidate of Agricultural Sciences, Professor of the “Department of Animal Biology” named after Academician N.O. Bazanova, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Sholpan Rakhimbekovna Adykanova — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Zooengineering and Biotechnology, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Koray Kırıkçı — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ahi Evran University, Turkey; (Scopus h-6)

Temirzhan Yerkasovich Aitbayev — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing” LLP; (Scopus h-5)

Sholpan Orazovna Bastaubayeva — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing” LLP; (Scopus h-8)

Bakhytzhhan Alisherovich Duisembekov — Candidate of Biological Sciences, Chairman of the Board of “Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembaev” LLP; (Scopus h-7)

Erlan Bozanbayuly Dutbayev — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the “Department of Plant Protection and Quarantine”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-9)

Aigul Absultanovna Zhapparova — Candidate of Agricultural Sciences, Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-6)

Ashimkhan Toktasynovich Kanaev — Doctor of Biological Sciences, Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — PhD, Professor, University of Minnesota, USA; (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — PhD, Professor, University of Belgrade, Serbia; Professor at the Institute of Multidisciplinary Research; (Scopus h-14)

Askhat Khamitovich Naushabayev — PhD, Associate Professor at the “Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology”, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu - PhD, Professor, China Agricultural University; (Scopus h-39)

Mukhamadkhan Khamidov — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Uzbekistan; (Scopus h-14)

Ainur Yesirkepovna Aldiyarova — PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University;

(Scopus h-4)

Kanat Kurmanovich Anuarbekov — PhD, Associate Professor, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Azamat Sansyrbayevich Madibekov — PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory “Hydrochemistry and Environmental Toxicology”, Institute of Geography and Water Security; (Scopus h-8)

Dani Nurgisaevna Sarsekova — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Forestry and Land Resources, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Aizhan Naskenovna Zhildikbayeva — PhD, Associate Professor, Department of Land Resources and Cadastre, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-7)

Daniyar Akhmetovich Dosmanbetov — PhD, Associate Professor, Leading Researcher at the Almaty Branch of the “Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after A.N. Bokeikhan” LLP; (Scopus h-10)

Sezgin AYAN — Professor, PhD, Kastamonu University, Faculty of Forestry, Head of the Department of Silviculture, Turkey (Scopus h-14)

Roman Vladimirovich Shults — PhD, Professor, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia; (Scopus h-11)

Komil Dullievich Astanakulov — Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Agricultural Machinery and Technologies, National Research University “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”, Uzbekistan; (Scopus h-20)

Saykhat Orazovich Nukeshov — Doctor of Technical Sciences, Professor at S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Department of Technical Mechanics; (Scopus h-8)

Marat Zhalelovich Khazimov — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-5)

Daskalov Plamen — PhD, Professor, University of Ruse “Angel Kanchev”, Vice-Rector for Development Coordination and Continuing Education, Bulgaria; (Scopus h-10)

Abdurakhim Suleimanovich Berdyshev — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Anatoly Nikolaevich Ostrikov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State University of Engineering Technologies, Head of the Department of Processes and Apparatus of Chemical and Food Production; (Scopus h-7)

Liviu Gaceu - Professor, Transilvania University of Braşov, Romania; (Scopus h-9)

Aigul Kulakhmetovna Timurbekova — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Technology and Safety, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-9)

Maksat Risbekovich Toyshimanov — PhD, Senior Lecturer in the Department of Food Technology and Safety, Kazakh National Agrarian Research University; (Scopus h-8)

Gulmira Serikbaykyzy Kenenbai — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, “Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry” LLP (Scopus h-5)

Scientific Journal “Research, Results”

Publication frequency: 6 issues per year

Languages: Kazakh, Russian, English

DOI prefix: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Scope: “Stock-Raising and Veterinary”; “Agriculture, Agrochemical, Feed Production, Agroecology”; “Water, Land, and Forest Resources”; “Agriculture Mechanization and Electrification”.

Distribution: Materials are distributed under the Creative Commons Attribution 4.0

Website: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Founder/Publisher: Kazakh National Agrarian Research University; National Academy of Sciences of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan

Copyright: © Research, Results, 2026

РЕДАКЦИЯ

БАС РЕДАКТОР:

Куришбаев Ахылбек Кажигулович — бас редактор, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Президенті жанындағы ҚР Ұлттық ғылым академиясының президенті, академик; (Scopus h-9)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович — бас редактордың орынбасары, ветеринария ғылымдарының докторы, профессор; (Scopus h-3)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Сансызбай Абылай Рыспаевич — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-16)

Сарсембаева Нуржан Білтебайқызы — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-8)

Султанов Ахметжан Акиевич — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Ғылым департаментінің директоры; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — ветеринария ғылымдарының докторы, профессор. Олыштындағы Вармин-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-12)

Богоявленский Андрей Павлович — биология ғылымдарының докторы, профессор. «Микробиология және вирусология ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — доцент, PhD., Король Михай I атындағы Банат ауылшаруашылық ғылымдары және ветеринарлық медицина университетінің Ветеринарлық медицина факультеті (Тимишоара, Румыния). Мамандану салалары: ветеринария ғылымдары, микробиология, жұқпалы аурулар, микробқа қарсы төзімділік; (Web of Science-8).

Jan MICIŃSKI — PhD, Вармин-Мазур университеті, Польша; (Scopus h-8)

Тореханов Айбын Адепханович — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндіру ғылым-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-3)

Исхан Кайрат Жәлелұлы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, академик Н.О. Базанова атындағы «Жануарлар биологиясы» кафедрасының профессоры; (Scopus h-4)

Адылканова Шолпан Рахимбековна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, зооинженерия және биотехнология кафедрасының профессоры; (Scopus h-5)

Корай Кырыкчы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы. Ахи Эвран университетінің ауыл шаруашылығы факультетінің зоотехния кафедрасының профессоры (Түркия); (Scopus h-6)

Айтбаев Темиржан Еркасович — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, академик, «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-5)

Бастаубаева Шолпан Оразовна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор. «Қазақ егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС басқарма төрағасы; (Scopus h-8)

Дүйсембеков Бахытжан Әлішерович — биология ғылымдарының кандидаты, «Жазкен Жиембаев атындағы өсімдіктерді қорғау және карантин Қазақ ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Басқарма төрағасы; (Scopus h-7)

Дутбаев Ерлан Бозанбайұлы — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Бау-бақша, өсімдіктерді қорғау және карантин кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-9)

Жаппарова Айгул Абсултановна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры; (Scopus h-6)

Канаев Ашимхан Токтасынович — биология ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. Топырақтану, агрохимия және экология кафедрасының профессоры; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — философия докторы, профессор. Миннесота университетінің профессоры (Америка Құрама Штаттары); (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — философия докторы, профессор. Белград Университеті, Белград, Сербия. Көпсалалы зерттеулер институтының ғылыми қызметкері (профессор). (Scopus h-14)

Наушабаев Асхат Хамитович — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті. «Топырақтану, агрохимия және экология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu — PhD, профессор. Қытай ауылшаруашылық университеті (China Agricultural University); (Scopus h-39)

Хамидов Мухамадхан — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор. Ташкент суару және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты, Өзбекстан; (Scopus h-14)

Алдиярова Айнур Есиркеповна — PhD, қауымдастырылған профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-4)

Ануарбеков Канат Курманович — PhD, қауымдастырылған профессор. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; (Scopus h-5)

Мадибеков Азамат Сансызбаевич — PhD, қауымдастырылған профессор. «Гидрохимия және экологиялық токсикология» зертханасының жетекшісі, География және су қауіпсіздігі институты; (Scopus h-8)

Сарсекова Дани Нургисаевна — ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Орман шаруашылығы және жер ресурстары» факультетінің деканы; (Scopus h-8)

Жилдикбаева Айжан Наскеновна — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Жер ресурстары және кадастр» кафедрасының қауымдастырылған профессоры; (Scopus h-7)

Досманбетов Данияр Ахметович — PhD, қауымдастырылған профессор, «Ә. Н. Бөкейхан атындағы орман шаруашылығы және агроорман шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Алматы филиалының жетекші ғылыми қызметкері; (Scopus h-10)

Sezgin AYAN — доктор профессор, Кастамону университеті, орман шаруашылығы факультеті, орман шаруашылығы бөлімінің меңгерушісі (Түркия); (Scopus h-14)

Шульц Роман Владимирович — PhD, профессор. Король Фадх атындағы Мұнай және минералдар университеті, Сауд Арабиясы; (Scopus h-11)

Астанакулов Комил Дуллиевич — техника ғылымдарының докторы. Өзбекстанның «Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты» Ұлттық зерттеу университетінің «Ауыл шаруашылығы техникасы және технологиясы» кафедрасының меңгерушісі; (Scopus h-20)

Нукешов Саяхат Оразович — техника ғылымдарының докторы, профессор. С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. «Техникалық механика» кафедрасының профессоры; (Scopus h-8)

Хазимов Марат Жалелович — техника ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергетика және электротехника» кафедрасының профессоры; (Scopus h-5)

Daskalov Plamen — PhD, профессор, Ангел Кънчев атындағы Русе Университеті, даму, үйлестіру және біліктілікті арттыру жөніндегі проректор, Болгария; (Scopus h-10)

Бердышев Абдурахим Сулейманович — техника ғылымдарының докторы, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Энергетика және электротехника» кафедрасының профессоры; (Scopus h-8)

Остриков Анатолий Николаевич — техника ғылымдарының докторы, профессор. Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті (РФ), «Химиялық және тамақ өндірісінің процестері мен аппараттары» кафедрасының меңгерушісі; (Scopus h-7)

Ливню Гачео — профессор Трансильван университетінің профессоры (Брашов к., Румыния); (Scopus h-9)

Тимурбекова Айгуль Кулахметовна — техника ғылымдарының кандидаты. Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының профессоры; (Scopus h-9)

Тойшиманов Максат Рисбекович — PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Тамақ өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының аға оқытушысы; (Scopus h-8)

Кененбай Гүлмира Серікбайқызы — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор (доцент). «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС; (Scopus h-5)

«Зерттеулер, нәтижелер» ғылыми журналы

Жиілігі: жылына 6 шығарылым.

Басылым тілі: қазақ, орыс, ағылшын.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Тақырыптық бағыты: «мал шаруашылығы және ветеринария»; «егіншілік, агрохимия, жемшөп өндірісі, агроэкология»; «су, жер және орман ресурстары»; «ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлендіру».

Тарату: материалдар Creative Commons Attribution 4.0 лицензиясы бойынша таратылады

Веб-сайт: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Құрылтайшысы / баспагері: Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы

Авторлық құқық: © Зерттеулер, нәтижелер, 2026

РЕДАКЦИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Куришбаев Ахылбек Кажигулович — главный редактор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Президент Национальной академии наук РК при Президенте РК, академик; (Scopus h-9)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Ибрагимов Примкул Шолпанкулович — заместитель главного редактора, доктор ветеринарных наук, профессор; (Scopus h-3)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Сансызбай Абылай Рыспаевич — доктор ветеринарных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-16)

Сарсембаева Нуржан Білтебайқызы — доктор ветеринарных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-8)

Султанов Ахметжан Акиевич — доктор ветеринарных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, директор департамента науки; (Scopus h-12)

Sobiech Przemyslaw Hubert — доктор ветеринарных наук, профессор. Варминьско-Мазурский университет в Ольштыне, Польша; (Scopus h-12)

Богоявленский Андрей Павлинович — доктор биологических наук, профессор. ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии»; (Scopus h-16)

Iancu Ionica Mihaela — доцент, PhD. Факультет ветеринарной медицины Университета сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины Баната имени короля Михая I (г. Тимишоара, Румыния). Области специализации: ветеринарные науки, микробиология, инфекционные заболевания, антимикробная резистентность; (Web of Science – 8).

Jan MICIŃSKI — PhD, Варминьско-Мазурский университет, Польша; (Scopus h-8)

Тореханов Айбын Адепханович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства»; (Scopus h-3)

Исхан Кайрат Жәлелұлы — кандидат сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Биология животных» имени академика Н. О. Базановой; (Scopus h-4)

Адылканова Шолпан Рахимбековна — доктор сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры зооинженерии и биотехнологии; (Scopus h-5)

Корай Кырыкчы — доктор сельскохозяйственных наук. Профессор кафедры зоотехнии факультета сельского хозяйства Университета Ахи Эвран (Турция); (Scopus h-6)

Айтбаев Темиржан Еркасович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик, Председатель Правления ТОО «Казахский НИИ плодоовощеводства»; (Scopus h-5)

Бастаубаева Шолпан Оразовна — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор. Председатель правления ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства»; (Scopus h-8)

Дүйсембеков Бахытжан Әлішерович — кандидат биологических наук, Председатель правления ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Жазкена Жиембаева»; (Scopus h-7)

Дутбаев Ерлан Бозанбайұлы — кандидат сельскохозяйственных наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Ассоциированный профессор кафедры плодоовощеводства, защиты и карантина растений; (Scopus h-9)

Жаппарова Айгул Абсултановна — кандидат сельскохозяйственных наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии; (Scopus h-6)

Канаев Ашимхан Токтасынович — доктор биологических наук, профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии; (Scopus h-4)

Fabián G.Fernández — доктор философии, профессор. Профессор Университета Миннесоты (Соединённые Штаты Америки); (Scopus h-28)

Elmira Saljnikov — доктор философии, профессор. Университет Белграда, Белград, Сербия. Научный сотрудник (профессор) Института многопрофильных исследований; (Scopus h-14)

Наушабаев Асхат Хамитович — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет. Ассоциированный профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и экология»; (Scopus h-4)

Wenfeng Liu — PhD, профессор. Китайский сельскохозяйственный университет (China Agricultural University); (Scopus h-39)

Хамидов Мухамадхан — доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Узбекистан; (Scopus h-14)

- Алдиярова Айнура Есиркеповна** — PhD, ассоциированный профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-4)
- Ануарбеков Канат Курманович** — PhD, ассоциированный профессор. Казахский национальный аграрный исследовательский университет; (Scopus h-5)
- Мадиебеков Азамат Сансызбаевич** — PhD, ассоциированный профессор. Руководитель лаборатории «Гидрохимия и экологическая токсикология», Институт географии и водной безопасности; (Scopus h-8)
- Сарсекова Дани Нургисаевна** — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Декан факультета «Лесное хозяйство и земельные ресурсы»; (Scopus h-8)
- Жилдикбаева Айжан Наскеновна** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, ассоциированный профессор кафедры «Земельные ресурсы и кадастр»; (Scopus h-7)
- Досманбетов Данияр Ахметович** — PhD, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник Алматинского филиала ТОО «Научноисследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени Э.Н. Бөкейхана»; (Scopus h-10)
- Sezgin AYAN** — доктор профессор, Кастамону университет, факультет лесного хозяйства, заведующий отделом лесоводства (Турция); (Scopus h-14)
- Шульц Роман Владимирович** — PhD, профессор. Университет нефти и минералов имени короля Фадха, Саудовская Аравия; (Scopus h-11)
- Астанакулов Комил Дуллиевич** — доктор технических наук. Заведующей кафедры «Сельскохозяйственные техники и технологии» Национального исследовательского университета «Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Узбекистан; (Scopus h-20)
- Нукешов Саяхат Оразович** — доктор технических наук, профессор. Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. Профессор кафедры «Техническая механика»; (Scopus h-8)
- Хазимов Марат Жалелович** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергетика и электротехника»; (Scopus h-5)
- Daskalov Plamen** — PhD, профессор, Университет Русе имени Ангела Кънчева, проректор по вопросам развития, координации и повышения квалификации, Болгария; (Scopus h-10)
- Бердышев Абдурахим Сулейманович** — доктор технических наук, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Энергетика и электротехника»; (Scopus h-8)
- Остриков Анатолий Николаевич** — доктор технических наук, профессор. Воронежский государственный университет инженерных технологий (РФ), заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»; (Scopus h-7)
- Ливню Гачео** — профессор Трансильванского университета (г. Брашов, Румыния); (Scopus h-9)
- Тимурбекова Айгуль Кулахметовна** — кандидат технических наук. Казахский национальный аграрный исследовательский университет, профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-9)
- Тойшиманов Максат Рисбекович** — PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, старший преподаватель кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов»; (Scopus h-8)
- Кененбай Гүлмира Серікбайқызы** — кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент). ТОО «Казахский научноисследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»; (Scopus h-5)

Научный журнал «Исследования, результаты»

Периодичность: 6 выпусков в год.

Язык издания: казахский, русский, английский.

Префикс DOI: 10.37884

ISSN: 2304-3334.

Тематическая направленность: «животноводство и ветеринария»; «земледелие, агрохимия, кормопроизводство, агроэкология»; «водные, земельные и лесные ресурсы»; «механизация и электрификация сельского хозяйства».

Распространение: материалы распространяются по лицензии Creative Commons Attribution 4.0

Веб-сайт: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

Учредитель/издатель: Казахский национальный аграрный исследовательский университет; Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан

Авторские права: © Исследования, результаты, 2026

CONTENTS

STOCK-RAISING AND VETERINARY

M.K. Aldabergenov, T. Abilzhanuly, M.Ya. Mikhov, N.M. Orynbayev COMBINED SYSTEM FOR THE PRODUCTION OF COMPLETE FEED BASED ON A BIOACTIVE MEDIUM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE	9
K.A. Iskakov, A.C. Katasheva, M.B. Kalmagambetov, B.T. Kulataev STUDY OF THE PARAMETERS OF ECONOMICALLY USEFUL SIGNS OF THE QIGAI SHEEP BREED	24
E. Razuan, A.M. Ombayev, S.A. Dauletov, S.T. Eshmuratova AGE AND SEX-RELATED CHANGES IN LIVE BODY WEIGHT OF CAMEL	32

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGY

V.A. Volobaeva, V.I. Kobernitsky, I.A. Zhirnova EVALUATION OF QUALITY TRAITS IN BUCKWHEAT DURING THE FINAL STAGES OF SELECTION IN NORTHERN KAZAKHSTAN	41
Sh.Ye. Yelikbayeva, D.K. Molzhigitova, A.K. Kassen, Z. Kuzairova EFFECTIVENESS OF THE USE OF GIS TECHNOLOGY IN THE TERRITORIAL PLANNING OF THE NORTH KAZAKHSTAN REGION	51
M.Zh. Koshmagambetova, Zh.A. Tokbergenova, O.V. Karpova, S. Murat, Weixing Shan ECOLOGICAL EVALUATION OF FOREIGN POTATO VARIETIES IN SOUTHEAST KAZAKHSTAN	61
I.A. Nurpeisov, Zh.D. Kadyrbekova, R.Zh. Saparbaev SPRINGWHEAT VARIETIES AND LINES FOR THE SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN	75
E.A. Ten, I.P. Oshergina, D.M. Pestova EFFECTS OF CLIMATIC FACTORS ON PHENOLOGICAL ADAPTATION AND YIELD OF SPRING RAPESEED GENOTYPES (BRASSICA NAPUS)	87
S.P. Makhmadjanov, O.A. Kostak, B.S. Asabaev, D.S. Makhmadjanov COLLECTION AND STUDY OF FOREIGN AND DOMESTIC COTTON VARIETIES	97

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

K. Abaeva, M. Shynybekov, B. Yessimbek, O. Adalkan, N. Tazhetdinov STUDY OF THE GROWTH PROCESS OF SAXAUL IN THE SOUTH BALKHASH REGION	111
Z. Adilbaeva, G. Myrzabaeva, A. Slambayeva, A. Igembaeva, T. Allambergenov IMPROVEMENT OF THE SEED PROPAGATION METHOD OF SPRUCE SCHRENK USING GROWTH STIMULATORS	123
S.Yu. Dolgopola, G.M. Ablaysanova, A.A. Aitkaliyeva, M.O. Aubakirova HYDROCHEMICAL AND TOXICOLOGICAL REGIME OF THE MAIN LAKES OF THE BURABAY SNNP	139
D.A. Dosmanbetov, R.S. Akhmetov, B.M. Zhumanov, E.M. Kaspakbayev, Ch. Feng PROMISING TREE AND SHRUB SPECIES FOR LANDSCAPING IN WESTERN KAZAKHSTAN	148
M.A. Kaygermazova, M.T. Sembekov, E.A. Shadenova MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF PAULOWNIA TOMENTOSA UNDER CONTROLLED CONDITIONS	161
Zh. Shakenova, N. Ozeranskaya, G. Aitkhozhayeva, Yu. Rogatnev TERRITORIAL ZONING OF AGRICULTURAL LANDS OF THE AKMOLA REGION ON AN AGROLANDSCAPE BASIS	173

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

D.A. Zinchenko, D.M. Alikhanov, A.K. Moldazhanov, A.A. Azizov, T.D. Georgieva THE RESULTS OF THE STUDY OF A DIGITAL SYSTEM AND A MULTIFUNCTIONAL MACHINE FOR AUTOMATIC SORTING OF EGGS INTO CATEGORIES	184
K. Kalym, Sh.T. Duisenova, D.S. Zauyrbekova, A.K. Zhunusova, D. Karaivanov INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE REGIME ON THE PARAMETERS OF POWER TRANSMISSION LINES	195
B.N. Nuralin, S.V. Oleinikov, I.M. Pavlov, M.S. Galiev, Ye.M. Janaliev THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF A SYMMETRICAL DIAMOND-SHAPED BLADE	211
D.B. Ordatayev, Ye.K. Auyelbek, Ye. Sarkynov, K. Zhanymkhan, A. Meshyk A BENCH-MOUNTED SHAFT WELL FOR TESTING A MOBILE CLEANING AND DISINFECTION UNIT	225

МАЗМҰНЫ
МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

М.К. Алдабергенов, Т. Абилжанулы, М.Я. Михов, Н.М. Орынбаев ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, БИОАКТИВТІ ОРТА НЕГІЗІНДЕ ТОЛЫҚҚУНДЫ ЖЕМ ӨНДІРУДІҢ БІРІКТІРІЛГЕН ЖҮЙЕСІ	9
К.А. Искаков, А.Ч. Каташева, М.Б. Калмагамбетов, Б.Т. Кулатаев ЦИГАЙ ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ ШАРУАШЫЛЫҚ-ПАЙДАЛЫ БЕЛГІЛЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ	24
Е. Разуан, А.М. Омбаев, С.А. Дәулетов, С.Т. Ешмуратова ТҮЙЕ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ ТІРЛЕЙ САЛМАҒЫНЫҢ ЖАСЫНА ЖӘНЕ ЖЫНЫСЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	32

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

В.А. Волобаева, В.И. Коберницкий, И.А. Жирнова СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДА СЕЛЕКЦИЯНЫҢ СОҢҒЫ КЕЗЕҢДЕРІНДЕ ҚАРАҚҰМЫҚ САПАСЫНЫҢ БЕЛГІЛЕРІН БАҒАЛАУ	41
Ш.Е. Еликбаева, Д.К. Молжигитова, Ә.Қ. Қасен, З.М. Құзаирова СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫН АУМАҚТЫҚ ЖОСПАРЛАУДА ГАЖ- ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ	51
М.Ж. Кошмагамбетова, Ж.А. Токбергенова, О.В. Карпова, С. Мұрат, Weixing Shan ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ШЕТЕЛДІК КАРТОП СОРТУЛГІЛЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ	61
И.А. Нурпеисов, Ж.Д. Кадырбекова, Р.Ж. Сапарбаев ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК Өңірлеріне арналған жаздық бидайдың сорттары мен желілері	75
Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова ЖАЗДЫҚ РАПС ГЕНОТИПТЕРІНІҢ ФЕНОЛОГИЯЛЫҚ БЕЙІМДЕЛУІ МЕН ӨНІМДІЛІГІНЕ КЛИМАТТЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӨСЕРІ (BRASSICA NAPUS)	87
С.П. Махмаджанов, О.А. Костак, Б.С. Асабаев, Д.С. Махмаджанов ШЕТЕЛДІК ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ МАҚТА СОРТТАРЫН ЖИНАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ	97

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

К.Т. Абаева, М.К. Шыныбеков, Б.Б. Есімбек, О. Адалқан, Н.Д. Тажетдинов ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ Өңірінде сексеуілдің өсу барысын зерттеу	111
Ж.Б. Адилбаева, Г.А. Мырзабаева, А.Б. Сламбаева, А.К. Игембаева, Т.Д. Алламбергенов ШРЕНК ШЫРШАСЫН ТҰҚЫММЕН КӨБЕЙТУ ӘДІСТЕМЕСІН ӨСУДІ ЖЕДЕЛДЕТКІШ СТИМУЛЯТОРЛАР АРҚЫЛЫ ЖЕТІЛДІРУ	123
С.Ю. Долгополова, Г.М. Аблайсанова, А.А. Айткалиева, М.О. Аубакирова БУРАБАЙ МЕМЛЕКЕТТІК ҰЛТТЫҚ ТАБИҒИ ПАРКІ (МҰТП) НЕГІЗГІ КӨЛДЕРІНІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ РЕЖИМІ	139
Д.А. Досманбетов, Р.С. Ахметов, Б.М. Жуманов, Е.М. Каспакбаев, Ч. Фен КӨГАЛДАНДЫРУҒА АРНАЛҒАН БАТЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫ АҒАШ - БҰТА ТҮРЛЕРІ	148
М.А. Кайгермазова*, М.Т. Сембеков, Е.А. Шаденова RAULOWNIA TOMENTOSA-НЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ МОРОФОЛОГИЯЛЫҚ ТАЛДАУЫ	161
Ж.К. Шакенова, Н.Л. Озеранская, Г.С. Айтхожаева, Ю.М. Рогатнев АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН АГРОЛАНДШАФТТЫҚ НЕГІЗДЕ АУМАҚТЫҚ АЙМАҚТАРҒА БӨЛУ	173

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

Д.А. Зинченко, Д.М. Алиханов, А.К. Молдажанов, А.А. Азизов, Т.Д. Георгиева САНАТТАҒЫ ЖҰМЫРТҚАЛАРДЫ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ СҰРЫПТАУҒА АРНАЛҒАН САНДЫҚ ЖҮЙЕ МЕН КӨП ФУНКЦИЯЛЫ МАШИНАНЫҢ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ	184
К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, Д.С. Зауырбекова, А.К. Жунусова, Д. Караиванов ТЕМПЕРАТУРА РЕЖИМІНІҢ ЭЛЕКТР ЖЕЛЛЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ	195
Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев, Е.М. Джаналиев СИММЕТРИЯЛЫ РОМБ ТӘРІЗДІ ҚАЙЫРМАНЫҢ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ	211
Д.Б. Ордатаев, Е.К. Әуелбек, Е. Саркынов, К. Жанымхан1, О.П. Мешик ЖЫЛЖЫМАЛЫ ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ДЕЗИНФЕКЦИЯЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫН СЫНАУҒА АРНАЛҒАН СТЕНДТІК ШАХТАЛЫ ҚҰДЫҚ	225

СОДЕРЖАНИЕ

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

М.К. Алдабергенов, Т. Абилжанулы, М.Я.Михов, Н.М. Орынбаев КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ БИОАКТИВНОЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИИ	9
К.А. Искаков, А.Ч. Каташева, М.Б. Калмагамбетов, Б.Т. Кулатаев ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ЦИГАЙСКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ	24
Е. Рауан, А.М. Омбаев, С.А. Даулетов, С.Т. Ешмуратова ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОЙ МАССЫ ВЕРБЛЮДОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И ПОЛА	32

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ

В.А. Волобаева, В.И. Коберницкий, И.А. Жирнова ОЦЕНКА ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ГРЕЧИХИ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ СЕЛЕКЦИИ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ	41
Ш.Е. Еликбаева, Д.К. Молжигитова, А.К. Касен, З.М. Кузаирова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	51
М.Ж. Кошмагамбетова, Ж.А. Токбергенова, О.В. Карпова, М. Сұңқар, Weixing Shan ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАРТОФЕЛЯ ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА	61
И.А. Нурпеисов, Ж.Д. Кадырбекова, Р.Ж. Сапарбаев СОРТА И ЛИНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА	75
Е.А. Тен, И.П. Ошергина, Д.М. Пестова ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФЕНОЛОГИЧЕСКУЮ АДАПТАЦИЮ И УРОЖАЙНОСТЬ ГЕНОТИПОВ ЯРОВОГО РАПСА (BRASSICA NAPUS)	87
С.П. Махмаджанов, О.А. Костак, Б.С. Асабаев, Д.С. Махмаджанов СБОР И ИЗУЧЕНИЕ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА	97

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

К.Т. Абаева, М.К. Шыныбеков, Б.Б. Есімбек, О. Адалкан, Н.Д. Тажетдинов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОСТА САКСАУЛА В ЮЖНО-БАЛХАШСКОМ РЕГИОНЕ.....	111
Ж.Б. Адилбаева, Г.А. Мырзабаева, А.Б. Сламбаева, А.К. Игембаева, Т.Д. Алламбергенов УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЛИ ШРЕНКА С ПОМОЩЬЮ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА.....	123
С.Ю. Долгополова, Г.М. Аблайсанова, А.А. Айткалиева, М.О. Аубакирова ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОСНОВНЫХ ОЗЕР ГНПП «БУРАБАЙ»	139
Д.А. Досманбетов, Р.С. Ахметов, Б.М. Жуманов, Е.М. Каспакбаев, Ч. Фен ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ ВИДЫ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА	148
М.А. Кайгермазова, М.Т. Сембеков, Е.А. Шаденова МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ PAULOWNIA TOMENTOSA В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ	161
Ж.К. Шакинова, Н.Л. Озеранская, Г.С. Айтхожаева, Ю.М. Рогатнев ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА АГРОЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ	173

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Д.А. Зинченко, Д.М. Алиханов, А.К. Молдажанов, А.А. Азизов, Т.Д. Георгиева РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯИЦ НА КАТЕГОРИИ	184
К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, Д.С. Зауырбекова, А.К. Жунусова, Д. Караиванов ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ПАРАМЕТРЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	195
Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, И.М. Павлов, М.С. Галиев, Е.М. Джаналиев РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СИММЕТРИЧНОГО РОМБОВИДНОГО ОТВАЛА.....	211
Д.Б. Ордатаев, Е.К. Әуелбек, Е. Саркынов, К. Жанымхан, О.П. Мешик СТЕНДОВЫЙ ШАХТНЫЙ КОЛОДЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ.....	225

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

RESEARCH, RESULTS – ИЗДЕНИСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР – ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

ISSN 2304-3334 (print)

Vol. 28. Is. 2. Number 110 (2026). Pp.184–195

Journal homepage: <https://journal.kaznaru.edu.kz>

<https://doi.org/10.37884/2-2026/16>

УДК 637.4.027



D.A. Zinchenko^{1}, D.M. Alikhanov¹, A.K. Moldazhanov¹, A.A. Azizov¹, T.D. Georgieva²*

¹«Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Kazakhstan;

²Angel Kanchev University, Ruse, Bulgaria.

E-mail: bolsheweak@gmail.com

THE RESULTS OF THE STUDY OF A DIGITAL SYSTEM AND A MULTIFUNCTIONAL MACHINE FOR AUTOMATIC SORTING OF EGGS INTO CATEGORIES

Zinchenko Dmitry Andreevich, master's degree, assistant of the department of «Energy and Electrical Engineering», NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty region, Enbekshikazakh district, p. Bolek, st. Vinogradnaya, 8

E-mail: bolsheweak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1465-0058>;

Alikhanov Jakhfer Muzaferovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy and Electrical Engineering, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Medeu district, Algys St., 8

E-mail: alikhhanov.d@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1770-9759>;

Moldazhan Aidar Kadyrzhanovich, PhD, head of the department of « Energy and electrical engineering», NJC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Dostyk microdistrict, Sadvakassov st., 35, apt. 112

E-mail: aidar.m.k@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2695-8140>;

Azizov Azimzhan Abdurakhimovich, master's degree, assistant in the department of «Energy and electrical engineering», NJC «Kazakh National Agrarian Research University», Republic of Kazakhstan, 050010, Almaty, Aksai microdistrict 5, building 15, apt. 708

E-mail: azizov811@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-3005>;

Georgieva Tsvetelina Dimitrova, PhD, Head of the Department of Automation and Electronics, Angel Kanchev University, Republic of Bulgaria, 2650, Ruse, Sandrovo village, Buzludzha Street, 41

E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg, <https://orcid.org/0000-0002-4055-0897>.

Abstract. In industrial poultry farming, improving the accuracy, objectivity, and reproducibility of egg quality control is a pressing issue, as traditional grading methods, based primarily on product weight, do not take into account a range of morphological and physical characteristics, such as shape, volume, and density. This leads to reduced classification reliability, especially in the boundary zones of categories, and limits the capabilities of process control, negatively impacting the efficiency of subsequent production processes. This study utilized non-destructive testing methods, including weight measurement, machine vision systems, and digital image processing algorithms to determine egg geometric parameters. Based on the obtained data, volume and density indicators were additionally calculated, allowing for expanded quality assessment criteria. Fuzzy logic algorithms were used for classification, accounting for measurement uncertainty and biological sample variability. Experimental studies were conducted on a sample of 760 eggs of various categories. It was

found that the developed system ensures stable operation in continuous mode with a throughput of up to 3,600 eggs per hour while maintaining the required measurement accuracy. The use of fuzzy logic increased sorting accuracy to 95.7 %, a 15-20 % increase over traditional methods. It was shown that taking geometric parameters into account allows for the detection of shape and density deviations not detected by standard weight sorting. These results confirm the effectiveness of the multi-criteria intelligent approach and can be used in the development of automated systems for process control and egg sorting, as well as adapted for other types of agricultural products in real-world production conditions.

Keywords: egg quality, machine vision, fuzzy logic, non-destructive testing, automatic sorting, digital system, rotary machine

For citation: Zinchenko D.A., Alikhanov D.M., Moldazhanov A.K., Kulmakhambetova A.T., Azizov A.A., Georgieva T.D. (2026). The results of the study of a digital system and a multifunctional machine for automatic sorting of eggs into categories // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 184–195. <https://doi.org/10.37884/2-2026/16> [In Russ.].

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Д.А. Зинченко^{1}, Д.М. Алиханов¹, А.К. Молдажанов¹, А.А. Азизов¹, Т.Д. Георгиева²*

¹«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Алматы, Қазақстан;

²Ангел Кънчев атындағы университет, Русе, Болгария.

E-mail: bolsheweak@gmail.com

САНАТТАҒЫ ЖҰМЫРТҚАЛАРДЫ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ СҰРЫПТАУҒА АРНАЛҒАН САНДЫҚ ЖҮЙЕ МЕН КӨП ФУНКЦИЈАЛЫ МАШИНАНЫҢ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Зинченко Дмитрий Андреевич, магистр, «Энергетика және электротехника» кафедрасының ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050000, Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданы, Бөлек ауылы, Виноградная көшесі, 8-үй
E-mail: bolsheweak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1465-0058>;

Алиханов Джафер Музаферович, техника ғылымдарының кандидаты, «Энергетика және электротехника» кафедрасының доценті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, Алматы, Медеу ауданы, Алғыс к-сі, 8
E-mail: alikhanov.d@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1770-9759>;

Молдажанов Айдар Кадыржанович, PhD, «Энергетика және электротехника» кафедрасының меңгерушісі, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Достық ы/а, Сәдуақасов к-сі, 35 пәтер
E-mail: aidar.m.k@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2695-8140>;

Азизов Азимжан Абдурахимович, магистр, «Энергетика және электротехника» кафедраның ассистенті, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Ақсай ы/а, 5 үй, 15 пәтер
E-mail: azizov811@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-3005>;

Георгиева Цветелина Димитрова, PhD, «Автоматика және электроника» кафедрасының меңгерушісі, Ангел Кънчев атындағы университет, Болгария Республикасы, 2650, Русе, Сандрово ауыл, Бузлуджа к-сі, үй 41
E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg, <https://orcid.org/0000-0002-4055-0897>.

Аннотация. Өнеркәсіптік құс шаруашылығында жұмыртқа сапасын бақылаудың дәлдігін, объективтілігін және қайталануын арттыру өзекті мәселе болып табылады, өйткені өнімнің массасына негізделген дәстүрлі сұрыптау әдістері пішін, көлем және тығыздық сияқты морфологиялық және физикалық сипаттамалардың жиынтығын ескермейді. Бұл жіктеудің сенімділігінің төмендеуіне әкеледі, әсіресе санаттардың шекаралық аймақтарында және технологиялық бақылау мүмкіндіктерін шектейді, сонымен қатар кейінгі өндірістік процестердің тиімділігіне теріс әсер етеді. Жұмыста жұмыртқаның геометриялық параметрлерін анықтау үшін массаны өлшеуді, машиналық көру жүйелерін және сандық кескінді өңдеу алгоритмдерін қолдануды қамтитын бұзбайтын бақылау әдістері қолданылады. Алынған мәліметтер негізінде сапаны бағалау критерийлерін кеңейтуге мүмкіндік беретін көлем мен тығыздық көрсеткіштері қосымша есептелді. Жіктеу үшін өлшеулердің белгісіздігі

мен биологиялық объектілердің өзгергіштігін есепке алуды қамтамасыз ететін бұлыңғыр логикалық Алгоритмдер қолданылады. Эксперименттік зерттеулер әртүрлі санаттағы 760 жұмыртқаның үлгісінде жүргізілді. Өзірленген жүйе қажетті өлшеу дәлдігін сақтай отырып, сағатына 3600 жұмыртқаға дейін өнімділікпен ағынды режимде тұрақты өнімділікті қамтамасыз ететіні анықталды. Бұлыңғыр логиканы қолдану сұрыптау дәлдігін 95,7 % - ға дейін арттыруға мүмкіндік берді, бұл дәстүрлі әдістердің көрсеткіштерінен 15-20 % - ға артық. Геометриялық параметрлерді есепке алу стандартты салмақ сұрыптау кезінде бекітілмеген пішін мен тығыздық ауытқуларын анықтауға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Алынған нәтижелер көп өлшемді интеллектуалды тәсілдің тиімділігін растайды және жұмыртқаны технологиялық бақылау мен сұрыптаудың автоматтандырылған жүйелерін әзірлеуде қолдануға болады, сонымен қатар нақты өндіріс жағдайында ауылшаруашылық өнімдерінің басқа түрлеріне бейімделеді.

Түйін сөздер: жұмыртқа сапасы, машиналық көру, бұлыңғыр логика, бұзбайтын бақылау, автоматты сұрыптау, сандық жүйе, айналмалы машина

Дәйексөз үшін: Зинченко Д.А., Алиханов Д.М., Молдажанов А.К., Кулмахамбетова А.Т., Азизов А.А., Георгиева Т.Д. (2026). Санаттағы жұмыртқаларды автоматты түрде сұрыптауға арналған сандық жүйе мен көп функциялы машинаның зерттеу нәтижелері // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 184–195. <https://doi.org/10.37884/2-2026/16> [In Russ.].

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

Д.А. Зинченко^{1}, Д.М. Алиханов¹, А.К. Молдажанов¹, А.А. Азизов¹, Т.Д. Георгиева²*

¹НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, Казахстан;

²Университет имени Ангела Кънчева, Русе, Болгария.

E-mail: bolsheweak@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ ЯИЦ НА КАТЕГОРИИ

Зинченко Дмитрий Андреевич, магистр, ассистент кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050000, Алматинская обл., Енбекшиказахский р-н., с. Болек, ул. Виноградная, д.8

E-mail: bolsheweak@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1465-0058>;

Алиханов Джахфер Музаферович, к.т.н., асоциированный профессор кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, Алматы, Медеуский р-н, ул. Алғыс, д.8

E-mail: alikhanov.d@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1770-9759>;

Молдажанов Айдар Кадыржанович, PhD, заведующий кафедрой «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, мкр. Достык, ул. Садуақасова д.35 кв.112

E-mail: aidar.m.k@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2695-8140>;

Азизов Азимжан Абдурахимович, магистр, ассистент кафедры «Энергетика и электротехника», НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, мкр. Аксай 5, д.15, кв.708

E-mail: azizov811@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4724-3005>;

Георгиева Цветелина Димитрова, PhD, заведующая кафедрой «Автоматика и электроника», Университет имени Ангела Кънчева, Республика Болгария, 2650, г. Русе, с. Сандрово, ул. Бузлуджа д.41

E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg, <https://orcid.org/0000-0002-4055-0897>.

Аннотация. В условиях промышленного птицеводства повышение точности, объективности и воспроизводимости контроля качества яиц является актуальной задачей, поскольку традиционные методы сортировки, основанные преимущественно на массе продукта, не учитывают совокупность морфологических и физических характеристик, таких как форма, объем и плотность. Это приводит к снижению достоверности классификации, особенно в пограничных зонах категорий, и ограничивает

возможности технологического контроля, а также негативно влияет на эффективность последующих производственных процессов. В рамках проведенного исследования использован комплекс методов неразрушающего контроля, включающий измерение массы, использование систем машинного зрения и алгоритмов цифровой обработки изображений для определения геометрических параметров яйца. На основе полученных данных дополнительно рассчитывались показатели объема и плотности, позволяющие расширить критерии оценки качества. Для классификации использованы алгоритмы нечеткой логики, обеспечивающие учет неопределенности измерений и вариабельности биологических объектов. Экспериментальные исследования проведены на выборке из 760 яиц различных категорий. Проведенные испытания показали, что разработанная система обеспечивает стабильную работу в поточном режиме с производительностью до 3600 яиц в час при сохранении требуемой точности измерений. Применение нечеткой логики позволило повысить точность сортировки до 95,7 %, что на 15–20 % превышает показатели традиционных методов. Дополнительно выявлено, что учет геометрических параметров позволяет выявлять отклонения формы и плотности, не фиксируемые при стандартной весовой сортировке. Практическая апробация показала эффективность предложенного подхода и могут быть использованы при разработке автоматизированных систем технологического контроля и сортировки яиц, а также адаптированы для других видов сельскохозяйственной продукции в условиях реального производства.

Ключевые слова: качество яиц, машинное зрение, нечеткая логика, неразрушающий контроль, автоматическая сортировка, цифровая система, роторная машина

Для цитирования: Зинченко Д.А., Алиханов Д.М., Молдажанов А.К., Кулмахамбетова А.Т., Азизов А.А., Георгиева Т.Д. (2026). Результаты исследования цифровой системы и многофункциональной машины для автоматической сортировки яиц на категории // Research, results – Изденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Т. 28. Is. 2. Number 110. Pp. 184–1894 <https://doi.org/10.37884/2-2026/16> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение.

Сортировка и контроль качества яиц относятся к ключевым операциям технологического цикла птицеводства, определяющим как экономическую эффективность производства, так и биологические результаты инкубации. Качество инкубационного материала напрямую влияет на выводимость и жизнеспособность молодняка, тогда как для товарных яиц важнейшими показателями являются однородность партий, стабильность массовых категорий и потребительские свойства продукции. В современных производственных условиях, характеризующихся ростом требований к качеству продукции задача повышения точности и объективности сортировки яиц приобретает особую актуальность.

Согласно ГОСТ 31654–2012, куриные яйца классифицируются по массе на категории: высшую (не менее 75 г), отборную (65–74,9 г), первую (55–64,9 г), вторую (45–54,9 г) и третью (35–44,9 г). Стандарт также регламентирует показатели качества скорлупы и свежести продукции, включая допустимую высоту воздушной камеры, прозрачность и плотность белка, а также состояние желтка, формируя нормативную основу автоматизированной оценки качества [ГОСТ 31654-2012].

В промышленной практике основным критерием автоматической сортировки традиционно остается масса яйца. Большинство серийных яйцесортировальных машин классифицируют яйца исключительно по весовым категориям, что обеспечивает высокую производительность, но не позволяет учитывать форму и плотность яйца. Между тем исследования показывают, что совокупность этих параметров определяет прочность скорлупы, интенсивность газообмена и выводимость птенцов, а также устойчивость продукции к механическим воздействиям.

Традиционные органолептические методы и овоскопирование характеризуются высокой субъективностью. Развитие автоматизированных систем позволило повысить производительность сортировки, однако большинство существующих установок ориентированы на однокритериальный контроль и не обеспечивают комплексную оценку качества. Поэтому в последние годы активно развиваются методы компьютерного зрения для выявления дефектов и оценки формы яиц [Omid et al., 2013, 70-77].

Одними из первых комплексных решений стали экспертные системы на основе машинного зрения и интеллектуальных алгоритмов. В их работе показана эффективность интеграции обработки изображений и интеллектуальных правил для автоматизированной сортировки яиц. В последующих исследованиях продемонстрирована возможность высокоточной классификации и обнаружения де-

фектов скорлупы с использованием обучаемых моделей [Yang et al., 2023].

Для повышения надежности выявления микротрещин и поверхностных дефектов применяются методы гиперспектральной съемки, позволяющие обнаруживать скрытые повреждения, неразличимые при стандартном освещении [Ширманова и др., 2025, Dejian et al., 2020]. Вместе с тем, такие системы отличаются высокой стоимостью и ограниченной применимостью в условиях массового производства. Отдельное направление связано с неразрушающей оценкой внутреннего качества яиц, включая определение свежести и характеристик белка и желтка на основе спектральных методов [Kunshan et al., 2022]. В обзорных работах отмечается перспективность интеграции оптических методов и интеллектуальных алгоритмов, однако их практическая реализация в потоке остается ограниченной [Wang et al., 2025].

Отдельного внимания заслуживает вопрос устойчивости классификации в пограничных зонах категорий. Использование четких пороговых правил приводит к росту ошибок при незначительных погрешностях измерений, что обуславливает целесообразность применения методов нечеткой логики [Intarakumthornchai et al., 2020].

Хотя в области автоматизации достигнут значительный прогресс, большинство решений ориентированы на лабораторные условия либо характеризуются высокой стоимостью и габаритами. В этой связи актуальной является разработка многофункциональных машин, обеспечивающих комплексную оценку массы, формы и плотности яйца в потоке с использованием машинного зрения и интеллектуальных алгоритмов.

Объектом настоящего исследования являются куриные яйца, предназначенные для инкубации и товарной реализации. Предметом исследования являются методы и технические средства определения массы, формы и плотности целого яйца в потоке. Целью работы является экспериментальное исследование цифровой системы и многофункциональной машины для неразрушающего контроля показателей качества и автоматической сортировки яиц.

Методы и материалы.

Аппаратно-программная архитектура многофункциональной машины разработана на основе принципа модульной интеграции измерительных, оптико-электронных и интеллектуальных подсистем. В соответствии с требованиями разработана блок-схема многофункциональной машины по определению показателей качества целого яйца и автоматической сортировки на категории, показанная на рисунке 1.

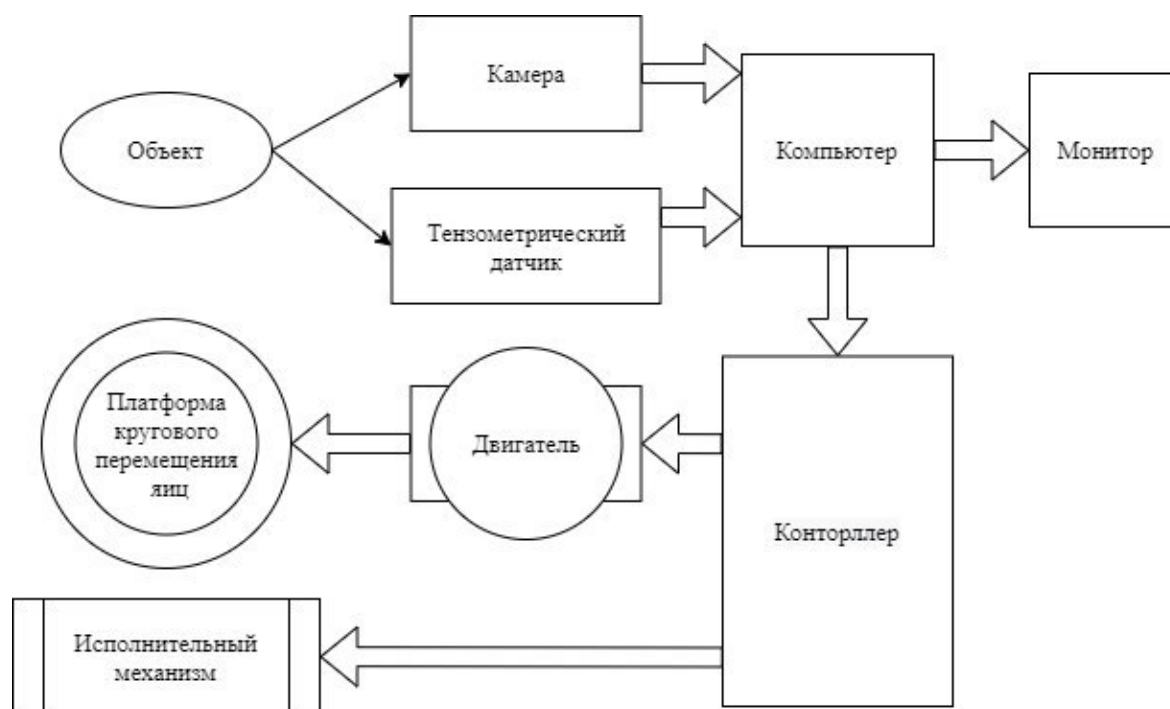


Рисунок 1. Блок-схема многофункциональной машины по определению показателей качества яиц и автоматической сортировки на категории

[Figure 1. Block diagram of a multifunctional machine for determining egg quality indicators and automatic sorting into categories]

Конструктивно установка выполнена в виде настольного модуля с роторным рабочим органом, на котором последовательно размещены зоны подачи, измерения и сортировки яиц.

Общий вид экспериментального образца машины и расположение основных узлов приведены на рисунке 2.



Рисунок 2. Общий вид многофункциональной машины

1 – каркас машины, 2 – стол основание с ячейками под категорию, 3 – электропривод с системой управления, 4 – барабан с каретками и тензометрическим модулем, 5 – модуль технического зрения, 6 – монитор для вывода интерфейса.

[Figure 2. General view of the multifunctional machine

1 – machine frame, 2 – base table with compartments for categories, 3 – electric drive with control system, 4 – drum with carriages and strain gauge module, 5 – machine vision module, 6 – monitor for interface display]

Рабочим органом машины является роторный барабан диаметром 420 мм, разделенный на десять равномерных секций. Каждая секция снабжена индивидуальным ложементом, обеспечивающим устойчивую фиксацию яйца и исключаяющим его вращение в процессе измерений. Применение роторного принципа транспортирования позволяет обеспечить компактную компоновку, уменьшить линейные размеры установки и реализовать циклический режим обработки с высокой повторяемостью позиций. [Alikhanov et al., 2019, 1319-1325]

Перемещение ротора осуществляется шаговым электродвигателем с цифровым управлением, обеспечивающим точность позиционирования не хуже $\pm 1,5^\circ$. Фиксация ротора в измерительных зонах осуществляется программным способом на основе сигналов обратной связи от энкодера. В каждой измерительной позиции реализована кратковременная остановка барабана длительностью 200–250 мс, достаточная для стабилизации сигнала тензометрического датчика и получения четкого изображения. [Молдажанов и др., 2021, 112-124]

Определение массы яйца выполнялось с использованием тензометрического датчика мостового типа, установленного под рабочей поверхностью в зоне взвешивания. Сигнал датчика усиливался с помощью прецизионного инструментального усилителя и оцифровывался 24-разрядным аналого-цифровым преобразователем. Для повышения стабильности сигнала применялась цифровая фильтрация с экспоненциальным сглаживанием.

Тарировка датчика выполнялась по стандартной методике с использованием эталонных гирь массой 40, 50, 60, 70, 80 и 90 г. Калибровочная характеристика аппроксимировалась линейной регрессионной зависимостью (1):

$$m = a \cdot U + b \quad (1)$$

где U – оцифрованный выходной сигнал тензодатчика; a и b – коэффициенты калибровки.

Средняя абсолютная погрешность измерения массы в рабочем диапазоне составила не более $\pm 1,5$ г, что соответствует требованиям действующих стандартов к сортировке товарных и инкубационных яиц.

Система машинного зрения включала цифровую камеру с матрицей CMOS и разрешени-

ем 1280×720 пикселей, установленную строго по нормали к рабочей поверхности. Для обеспечения устойчивости контраста использовалось кольцевое светодиодное освещение с диффузным рассеивателем и спектральной температурой 5500 К. Фоновая поверхность выполнена из матового полимерного материала нейтрального серого цвета.

Алгоритм обработки изображений реализован в среде Python с использованием библиотеки OpenCV и включает следующие этапы:

1. предварительную фильтрацию изображения и коррекцию яркости;
2. перевод изображения в оттенки серого;
3. адаптивную бинаризацию методом локального порогового разделения;
4. морфологическую обработку для удаления шумов;
5. выделение контура и аппроксимацию его параметров.

Блок-схема алгоритма обработки изображения и извлечения геометрических признаков приведена на рисунке 3.

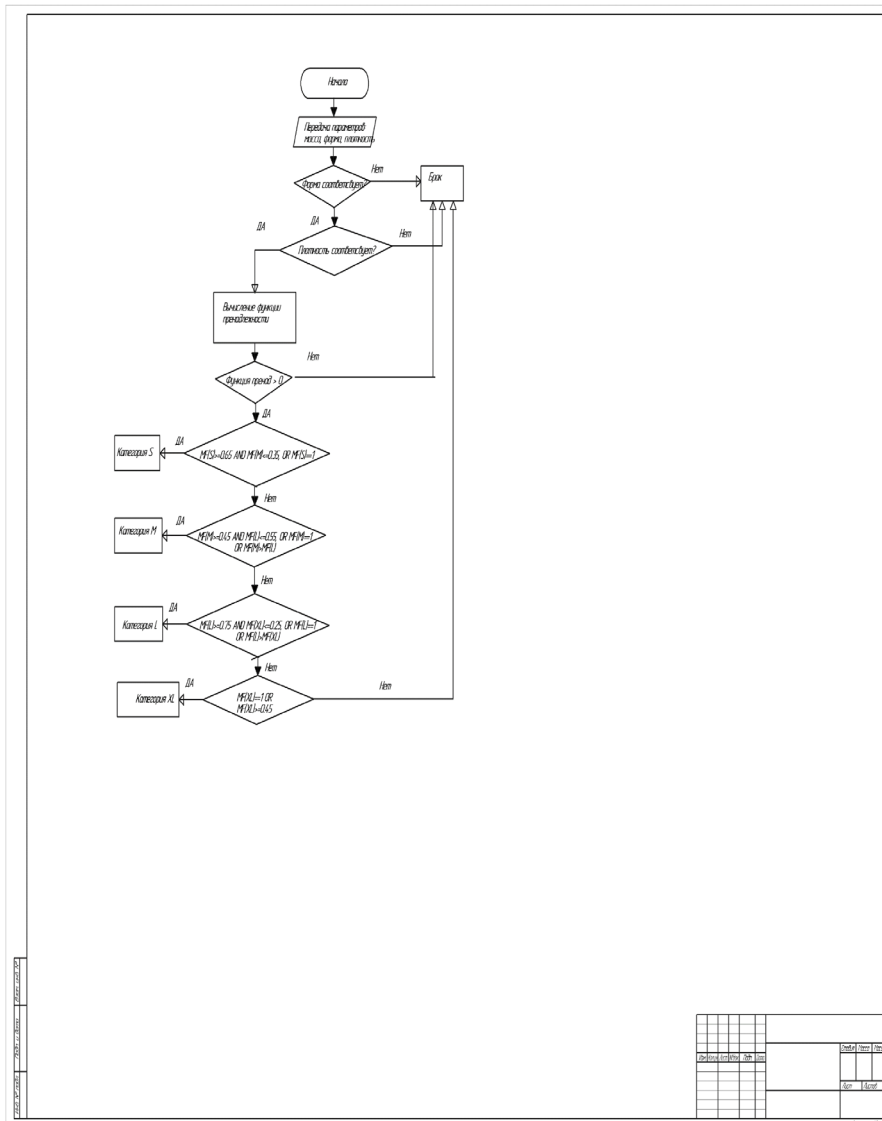


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма обработки изображений и извлечения геометрических параметров яйца

[Figure 3. Flow chart of the algorithm for image processing and extraction of geometric parameters of an egg]

После выделения контура определялись большой и малый диаметры яйца D и d , площадь продольного сечения S и периметр L . На основе этих величин вычислялись основные показатели формы. Индекс формы определялся выражением (2):

$$K_1 = (d / D) 100 \% \tag{2}$$

где d – малый диаметр яйца, мм; D – большой диаметр яйца, мм.

Для более объективной оценки формы использовался коэффициент формы (3):

$$K_2 = L^2 / (4\pi S) \tag{3}$$

где L – периметр продольного сечения, мм; S – площадь продольного сечения, мм².

Полученные значения K_1 и K_2 сравнивались с нормативными интервалами, установленными стандартами для инкубационных и товарных яиц.

Объем яйца вычислялся косвенным методом на основе геометрических параметров по выражению (4):

$$V = \pi \cdot S \cdot d / 6 \quad (4)$$

где V – объем яйца, см³; S – площадь продольного сечения, мм²; d – малый диаметр, мм.

Плотность яйца определялась как отношение измеренной массы к расчетному объему (5):

$$\rho = m / V \quad (5)$$

где ρ – плотность, г/см³; m – масса, г; V – объем, см³.

Для классификации яиц использовалась схема, согласованная с ГОСТ 31654–2012: категория S — 35–44,9 г, M — 45–54,9 г, L — 55–64,9 г, XL — 65 г и более. Яйца, не соответствующие требованиям по массе, форме или плотности, относились к отдельной категории как брак.

Автоматическая классификация выполнялась на основе алгоритма нечеткой логики. Для категорий S, M, L и XL были заданы трапецидальные функции принадлежности по массе, что обеспечило устойчивую классификацию, в том числе вблизи границ категорий. Функции принадлежности приведены на рисунке 4.

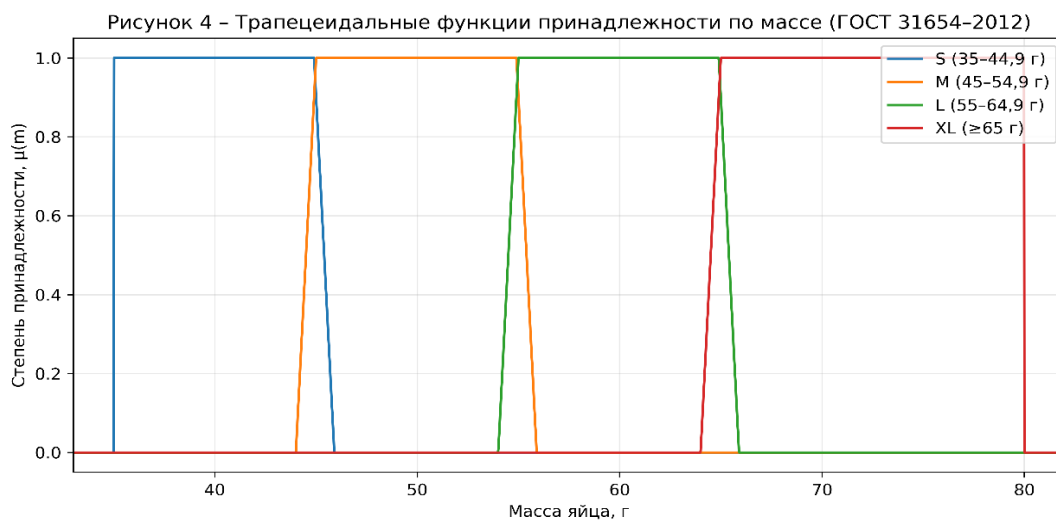


Рисунок 4. Трапецидальные функции принадлежности для классификации яиц по массовым категориям
[Figure 4. Trapezoidal membership functions for classifying eggs into mass categories]

Степень принадлежности $\mu_i(m)$ и $\mu_i(S)$ использовалась для вычисления интегральной вероятности (6):

$$P_i = \mu_i(m) \cdot \mu_i(S) \quad (6)$$

А окончательное решение принималось по правилу (7):

$$K = \arg \max_i P_i \quad (7)$$

Для оценки кондиционности по форме и плотности использовались лингвистические правила вида: «если K_1 и K_2 принадлежат допустимому интервалу и $\rho \geq \rho_{\min}$, то яйцо считается кондиционным».

Экспериментальные исследования проводились на макетном образце установки в лабораторных условиях. Выборка включала партии яиц различных массовых категорий. Для оценки точности геометрических измерений использовались контрольные измерения штангенциркулем и микрометром. Эталонная классификация выполнялась экспертами вручную.

В ходе экспериментов регистрировались: средняя абсолютная погрешность измерения массы Δm , относительная погрешность определения геометрических параметров $\Delta D/D$ и $\Delta d/d$, доля правильно классифицированных яиц η и производительность установки Q . Статистическая обработка выполнялась с использованием стандартных методов оценки среднего значения и доверительного интервала.

Результаты и обсуждение.

Экспериментальные исследования многофункциональной машины проводились с целью количественной оценки точности определения показателей качества, устойчивости алгоритмов классификации и производительности установки в условиях, приближенных к реальным производственным режимам. Основными оцениваемыми характеристиками являлись погрешность измерения массы, точность определения геометрических параметров, достоверность вычисления интегральных показателей (объема и плотности), а также эффективность алгоритмов сортировки по категориям.

В ходе испытаний установка функционировала в циклическом режиме с фиксированным временем обработки одного яйца. Средняя продолжительность одного цикла составила 0,9–1,0 с, что соответствует производительности до 3600 яиц в час. Применение роторного принципа транспортирования позволило обеспечить стабильность временных интервалов и высокую повторяемость позиционирования объекта в измерительных зонах. При этом не наблюдалось смещения яйца в ложементе, что положительно сказалось на воспроизводимости результатов измерений.

Результаты метрологической оценки основных измеряемых параметров представлены в таблице 1. Анализ экспериментальных данных показал, что средняя погрешность измерения массы не превышает $\pm 1,5$ г, а среднеквадратичное отклонение составляет 0,08 г. Относительная погрешность определения большого и малого диаметров не превышает 1,2 %, а погрешность вычисления площади продольного сечения составляет не более 1,8 %.

Таблица 1 – Погрешности измерения основных параметров яйца

Параметр	Диапазон значений	Средняя погрешность
Масса m , г	40–90	$\pm 1,5$ г.
Большой диаметр D , мм	52–64	1,1 %
Малый диаметр d , мм	40–48	1,2 %
Площадь S , мм ²	1600–2400	1,8 %
Плотность ρ , г/см ³	1,03–1,10	0,02 г/см ³

Полученные значения удовлетворяют требованиям действующих стандартов к сортировке товарных и инкубационных яиц и обеспечивают возможность надежного разделения яиц, находящихся вблизи границ массовых категорий. Сравнение результатов машинного зрения с контрольными измерениями штангенциркулем показало высокую корреляцию (коэффициент корреляции $r > 0,95$), что подтверждает достоверность извлекаемых признаков.

Эффективность автоматической сортировки оценивалась путем сопоставления результатов классификации с эталонной экспертной разметкой. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты автоматической сортировки яиц по категориям

Категория	Количество яиц	Правильно классифицировано	Точность, %
S	150	142	94,7
M	240	232	96,7
L	200	193	96,5
XL	110	105	95,5
Брак	60	55	91,7
Итого	760	727	95,7

Проведенный анализ показывает, что общая доля правильно классифицированных яиц превышает 95 %, что свидетельствует о высокой эффективности предложенного многокритериального подхода. Наибольшая точность достигается для категорий M и L, характеризующихся наибольшей представленностью в выборке.

Особое внимание уделялось анализу устойчивости алгоритмов классификации в пограничных зонах категорий. При использовании традиционных четких пороговых правил наблюдалась повышенная доля ошибочных решений, особенно в интервалах S–M и M–L. Применение нечеткой логики позволило существенно повысить устойчивость классификации.

На рисунке 5 приведено сравнение точности сортировки при использовании четкой и нечеткой логики.

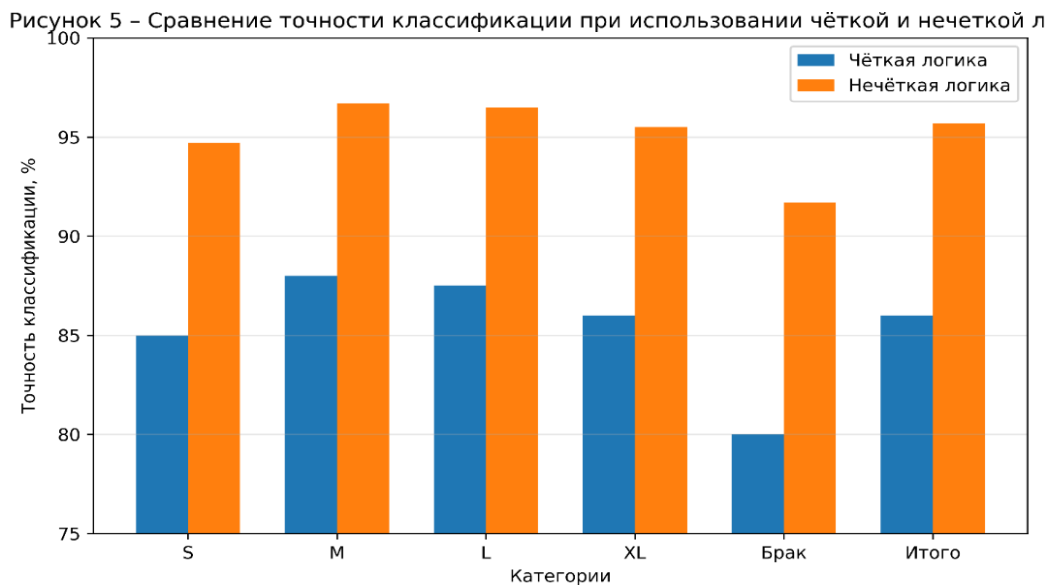


Рисунок 5. Сравнение точности классификации при использовании четкой и нечеткой логики
[Figure 5. Comparison of classification accuracy using crisp and fuzzy logi]

Установлено, что доля правильно классифицированных яиц при применении нечеткой логики увеличивается на 15–20 % по сравнению с алгоритмами четкой логики, а количество яиц, ошибочно отнесенных к соседним категориям, уменьшается более чем в два раза. Учет площади продольного сечения в качестве дополнительного признака позволил повысить достоверность классификации яиц на категории.

Полученные значения согласуются с литературными данными и подтверждают корректность примененного метода косвенной оценки объема и плотности.

Производственные испытания подтвердили возможность стабильной работы установки в непрерывном режиме в течение не менее 6 часов без деградации точности измерений и нарушения синхронизации исполнительных механизмов. Температурный дрейф тензометрического датчика не превышал 0,5 г/ч, а система машинного зрения демонстрировала устойчивость к незначительным изменениям освещенности и фона.

Сопоставление полученных результатов с данными литературных источников показывает, что установка по точности и функциональным возможностям сопоставима с современными лабораторными системами машинного зрения и превосходит большинство серийных промышленных сортировщиков, ориентированных исключительно на массовую классификацию. В отличие от известных решений, предложенная система обеспечивает одновременный учет массы, формы и плотности яйца в потоке, что расширяет возможности технологического контроля и селекционного отбора.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований подтверждают высокую эффективность предложенной многофункциональной машины и целесообразность ее внедрения в процессы технологического контроля и сортировки яиц.

Выводы.

1. На основании проведенных экспериментальных и теоретических исследований была подтверждена возможность реализации многокритериального неразрушающего контроля качества куриных яиц в условиях поточного технологического процесса. В отличие от традиционных методов сортировки, основанных преимущественно на одном параметре — массе яйца, предложенный подход предусматривает одновременный учёт совокупности показателей, включающих массу, геометрические размеры, объём и плотность. Такой комплексный анализ позволяет существенно повысить информативность оценки качества продукции, а также выявлять скрытые отклонения формы и структуры, которые не фиксируются при использовании исключительно весового контроля. Это особенно важно в условиях промышленного птицеводства, где требования к однородности и качеству продукции постоянно возрастают.

2. Экспериментально установлено, что разработанная многофункциональная машина, реализующая роторный принцип транспортирования, обеспечивает стабильную работу в поточном режи-

ме и высокую повторяемость результатов измерений. Конструктивное исполнение установки, основанное на модульной интеграции измерительных, оптико-электронных и вычислительных подсистем, позволило добиться оптимального соотношения между компактностью, функциональностью и производительностью. В ходе испытаний подтверждено, что система способна обеспечивать производительность до 3600 яиц в час при сохранении требуемых метрологических характеристик. При этом средняя абсолютная погрешность измерения массы не превышает $\pm 1,5$ г, а относительная погрешность определения геометрических параметров составляет не более 1,2%, что соответствует требованиям нормативных документов и подтверждает корректность выбранных технических решений.

3. Особое внимание в работе уделено применению алгоритмов нечеткой логики для решения задачи классификации яиц по массовым категориям. В отличие от традиционных алгоритмов, основанных на жестких пороговых значениях, нечеткие модели позволяют учитывать неопределенность измерений и естественную вариабельность биологических объектов. Проведенные исследования показали, что использование нечеткой логики – обеспечивает более устойчивое принятие решений в пограничных зонах категорий, где вероятность ошибки наиболее высока. В результате общая точность автоматической сортировки достигла 95,7%, что на 15–20% превышает показатели систем, использующих классические методы классификации. Это подтверждает эффективность применения интеллектуальных алгоритмов при обработке многопараметрической информации.

4. Дополнительно установлено, что использование методов машинного зрения и цифровой обработки изображений позволяет получать достоверные геометрические характеристики яйца без нарушения его целостности. Это открывает возможность внедрения разработанной системы не только в сортировочные линии товарных яиц, но и в технологические процессы, связанные с инкубацией, где сохранность продукта имеет критическое значение. Расчёт производных параметров, таких как объём и плотность, на основе измеряемых величин расширяет диагностические возможности системы и позволяет проводить более глубокий анализ качества продукции.

5. Полученные результаты свидетельствуют о высокой практической значимости разработанного решения. Предложенный многокритериальный интеллектуальный подход может быть эффективно использован при создании автоматизированных систем технологического контроля и сортировки яиц на птицефабриках различного уровня. Кроме того, универсальность применяемых методов и алгоритмов позволяет адаптировать данную систему для контроля качества других видов сельскохозяйственной продукции, требующих высокоточного и неразрушающего анализа.

REFERENCES

- Alikhanov J., Penchev S.M., Georgieva T.D., Moldazhanov A.K., Kulmakhambetova A.T., Shynybay Zh., Stefanov E., Daskalov P.I. (2019). Design and performance of an automatic egg sorting system based on computer vision. // TEM Journal. 2019. Pp. 1319–1325. <https://dx.doi.org/10.18421/TEM84-31>
- Dejian Dai, Tao Jiang, Wei Lu, Xuan Shen, Rui Xiu and Jingwei Zhang (2020). Nondestructive Detection for Egg Freshness Based on Hyperspectral Scattering Image Combined with Ensemble Learning. Sensors 2020. 20(19). 5484. <https://doi.org/10.3390/s20195484>
- Kunshan Yao, Jun Sun, Chen Chen, Min Xu, Xin Zhou, Yan Cao, Yan Tian (2022). Non-destructive detection of egg qualities based on hyperspectral imaging // Journal of Food Engineering. Volume 325. July 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111024>
- Moldazhanov A., Alikhanov D., Kulmakhambetova A., Zinchenko D., Azizov A. (2021). Metodika i rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy algoritma i programmy opredeleniya pokazatelei kachestva yaitsa na avtomatizirovannoi optiko-elektronnoi ustanovke // Izdenister Natigeler. 2021. No. 3 (91). Pp. 112–124. <https://doi.org/10.37884/3-2021/13> [in Russian]
- GOST 31654–2012. Yaytsa kurinye pishchevye. Tekhnicheskie usloviya. Mezhhgosudarstvennyi standart stran EES. https://prg.kz/document/?doc_id=31467698 [in Russ.]
- Intarakumthornchai T., Kesvarakul R. (2020). Double yolk eggs detection using fuzzy logic. PLOS ONE 15(11): e0241888. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241888>
- Omid M., Soltani M., Dehrouyeh M.H., Mohtasebi, S.S. & Ahmadi H. (2013). An expert egg grading system based on machine vision and artificial intelligence techniques // Journal of Food Engineering. 118(1). 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.03.019>
- Yang X., Bist R.B., Subedi S. & Chai L. (2023). A Computer Vision-Based Automatic System for Egg Grading and Defect Detection. Animals (Basel). <https://doi.org/10.3390/ani13142354>
- Shirmanova G.S., Neverov E.N., Vladimirov A.A., Osintsev A.M., Rudnev P.S. (2025). Razrabotka sistemy komp'yuternogo zreniya dlya nerazrushayushchey otsenki kachestva i klassifikatsii kurinykh yaitsa // Vestnik Omskogo GAU. 2025. No. 3. (59). <https://sciup.org/142245891> [in Russ.]
- Wang Q., Yang Z., Liu C., Sun R., Yue S. (2025). Research Progress on Non-Destructive Testing Technology and Equipment for Poultry Eggshell Quality. Foods. 2025. 14. 2223. <https://doi.org/10.3390/foods14132223>

Д.А. Зинченко – концептуализация исследования, методология, программное обеспечение, формальный анализ, визуализация, подготовка первоначального варианта рукописи.

Д.М. Алиханов – научное руководство, проверка результатов, валидация методик, рецензирование и редактирование рукописи.

А.К. Молдажанов – администрирование проекта, ресурсы, надзор, координация экспериментальных исследований.

А.А. Азизов – участие в экспериментальных исследованиях, сбор данных, техническая поддержка аппаратной части установки.

Т.Д. Георгиева – формальный анализ, проверка результатов, рецензирование и редактирование рукописи.

RESEARCH, RESULTS

SCIENTIFIC JOURNAL

ІЗДЕНІСТЕР, НӘТИЖЕЛЕР

ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

ИССЛЕДОВАНИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Құрылтайшысы және баспагері:

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КЕАҚ «Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым академиясы» КЕАҚ

Бас редактор

Күрішбаев Ақылбек Қажығұлұлы

Жауапты редактор

Мрзабаева Раушан Жалиевна

Компьютерде беттеген

Асанова Жадыра Миримхановна

Редакция мен баспаның мекен-жайы:

050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8

Журнал сайты: <https://journal.kaznaru.edu.kz/>

30.04.2026 ж.