



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ПРЕЗИДЕНТІНІҢ ЖАНЫНДАҒЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ

№04

ISSN 2304-3334
№04(112)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 ПРЕЗИДЕНТІНІҢ 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.112. 2026	28. No.112. 2026	Том 28. No.112. 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:

Akhylbek 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:

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

Nurzhhan 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)

Bakhytzhan 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)

Дуйсембеков 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 Айгүл 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 Айнура 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)

Мадиев 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 плодовоовощеводства»; (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 плодовоовощеводства, 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)
- Ливию 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

G.G. Gabit, D.M. Bekenov, J. Micinski THE INFLUENCE OF REPRODUCTION METHOD ON MEAT PRODUCTIVITY AND SLAUGHTER CHARACTERISTICS OF HEREFORD BULLS	8
K. Dossybayev, S. Dikhanbay, A.T. Kozhakhmet, U.A. Akhmetov ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF ADAI HORSE POPULATIONS BASED ON STR MARKERS	21
G.M. Zhumagaliyeva, B.K. Sansyzbayeva, R. Kadyken, A.D. Orakbayeva EARLY PRELIMINARY ASSESSMENT OF BREEDING QUALITIES OF SOUTH KAZAKH MERINO SHEEP	37
T.N. Karymsakov, A.A. Torehanov, B.B. Yergali, D.D. Atageldiyev ASSESSMENT OF THE BODY TYPE OF BREEDING BULL CALVES WHEN TESTING THEM FOR THEIR OWN PRODUCTIVITY	49

AGRICULTURE, AGROCHEMICAL, FEED PRODUCTION, AGROECOLOGICAL

Zh. Abilda, Z. Sapakhova, I. Isgandarov, I. Klein, M. Shamekova THE USE OF COMPUTATIONAL METHODS FOR MODELING WATER-SOIL EROSION: THE CASE OF UST-KAMENOGORSK	63
D.E. Yerzhan, A.K. Kurishbayev, V.I. Kiryushin, Zh.S. Almanova AGROECOLOGICAL VERIFICATION OF NDVI PRODUCTIVITY ZONES OF SOUTHERN CHERNOZEMS	74
M.M. Zhanzakov, K.A. Myrzabek, K.B. Begaliev, R.D. Nurymova TECHNOLOGY OF CULTIVATING AND PROPAGATING BANANAS RHIZOMES A POLYCARBONATE GREENHOUSE COMPLEX	90
G.N. Kairova, G.A. Suleimanova, A.N. Makhambetov, Recep Ay, G.Z. Zholdasbek PREVALENCE AND DEVELOPMENT CHARACTERISTICS OF THE ORIENTAL FRUIT MOTH (GRAPHOLITA MOLESTA (BUSCK)) IN THE SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN	104
M.T. Kumarbayeva, A.M. Kokhmetova, Zh.S. Keishilov, A.I. Kharipzhanova, N.M. Kovalenko FIELD EVALUATION OF KASIB WHEAT GERMPLASM FOR DROUGHT TOLERANCE IN KAZAKHSTAN	117
A.I. Sidorik, G.A. Zvyagin, K.P. Buzovskiy, A.D. Sidorik COMPARATIVE ASSESSMENT OF SPRING WHEAT RESPONSE TO FOLIAR TREATMENTS IN THE KOSTANAY REGION	129

WATER, LAND AND FOREST RESOURCES

G.L. Akhlibekov, S.A. Konarova, G.K. Ismailova, A.N. Aldiyarova GIS-BASED ASSESSMENT OF IRRIGATED AGRICULTURAL LAND PRODUCTIVITY USING SENTINEL-2 NDVI, ESBK, AND FDEI INDICATORS: A CASE STUDY OF SARYAGASH DISTRICT, TURKESTAN REGION, KAZAKHSTAN	146
N.M. Ashimkhan, A.K. Igembaeva, A.N. Zhildikbaeva, R. Puziene ANALYSIS OF THE SYSTEM OF EFFECTIVE USE OF AGRICULTURAL LAND IN ALMATY REGION BASED ON GEOINFORMATION TECHNOLOGY	157
A.M. Yermenbay, A.Zh. Zhakibaeva, G.E. Tukeshova, A.M. Jabassov, A.K. Alimgazina JUSTIFICATION FOR THE CREATION OF LARGE UNDERGROUND RESERVOIRS IN CENTRAL KAZAKHSTAN USING MANAGED AQUIFER RECHARGE	168
B.I. Nurmukhambetova, Ye.Zh. Murtazim, S.R. Tazhiyev, M.Zh. Akynbayeva ON THE EFFICIENT EXTRACTION OF LITHIUM FROM NATURAL BRINES	179
A. Tangirbergenova, K. Kaliyeva, Sh. Kapar, Zh. Zhakupova EFFICIENCY OF PHYSICOCHEMICAL METHODS FOR IMPROVING WELL WATER QUALITY	191
D.A. Tlesh, B. Khalkhabay APPLICATION OF SLOW SAND FILTRATION FOR PROVIDING DRINKING WATER IN SMALL SETTLEMENTS	200

AGRICULTURE MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION

K. Kalym, Sh.T. Duisenova, S.T. Demesova, A.K. Zhunusova EXPERIMENTAL EQUIPMENT FOR STORING SOYBEAN GRAINS WITH ACTIVE VENTILATION	208
D. Karmanov, Zh. Zhumagulov, Y. Sarkynov, R. Kassimova ENGINEERING OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A ROTARY UNIT FOR PRE-SOWING SOIL TILLAGE AND SEED SOWING FOR SOILS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN	221

МАЗМҰНЫ

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

Г.Ғ. Ғабит, Д.М. Бекенов, Ян Мичинский ГЕРЕФОРД ТҰҚЫМДЫ БҰҚАШЫҚТАРДЫҢ ЕТ ӨНІМДІЛІГІ МЕН СОЙЫС САПАСЫНА КӨБЕЮ ӘДІСІНІҢ ӘСЕРІ	8
К.Ж. Досыбаев, С. Диханбай, А.Т. Қожахмет, У.А. Ахметов STR МАРКЕРЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ АДАЙ ЖЫЛҚЫСЫ ПОПУЛЯЦИЯЛАРЫНЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ӨРТҮРЛІЛІГІ МЕН ПОПУЛЯЦИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН БАҒАЛАУ	21
Г.М. Жумағалиева, Б.Қ. Сансызбаева, Р. Қадыкен, А.Д. Орақбаева ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚ МЕРИНОС ҚОЙ ТҰҚЫМЫНЫҢ АСЫЛ ТҰҚЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕРТЕ ЖАСТАН АЛДЫН АЛА БАҒАЛАУ	37
Т.Н. Карымсаков, А.А. Төреханов, Б.Б. Ерғали, Д.Д. Атагелдиев ӨНІМДІЛІГІН СЫНАУ КЕЗІНДЕ ӨСІРУГЕ АРНАЛҒАН БҰҚА ТӨЛДЕРІНІҢ ДЕНЕ БІТІМІН БАҒАЛАУ	49

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ, АГРОХИМИЯ, АЗЫҚ ӨНДІРУ, АГРОЭКОЛОГИЯ

Ж. Әбілда, З. Сапахова, И. Игандаров, И. Кляйн, М. Шамекова ӨСКЕМЕН ҚАЛАСЫ МЫСАЛЫНДА СУ ТОПЫРАҚ ЭРОЗИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУДІҢ ЕСЕПТІК ӘДІСТЕМЕЛЕРІН ҚОЛДАНУ	63
Д.Е. Ержан, А.К. Қуришбаев, В.И. Кирюшин, Ж.С. Алманова ОҢТҮСТІК ҚАРА ТОПЫРАҚТАРДАҒЫ NDVI БОЙЫНША ӨНІМДІЛІК АЙМАҚТАРЫН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ВЕРИФИКАЦИЯЛАУ	74
М.М. Жанзақов, К.А. Мырзабек, Қ.Б. Бегалиев, Р.Д. Нұрымова БАНАН ӨСІМДІГІН ПОЛИКАРБОНАТТЫ ЖЫЛЫЖАЙДА ӨСІРУ ЖӘНЕ ТАМЫРӨСКІНІМЕН КӨБЕЙТУ	90
Г.Н. Каирова, Г.А. Сулейманова, Ә.Н. Махамбетов, Реджеп Ай, Г.Ж. Жолдасбек ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ЖЕМІС ЖЕМІРІНІҢ (GRAPHOLITA MOLESTA (BUSCK)) ТАРАЛУЫ МЕН ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	104
М.Т. Кумарбаева, А.М. Кохметова, Ж.С. Кеишилов, А.І. Харіпжанова, Н.М. Коваленко ҚАЗАҚСТАНДА КАСИБ БИДАЙ КОЛЛЕКЦИЯСЫНЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚҚА ТӨЗІМДІЛІГІН ДАЛАЛЫҚ БАҒАЛАУ	117
А.И. Сидорик, Г.А. Звягин, К.П. Бузовский, А.Д. Сидорик ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНДА ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫҢ ЖАПЫРАҚТЫҚ ӨНДЕУЛЕРГЕ ЖАУАП РЕАКЦИЯСЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ	129

СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ

Ғ.Л. Ахилбеков, С.А. Конарова, Г.К. Исмаилова, А.Е. Алдиярова SENTINEL-2 NDVI, ESBK ЖӘНЕ FDEI КӨРСЕТКІШТЕРІ НЕГІЗІНДЕ СУАРМАЛЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖЕРЛЕРІНІҢ ӨНІМДІЛІГІН ГАЖ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ: ТҮРКІСТАН ОБЛЫСЫ САРЫАҒАШ АУДАНЫ МЫСАЛЫНДА	146
Н.М. Әшімхан, А.К. Игембаева, А.Н. Жилдикбаева, Р. Пузнене ГЕОАКПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ НЕГІЗІНДЕ АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНДАҒЫ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ	157
А.М. Ерменбай, А.Ж. Жакибаева, Г.Е. Тукешова, А.М. Джабасов, А.К. Әлімғазина ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДА ЖАСАНДЫ ТОЛЫҚТЫРУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ІРІ ЖЕР АСТЫ СУ ҚОЙМАЛАРЫН ҚҰРУДЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ	168
Б.И. Нұрмұхамбетова, Е.Ж. Мұртазин, С.Р. Тажиев, М.Ж. Акынбаева ТАБИҒИ ТҮЗДЫ СУЛАРДАН ЛИТИЙДІҢ ТИІМДІ АЛУ ТУРАЛЫ	179
А.С. Тангирбергенова, К.Е. Калиева, Ш.К. Капар, Ж.З. Жакупова ҚҰДЫҚ СУЫНЫҢ САПАСЫН ЖАҚСARTУДА ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІ	191
Д.Ә. Тлеш, Б. Халхабай ШАҒЫН ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ АУЫЗ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН БАЯУ ҚҰМДЫ СҮЗГІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ	200

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ

К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, С.Т. Демесова, А.К. Жунусова БЕЛСЕНДІ ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕСІ БАР СОЯ ДӨНДЕРІН САҚТАУҒА АРНАЛҒАН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЖАБДЫҚ	208
Д.К. Карманов, Ж.Б. Жумагулов, Е. Саркынов, Р.М. Касимова ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ӨНІРІНІҢ ТОПЫРАҚТАРЫНА АРНАЛҒАН ЕГІС АЛДЫНДАҒЫ ТОПЫРАҚ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТҰҚЫМ СЕ- БУГЕ АРНАЛҒАН РОТОРЛЫ АГРЕГАТТЫ ИНЖЕНЕРЛІК ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ	221

СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

Г.Г. Ғабит, Д.М. Бекенов, Ян Мичинский ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВОСПРОИЗВОДСТВА НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА БЫЧКОВ ГЕРЕФОРДСКОЙ ПОРОДЫ	8
К.Ж. Досыбаев, С. Диханбай, А.Т. Кожамет, У.А. Ахметов ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ ЛОШАДЕЙ ПОРОДЫ АДАЙ НА ОСНОВЕ STR-МАРКЕРОВ	21
Г.М. Жумагалеева, Б.Қ. Сансызбаева, Р. Қадыкен, А.Д. Орақбаева РАННЯЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЛЕМЕННЫХ КАЧЕСТВ ОВЕЦ ЮЖНО-КАЗАХСКОЙ МЕРИНОСНОЙ ПОРОДЫ	37
Т.Н. Карымсаков, А.А. Тореханов, Б.Б. Ергали, Д.Д. Атагелдиев ОЦЕНКА ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ РЕМОНТНЫХ БЫЧКОВ ПРИ ИСПЫТАНИИ ПО СОБСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ	49

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, АГРОЭКОЛОГИЯ

Ж. Абилда, З. Сапахова, И. Исгандаров, И. Кляйн, М. Шамекова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДНОЙ ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ НА ПРИМЕРЕ Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСК	63
Д.Е. Ержан, А.К. Куришбаев, В.И. Кирюшин, Ж.С. Алманова АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ NDVI-ЗОН ПРОДУКТИВНОСТИ ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ	74
М.М. Жанзаков, К.А. Мырзабек, К.Б. Бегалиев, Р.Д. Нурымова ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И РАЗМНОЖЕНИЯ БАНАНА КОРНЕВИЩАМИ В ПОЛИКАРБОНАТНОМ ТЕПЛИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ	90
Г.Н. Каирова, Г.А. Сулейманова, А.Н. Махамбетов, Реджеп Ай, Г.Ж. Жолдасбек РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНОЙ ПЛОДОЖОРКИ (GRAPNOLITA MOLESTA (BUSCK)) НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА	104
М.Т. Кумарбаева, А.М. Кохметова, Ж.С. Кеншилов, А.І. Харіпжанова, Н.М. Коваленко ПОЛЕВАЯ ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ КОЛЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ КАСИБ В КАЗАХСТАНЕ	117
А.И. Сидорик, Г.А. Звягин, К.П. Бузовский, А.Д. Сидорик СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОТКЛИКА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЛИСТОВЫЕ ОБРАБОТКИ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ...	129

ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

Ғ.Л. Ахилбеков, С.А. Конарова, Г.К. Исмаилова, А.Е. Алдиярова ГИС-ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ОСНОВЕ ИНДИКАТОРОВ SENTINEL-2 NDVI, ESBK И FDEI: НА ПРИМЕРЕ САРЯГАШСКОГО РАЙОНА ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	146
Н.М. Әшімхан, А.К. Игембаева, А.Н. Жилдикбаева, Р. Пузиене АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	157
А.М. Ерменбай, А.Ж. Жакибаева, Г.Е. Тукешова, А.М. Джабасов, А.К. Алимгазина ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ КРУПНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ	168
Б.И. Нурмухамбетова, Е.Ж. Муртазин, С.Р. Тажиев, М.Ж. Акынбаева ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИЗВЛЕЧЕНИИ ЛИТИЯ ИЗ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ	179
А.С. Тангирбергенова, К.Е. Калиева, Ш.К. Капар, Ж.З. Жакупова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОЛОДЕЗНОЙ ВОДЫ	191
Д.Ә. Тлеш, Б. Халхабай ПРИМЕНЕНИЕ МЕДЛЕННОЙ ПЕСЧАНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	200

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К. Калым, Ш.Т. Дуйсенова, С.Т. Демесова, А.К. Жунусова ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СОЕВЫХ ЗЕРЕН С АКТИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ	208
Д.К. Карманов, Ж.Б. Жумагулов, Е. Саркынов, Р.М. Касимова ИНЖЕНЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА СЕМЯН ДЛЯ ПОЧВ ЮЖНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА	221



D. Karmanov, Zh. Zhumagulov, Y. Sarkynov, R. Kassimova*

NAO «Kazakh National Agrarian Research University», Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz

ENGINEERING OPTIMIZATION AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A ROTARY UNIT FOR PRE-SOWING SOIL TILLAGE AND SEED SOWING FOR SOILS OF SOUTHERN KAZAKHSTAN

Karmanov Darkhan, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, Almaty, Abaya ave., 8

E-mail: karmanov.darkhan@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0924-5234>;

Zhumagulov Zhandos, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, Almaty, Abaya ave., 8

E-mail: zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1813-902X>;

Sarkynov Yerbol, Candidate of Technical Sciences, Professor, Senior Lecturer, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, 050010, Almaty, Abaya ave., 8

E-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6412-7153>;

Kassimova Rezvangul, Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer, NJSC «Kazakh National Agrarian Research University», Kazakhstan, 050010, Almaty, Abaya ave., 8

E-mail: rezvangul.kassimova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-1855-2846>.

Abstract. Pre-sowing soil tillage under irrigated agriculture conditions is characterized by high energy intensity and significant mechanical impact on the soil structure of the southern region. The soil cover of Southern Kazakhstan is predominantly represented by dark chestnut, chestnut, as well as brown and grey-brown soils located south of the chestnut zone and occupying about 120 million hectares (44 % of the republic's territory). The low humus content (1.0–2.0 %) determines their weak structure and increased sensitivity to intensive mechanical treatment; therefore, efficient farming in this zone is mainly possible under irrigation and the use of resource-saving technologies. The paper presents the results of engineering optimization and experimental studies of a rotary unit designed to simultaneously perform pre-sowing soil tillage and seed sowing in a single technological pass. The study includes analytical modeling of the interaction between working bodies and soil, optimization of geometric parameters of rotary blades, and comparative field tests of an experimental prototype (FS-2.1). A rational blade installation angle of 54–56° has been established, ensuring a reduction in the specific cutting area by approximately 22 % and a decrease in soil resistance to tillage. Field tests demonstrated the formation of a high-quality seedbed: the content of aggregates smaller than 25 mm reached 85.2 %, while the deviation in surface leveling did not exceed 5 mm. Compared with the conventional multi-pass technology, reductions in draft resistance, fuel consumption, and total energy costs by 38 %, 43 %, and 54.5 %, respectively, were recorded. The obtained results confirm that optimization of the parameters of rotary working bodies and the integration of tillage and sowing operations ensure improved energy efficiency of the technological process without deterioration of agrotechnical indicators. The developed unit can serve as a basis for the implementation of resource-saving crop cultivation technologies under irrigated conditions of Southern Kazakhstan and similar agro-climatic zones.

Keywords: rotary unit; pre-sowing soil tillage; seed sowing; optimization of working bodies; energy efficiency; irrigated agriculture; chestnut, brown and grey-brown soils

For citation: Karmanov D.K., Zhumagulov Zh.B., Sarkynov Y., Kassimova R.M. (2026). Engineering

Optimization and Experimental Investigation of a Rotary Unit for Pre-Sowing Soil Tillage and Seed Sowing for Soils of Southern Kazakhstan // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 4. Number 112. Pp. 221–233. <https://doi.org/10.37884/4-2026/18> [In Russ.].

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

Д.К. Карманов, Ж.Б. Жумагулов, Е. Саркынов, Р.М. Касимова*

«Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Алматы, Қазақстан.

E-mail: zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН Өңірінің топырақтарына арналған егіс алдындағы топырақ өңдеу және тұқым себуге арналған роторлы агрегатты инженерлік оңтайландыру және эксперименттік зерттеу

Карманов Дархан Кабдыкалыкович, техника ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: karmanov.darkhan@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0924-5234>;

Жумагулов Жандос Боранбаевич, техника ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1813-902X>;

Саркынов Ербол, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6412-7153>;

Касимова Резвангуль Меретаевна, техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ, Қазақстан, 050010, Алматы, Абай даңғылы, 8

E-mail: rezvangul.kassimova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-1855-2846>.

Аннотация. Суармалы егіншілік жағдайында егіс алдындағы топырақ өңдеу жоғары энергия сыйымдылығымен және оңтүстік аймақтың топырақ құрылымына елеулі механикалық әсерімен сипатталады. Оңтүстік Қазақстанның топырақ жамылғысы негізінен қара-қоңыр, қоңыр, сондай-ақ қоңыр және сұр-қоңыр топырақтардан тұрады, олар қоңыр топырақтардың оңтүстігінде орналасқан және республика аумағының шамамен 120 млн гектарын (44 %) қамтиды. Гумус мөлшерінің төмендігі (1,0–2,0 %) олардың құрылымының әлсіздігін және қарқынды механикалық өңдеуге жоғары сезімталдығын анықтайды, осыған байланысты аталған аймақта тиімді егіншілік негізінен суару және ресурсты үнемдейтін технологияларды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Жұмыста бір технологиялық өтуде топырақты егіс алдындағы өңдеу мен тұқым себуді қатар орындауға арналған роторлы агрегатты инженерлік оңтайландыру және эксперименттік зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеу жұмыс органдарының топырақпен өзара әрекеттесуін аналитикалық модельдеуді, роторлы пышақтардың геометриялық параметрлерін оңтайландыруды және тәжірибелік үлгінің (ФС-2,1) салыстырмалы далалық сынақтарын қамтиды. Пышақтарды орнатудың тиімді бұрышы 54–56° екені анықталды, бұл кесу алаңының меншікті шамамен 22 %-ға төмендеуін және топырақтың өңдеуге кедергісінің азаюын қамтамасыз етеді. Далалық сынақтар сапалы себу төсегінің қалыптасуын көрсетті: өлшемі 25 мм-ден кіші агрегаттардың үлесі 85,2 %-ды құрады, ал беткі қабаттың тегістігінің ауытқуы 5 мм-ден аспады. Дәстүрлі көп өтімді технологиямен салыстырғанда тарту кедергісі, отын шығыны және жалпы энергетикалық шығындар тиісінше 38 %, 43 % және 54,5 %-ға төмендегені анықталды. Алынған нәтижелер роторлы жұмыс органдары параметрлерін оңтайландыру және топырақ өңдеу мен себу операцияларын біріктіру агротехникалық көрсеткіштерді нашарлатпай, технологиялық үдерістің энергия тиімділігін арттыруды қамтамасыз ететінін дәлелдейді. Өзірленген агрегат Оңтүстік Қазақстанның суармалы егіншілік жағдайында және ұқсас табиғи-климаттық аймақтарда ресурсты үнемдейтін технологияларды енгізудің негізі бола алады.

Түйін сөздер: роторлы агрегат; егіс алдындағы топырақ өңдеу; тұқым себу; жұмыс органдарын оңтайландыру; энергия тиімділігі; суармалы егіншілік; қоңыр, қара-қоңыр, қоңыр және сұр-қоңыр топырақтар

Дәйексөз үшін: Карманов Д.К., Жумагулов Ж.Б., Саркынов Е., Касимова Р.М. (2026). Оңтүстік

Қазақстан өңірінің топырақтарына арналған егіс алдындағы топырақ өңдеу және тұқым себуге арналған роторлы агрегатты инженерлік оңтайландыру және эксперименттік зерттеу // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 4. Number 112. Pp. 221–233. <https://doi.org/10.37884/4-2026/18> [In Russ.].

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

Д.К. Карманов, Ж.Б. Жумагулов, Е. Саркынов, Р.М. Касимова*

НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Алматы, Казахстан.

E-mail: zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz

ИНЖЕНЕРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОТОРНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА СЕМЯН ДЛЯ ПОЧВ ЮЖНОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

Карманов Дархан Кабдыкалыкович, кандидат технических наук, старший преподаватель, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, пр. Абая, 8

E-mail: karmanov.darkhan@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-0924-5234>;

Жумагулов Жандос Боранбаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, пр. Абая, 8

E-mail: zhandos.zhumagulov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0003-1813-902X>;

Саркынов Ербол, кандидат технических наук, профессор, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, пр. Абая, 8

E-mail: yerbol.sarkynov@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6412-7153>;

Касимова Резвангуль Меретаевна, магистр технических наук, старший преподаватель, НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский университет», Казахстан, 050010, Алматы, пр. Абая, 8

E-mail: rezvangul.kassimova@kaznaru.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-1855-2846>.

Аннотация. Предпосевная обработка почвы в условиях орошаемого земледелия характеризуется высокой энергоёмкостью и значительным механическим воздействием на почвенную структуру южного региона. Почвенный покров Южного Казахстана представлен преимущественно тёмно-каштановыми, каштановыми, а также бурыми и серо-бурыми почвами, расположенными южнее каштановых и занимающими около 120 млн га (44 % территории республики). Низкое содержание гумуса (1,0–2,0 %) обуславливает их слабую структурность и повышенную чувствительность к интенсивной механической обработке, в связи с чем эффективное земледелие в данной зоне возможно главным образом при орошении и применении ресурсосберегающих технологий. В работе представлены результаты инженерной оптимизации и экспериментальных исследований роторного агрегата, предназначенного для совмещённого выполнения предпосевной обработки почвы и посева семян за один технологический проход. Исследование включает аналитическое моделирование взаимодействия рабочих органов с почвой, оптимизацию геометрических параметров роторных ножей и сравнительные полевые испытания экспериментального образца (ФС-2,1). Установлен рациональный угол установки ножей 54–56°, обеспечивающий снижение удельной площади резания примерно на 22 % и уменьшение сопротивления почвы обработке. Полевые испытания показали формирование качественного посевного ложа: содержание агрегатов размером менее 25 мм составило 85,2 %, отклонение выравниваемости поверхности не превышало 5 мм. По сравнению с традиционной многопроходной технологией зафиксировано снижение тягового сопротивления, расхода топлива и суммарных энергетических затрат соответственно на 38 %, 43 % и 54,5 %. Полученные результаты подтверждают, что оптимизация параметров роторных рабочих органов и совмещение операций обработки почвы и посева обеспечивают повышение энергоэффективности технологического процесса без ухудшения агротехнических показателей. Разработанный агрегат может служить основой для внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях орошаемого земледелия Южного Казахстана и аналогичных

природно-климатических зон.

Ключевые слова: роторный агрегат; предпосевная обработка почвы; посев семян; оптимизация рабочих органов; энергоэффективность; орошаемое земледелие; каштановые, бурые и серо-бурые почвы

Для цитирования: Карманов Д.К., Жумагулов Ж.Б., Саркынов Е., Касымова Р.М. (2026). Инженерная оптимизация и экспериментальное исследование роторного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева семян для почв Южного региона Казахстана // Research, results – Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Vol. 28. Is. 4. Number 112. Pp. 221–233. <https://doi.org/10.37884/4-2026/18> [In Russ.].

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Работа выполнена при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP08052321 «Разработка ресурсосберегающего комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева семян на орошаемых землях Южного региона Казахстана», а также проекты № AP32715643 и № AP32715817).

Авторы выражают благодарность: ТОО «Научно-производственный центр Агроинженерии» – за изготовление экспериментальных образцов;

ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства» – за предоставление опытных полей и содействие в проведении испытаний;

инженерам, техникам и специалистам, участвовавшим в изготовлении, обслуживании и сборе экспериментальных данных.

Введение.

Предпосевная обработка почвы является одной из наиболее энергоёмких технологических операций в системах орошаемого земледелия. В традиционной практике подготовка поля выполняется в несколько этапов, включающих основную обработку, предпосевное рыхление, выравнивание поверхности и последующий посев. Многократное прохождение агрегатов по одному и тому же участку, особенно в условиях увлажнённой почвы, приводит к повторному уплотнению пахотного слоя, разрушению природной структуры и возрастанию энергетических затрат. Повторяющееся механическое воздействие на почвенный профиль сопровождается увеличением тягового сопротивления, расхода топлива и общего уровня техногенной нагрузки на агроландшафт [Карманов, 2022a: 25–41; Chatkin, 2022: 539–551; Mohammad, 2015: 11–22].

Для южных регионов Казахстана – Туркестанской, Жамбылской, Кызылординской и Алматинской областей – указанные проблемы приобретают особую актуальность в связи со специфическими почвенно-климатическими условиями. Орошаемое земледелие здесь преимущественно развивается на серозёмных почвах, которые характеризуются сложным пространственным строением и нередко образуют мозаичные сочетания со светло-каштановыми суглинистыми разновидностями, солонцеватыми включениями и другими интразональными образованиями. Такая неоднородность обуславливает значительные колебания физических и механических характеристик – плотности сложения, сцепления частиц, сопротивления сдвигу. В результате работа почвообрабатывающих машин сопровождается нестабильными нагрузками, ухудшением качества крошения и избыточным потреблением энергии при использовании традиционных технологий обработки [Mohammad, 2015: 11–22; Gribanovsky и др., 2017: 1307–1316].

В последние годы в качестве альтернативы многопроходным схемам всё более активно рассматриваются технологии совмещённой обработки почвы и посева, выполняемые за один технологический проход. Их применение позволяет уменьшить суммарное механическое воздействие на почву, сократить количество проходов техники и, как следствие, снизить энергетические и эксплуатационные затраты. Результаты ряда исследований свидетельствуют о заметном уменьшении расхода топлива и повышении производственной эффективности при интеграции операций обработки и посева в единый процесс [Karmanov, 2022b: 45–52; Karmanov, 2022c: 64–72; Karmanov и др., 2022: 108–119]. Вместе с тем значительная часть существующих комбинированных машин разрабатывалась для агрегатирования с тракторами высокой мощности и проектировалась на основе преимущественно эмпирического подбора параметров рабочих органов. Это ограничивает их применение в условиях орошаемых агро-систем Центральной Азии, где широко используются тракторы средней тяговой категории и требуется

более щадящее воздействие на почву [Karmanov, 2022с: 64–72; Karmanov и др., 2022: 108–119].

Одним из перспективных направлений совершенствования предпосевной подготовки является использование роторных рабочих органов, способных эффективно формировать мелкокомковатую структуру почвы даже на связных и увлажнённых грунтах. Однако энергетические показатели таких органов в значительной степени определяются их геометрическими и кинематическими параметрами – формой ножа, углом его установки, скоростным режимом взаимодействия с почвой. Исследования в области механики резания почвы показывают, что изменение ориентации ножа и траектории его движения существенно влияет на характер разрушения почвенного массива, величину реакционных усилий и потребность в крутящем моменте [Dubrovsky, 2021: 47–56; Chen, 2019: 104335; Sakai, 2008: 187–198; Sudhakar, 2012: 1–7]. Несмотря на это, количественная взаимосвязь между параметрами роторных рабочих органов, локализацией зоны обработки и энергетической эффективностью комбинированных агрегатов остаётся недостаточно изученной.

Таким образом, существует необходимость в разработке научно обоснованных подходов к проектированию почвообрабатывающе-посевных машин, учитывающих не только технологические требования, но и закономерности механического взаимодействия системы «рабочий орган – почвенная среда». Инженерная новизна настоящего исследования заключается в установлении количественной зависимости между геометрией роторных ножей, механикой процесса резания почвы и энергетическими характеристиками технологической системы в условиях орошения. В отличие от традиционных эмпирических методов проектирования предложенный подход основан на сочетании аналитической оптимизации параметров рабочих органов с последующей экспериментальной проверкой в полевых условиях, что обеспечивает воспроизводимость полученных решений и возможность их адаптации к малогабаритным комбинированным агрегатам для фермерских хозяйств, агрегируемого с тракторами класса тяги 0,6...1,4 кН. [Sakai, 2008: 187–198; Wang, 2014: 467–476; Zhang, 2019: 100–109; Bernatsky, 1985: 145–162].

Исходя из обозначенной научно-технической проблемы, целью работы является разработка и экспериментальное обоснование комбинированного роторного агрегата для выполнения предпосевной обработки почвы и посева семян за один проход. Для достижения этой цели использованы методы аналитического моделирования взаимодействия рабочих органов с почвой, инженерной оптимизации конструктивных параметров и сравнительной полевой оценки эффективности агрегата в условиях орошаемых почв Южного Казахстана.

Материалы и методы.

Инженерная концепция и конструкция экспериментального образца.

Комбинированный агрегат разработан на основе системного инженерного подхода, направленного на снижение совокупного механического воздействия на почву, энергозатрат и металлоёмкости при выполнении предпосевных операций в условиях орошения. Ключевая идея заключалась в интеграции роторной обработки почвы и точного высева в рамках однопроходного технологического процесса с полосным воздействием, при котором интенсивная механическая обработка ограничивается исключительно зонами размещения рядков.

Принятая конструктивная схема (рисунок 1) представляет собой навесной агрегат с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. Основными элементами конструкции являются сварная прямоугольная рама (7), редуктор (2) для передачи мощности, высевающий аппарат катушечного типа (4) и активная роторная фрезерная секция (3). Фрезерная секция оснащена двумя роторами с Г-образными ножами, каждый из которых работает в пределах заданной ширины обрабатываемой полосы. Роторы закрыты защитным кожухом. Регулирование глубины обработки осуществляется системой опорных колёс (8), а уплотнение почвы после посева обеспечивается двумя прикатывающими колёсами (6). Передача мощности от ВОМ трактора осуществляется через карданный вал (1) к редуктору (2), после чего посредством цепных передач (5) вращение распределяется на роторные рабочие органы и механизм дозирования семян.

Рабочая глубина обработки регулируется опорными колёсами, установленными на раме, что обеспечивает устойчивое заглубление рабочих органов при изменяющемся сопротивлении почвы. Уплотнение почвы после высева осуществляется прикатывающими колёсами, расположенными непосредственно за высевающими аппаратами. Передача мощности осуществляется от ВОМ трактора к редуктору, а затем через цепные передачи распределяется на роторные барабаны и механизмы высева,

обеспечивая кинематическую согласованность процессов обработки почвы и размещения семян.

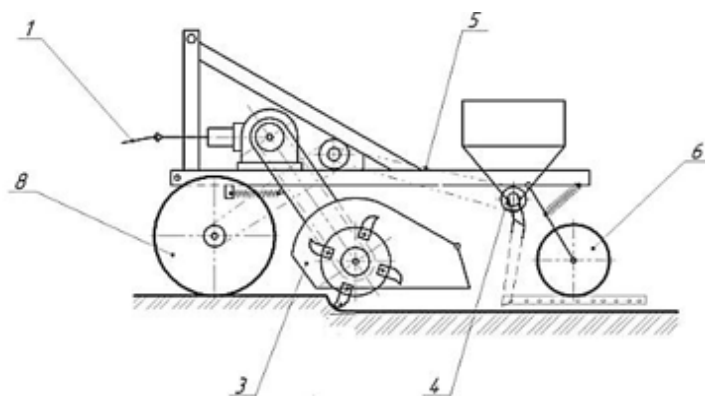


Рис. 1. Схема компоновки комбинированного агрегата для полосной обработки почвы и посева семян. Основные элементы: (1) карданная передача от вала отбора мощности (ВОМ), (2) редуктор, (3) роторная почвообрабатывающая секция с Г-образными ножами, (4) высевной аппарат точного высева, (5) цепная передача, (6) прикатывающее колесо, (7) несущая рама, (8) опорное (копирующее) колесо.

[Fig. 1. Layout diagram of a combined unit for strip tillage and seed sowing. Main components: (1) power take-off (PTO) shaft drive; (2) gearbox; (3) rotary tillage section with L-shaped blades; (4) precision seed metering unit; (5) chain drive; (6) press wheel; (7) supporting frame; (8) gauge (depth-control) wheel].

Техническая характеристика экспериментального образца.

Опытный образец FS-2.1 изготовлен в соответствии с утверждённой конструкторской документацией и адаптирован для работы с тракторами малой тяговой мощности, широко применяемыми в системах орошаемого земледелия Южного Казахстана [Karmanov, 2022b: 45–52; Karmanov, 2022c: 64–72; Karmanov и др., 2022: 108–119].

Таблица 1. Основные технические характеристики комбинированного агрегата FS-2.1.

Параметры	Значение
Тип машины	Комбинированный агрегат для полосной обработки почвы и посева с приводом от ВОМ
Обозначение модели	ФС-2,1
Общая рабочая ширина захвата (м)	2,1
Количество полос роторной обработки	4
Рабочая ширина одной полосы (м)	0,35
Диапазон глубины роторной обработки (м)	0,08–0,16
Диапазон глубины заделки семян (м)	0,07–0,10
Регулируемое междурядье (м)	0,35–0,70
Рабочая скорость (км·ч ⁻¹)	до 8
Теоретическая производительность (га·ч ⁻¹)	до 2,4
Требуемая мощность трактора (кВт)	≥59
Полная масса (кг)	920

Все эксплуатационные показатели, представленные в разделе 3, получены при использовании конфигурации агрегата ФС-2,1, приведённой в таблице 1.



Рис. 2. Экспериментальный образец (FS-2.1).

Experimental prototype (FS-2.1).]

Теоретические предпосылки и оптимизация геометрии роторных ножей.

Оптимизация геометрии роторных ножей основывалась на аналитической модели резания почвы, учитывающей механические свойства орошаемых серозёмных почв и кинематические параметры роторной обработки [Karmanov, 2022с: 64–72]. Анализ был направлен на определение толщины срезаемой стружки почвы, удельной площади резания и последовательности взаимодействия ножа с почвой.

Удельная площадь резания определялась следующим выражением:

$$A_B = \frac{b \cdot h}{\sin \alpha} \quad (1)$$

где

b – ширина ножа,

h – глубина обработки,

α – угол установки ножа.

Параметрический анализ показал, что увеличение угла α способствует переходу к срезающему (скалывающему) механизму разрушения почвы, что приводит к уменьшению эффективной площади резания и снижению энергозатрат. Оптимальный угол установки ножа составляет $54\text{--}56^\circ$, при котором расчётное снижение удельной площади резания достигает примерно 22 %.

Модель взаимодействия «почва–нож» и кинематические ограничения.

Для обеспечения устойчивого крошения почвы и предотвращения её накопления под роторным барабаном было составлено уравнение равновесия сил, действующих на элемент почвенной стружки при взаимодействии с ножом. Условие, предотвращающее перенос частиц почвы вперёд по ходу вращения, выражается следующим соотношением [Karmanov, 2022b: 45–52; Karmanov, 2022с: 64–72]:

$$mg \sin(\alpha - \varepsilon_0) > f[m\omega^2 R \cos \varepsilon_0 + g \cos(\alpha - \varepsilon_0)] + mR\omega^2 \sin \varepsilon_0 \quad (2)$$

где:

f – коэффициент трения почвы о поверхность ножа;

M – масса элемента почвенной стружки (кг);

ω – угловая скорость вращения барабана (рад/с);

ε_0 – задний угол ножа (град);

R – радиус барабана (м).

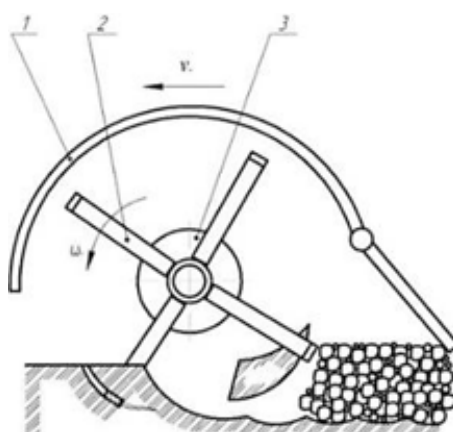


Рис. 3. Схема процесса резания почвы роторными рабочими органами: защитный кожух, Г-образные ножи, роторный барабан, угловая скорость и поступательная скорость движения агрегата.

[Fig. 3. Schematic of the soil cutting process by rotary working elements: protective guard, L-shaped blades, rotary drum, angular velocity ω , and forward travel velocity v of the unit].

Решение данного неравенства позволяет определить предельную частоту вращения, обеспечивающую эффективный выброс почвы и устойчивые условия резания. На основании проведенного анализа оптимальный угол установки ножей принят равным $54\text{--}56^\circ$, что обеспечивает стабильную работу агрегата при поступательной скорости $1,5\text{--}3,0 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$.

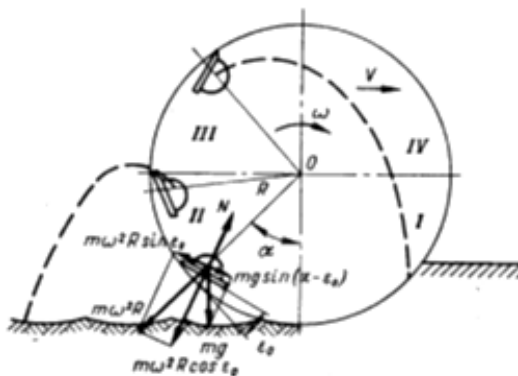


Рис. 4. Силы, действующие на элемент почвенной стружки при взаимодействии с ножом: сила тяжести (); центробежная сила (); нормальная реакция (реакция опоры); сила трения ().

[Fig. 4. Forces acting on an element of the soil slice during interaction with the blade: G – gravitational force ($G = mg$); F_C – centrifugal force ($F_C = mR\omega^2$); N – normal reaction (support force); F – friction force ($F = fN$)].

Декомпозиция потребляемой мощности.

Суммарная потребляемая мощность роторного почвообрабатывающего агрегата была проанализирована по составляющим элементам:

$$N = N_P + N_{eject} \pm N_{lift} + N_{roll} + N_{trans} \quad (3)$$

где:

N_P – мощность, затрачиваемая на резание почвы (кВт);

N_{eject} – мощность, затрачиваемая на отбрасывание (выброс) почвы (кВт);

N_{lift} – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления (кВт);

N_{roll} – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению (кВт);

N_{roll} – потери мощности в трансмиссии (кВт);

Мощность, затрачиваемая на резание почвы, определялась по выражению:

$$N_P = \frac{1}{75} k_P \alpha B v \quad (4)$$

где:

$k_P = 0.25 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$ (коэффициент резания);

B – рабочая ширина (м);

α – глубина обработки (м);

v – поступательная скорость (м/с);

Мощность, затрачиваемая на выброс почвы:

$$N_{отб} = \frac{1}{75} k_{eject} \alpha B v^3 \lambda^2 \quad (5)$$

где:

$k_{eject} = 0.00015 \text{ kN} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-4}$ (коэффициент выброса).

1.6. Место проведения эксперимента и почвенные условия

Полевые эксперименты были проведены в вегетационный период 2021 года на опытных полях Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства. Экспериментальный

участок является типичным для условий орошаемого земледелия Южного Казахстана.

Почва относится к орошаемым серозёмам, представленным светло-каштановыми суглинистыми разновидностями. На момент проведения испытаний пахотный слой (0–0,20 м) находился в уплотнённом предпосевном состоянии.

Таблица 2. Физические показатели почвы на экспериментальном участке (среднее значение $\pm$ стандартное отклонение).

Параметры	Значение
Тип почвы	Орошаемый серозём (светло-каштановый суглинок)
Глубина отбора проб (м)	0–0,20
Влажность почвы (%)	13.4 ± 1.5
Сопротивление проникновению (МПа)	0.8 ± 0.1
Состояние поверхности	Уплотнённое, после полива

Схема эксперимента и методика измерений.

Эффективность однопроходной системы ФС-2,1 оценивалась в сравнении с традиционной многопроходной технологией, включающей последовательное выполнение основной обработки почвы, предпосевной подготовки, выравнивания поверхности и посева пропашной сеялкой.

Эксперимент был проведён по схеме рандомизированных блоков с четырёхкратной повторностью. Каждая опытная делянка соответствовала одному полному технологическому проходу агрегата по выбранной технологии.

Измеряемые показатели включали тяговое сопротивление, расход топлива, суммарные энергетические затраты, гранулометрический состав почвенных агрегатов, отклонение выравниваемости поверхности, а также точность глубины заделки и равномерность размещения семян.

Статистическая обработка данных.

Все экспериментальные данные представлены в виде среднего значения $\pm$ стандартного отклонения. Различия между вариантами оценивали с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) при уровне доверительной вероятности 95 % (. Статистическая обработка результатов выполнялась в соответствии с требованиями действующих нормативных документов (ГОСТ).

Результаты.

Теоретическое обоснование и конструктивные параметры.

Аналитическое моделирование подтвердило, что оптимизированная геометрия роторных ножей обеспечивает устойчивое резание почвы и снижение пиковых реакционных нагрузок в условиях орошаемых серозёмных почв. Переход от традиционного угла установки ножей (40°) к оптимальному диапазону $54\text{--}56^\circ$ привёл к снижению удельной площади резания примерно на 22 % (рисунок 2). Такое уменьшение способствует преобладанию срезающего механизма разрушения почвы и ограничивает одновременное взаимодействие нескольких ножей с почвой, что снижает колебания крутящего момента.

Модель взаимодействия «почва-нож» (рисунок 3) показала, что последовательное вхождение ножей в почву обеспечивает равномерное формирование почвенной стружки и плавную передачу энергии по окружности роторного барабана. Анализ сил, действующих на элемент почвенной стружки (рисунок 4), показал, что при оптимальном угле установки ножей и рабочих скоростях сила тяжести превышает центробежную и силы трения, предотвращая накопление почвы под роторным барабаном. Полученные аналитические результаты формируют механистическое объяснение снижения тягового сопротивления и потребляемой мощности, зафиксированного в полевых испытаниях.

Все аналитические результаты, приведённые в данном разделе, соответствуют физическим свойствам почвы, представленным в таблице 2.

Полевые показатели работы и качество формирования посевного ложа.

Все приведённые ниже эксплуатационные показатели получены при использовании конфигурации FS-2.1, указанной в таблице 1. Стабильность рабочей глубины и отсутствие подпочвенных гребней обусловлены конструктивной схемой агрегата (рисунок 1), в которой опорные колёса и полосные роторные секции объединены в жёсткой раме. Полевые наблюдения подтвердили устойчивую работу без забивания, чрезмерных вибраций и накопления почвы на роторных барабанах (рисунок 2).

Роторная система полосной обработки обеспечила устойчивую среднюю глубину обработки $0,14 \pm 0,01$ м, тогда как традиционная многопроходная технология характеризовалась большей вариабельностью глубины ($0,15 \pm 0,02$ м). Анализ структуры почвы показал, что $85,2 \pm 2,8$ % агрегатов, сформированных при однопроходной обработке, имели размер менее 25 мм, тогда как при традиционной технологии этот показатель составил $65,3 \pm 3,5$ % (таблица 3). Отклонение выравненности поверхности при использовании системы FS-2.1 не превышало 5 мм, в то время как для традиционной технологии фиксировались отклонения в пределах 15–25 мм.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что предложенная однопроходная технология полностью соответствует и превосходит агротехнические требования к предпосевной подготовке почвы в условиях орошаемого земледелия.

Таблица 3. Показатели качества обработки почвы.

Параметры	Однопроходная система	Традиционная система	Норматив
Средняя глубина обработки, м	0.14 ± 0.01	0.15 ± 0.02	0.12–0.16
Содержание агрегатов размером менее 25 мм, %	85.2 ± 2.8	65.3 ± 3.5	>80*
Отклонение выравненности поверхности, мм	<5	15–25	<10*
Наличие подпочвенных гребней	Отсутствуют	Наблюдаются	Отсутствуют

Типичные агротехнические требования к точному посеву.

Тяговое сопротивление, расход топлива и энергетические затраты.

Измеренное тяговое сопротивление для системы FS-2.1 составило в среднем $5,2 \pm 0,4$ кН, что на 38 % ниже по сравнению с традиционной технологией ($8,4 \pm 0,6$ кН). Данное снижение согласуется с перераспределением сил, предсказанным моделью взаимодействия «почва–нож» (рисунок 4), которая ограничивает пиковые нормальные нагрузки и силы трения, действующие на ножи.

Удельный расход топлива снизился с $16,4 \pm 1,2$ кг·га⁻¹ при традиционной технологии до $9,3 \pm 0,8$ кг·га⁻¹ при однопроходной системе, что соответствует сокращению на 43 %. Суммарные энергетические затраты уменьшились с 1275 ± 98 МДж·га⁻¹ до 580 ± 45 МДж·га⁻¹, обеспечив общее энергосбережение на уровне 54,5 % (таблица 4).

Таблица 4. Сравнительные показатели энергетической эффективности.

Показатели	Традиционная система	Комбинированный агрегат	Улучшение
Тяговая нагрузка, кН	8.4 ± 0.6	5.2 ± 0.4	–38%
Расход топлива, кг·га ⁻¹	16.4 ± 1.2	9.3 ± 0.8	–43%
Требуемая мощность, кВт	62 ± 4	39 ± 3	–37%
Энергозатраты, МДж·га ⁻¹	1275 ± 98	580 ± 45	–54.5%

Совокупное снижение тяговой нагрузки, расхода топлива и суммарных энергетических затрат подтверждает, что аналитическая оптимизация геометрии роторных ножей непосредственно обеспечила измеримый энергетический эффект в полевых условиях.

Качество посева, экономическая эффективность и надёжность.

Несмотря на значительное снижение энергопотребления, система FS-2.1 обеспечила высокое качество посева. Коэффициент вариации (CV) распределения семян составил 8,4%, а равномерность глубины заделки достигла 92,3 %. Эти значения соответствуют рекомендуемым нормативам для точного посева овощных культур в условиях орошаемого земледелия.

Производные показатели «энергия–качество».

Для обеспечения сопоставимости результатов с другими исследованиями были рассчитаны дополнительные производные показатели. Пересчёт расхода топлива в энергетический эквивалент (плотность дизельного топлива – $0,84$ кг·л⁻¹; низшая теплота сгорания – $35,8$ МДж·л⁻¹) показал снижение энергетических затрат топлива примерно с 699 МДж·га⁻¹ для традиционной технологии до 396 МДж·га⁻¹ для системы FS-2.1.

Экономический анализ показал благоприятное соотношение «затраты–эффект» на уровне 1:1,75 и срок окупаемости менее двух лет для орошаемого хозяйства площадью 100 га. Оценка надёжности показала, что средняя наработка на отказ превышает 180 ч, а коэффициент технической готовности

составляет 0,96 (таблица 5).

Таблица 5. Показатели качества посева, экономической эффективности и надёжности системы FS-2.1 при однократной роторной обработке почвы и посеве в условиях орошения.

Показатели	Единица измерения	FS-2.1 (однократная система)
Коэффициент вариации распределения семян	%	8.4
Равномерность глубины заделки семян	%	92.3
Соотношение «затраты–эффект»	–	1:1.75
Срок окупаемости	год	<2
Средняя наработка на отказ (MTBF)	час	>180
Коэффициент эксплуатационной готовности	–	0.96

Энергоёмкость, приходящаяся на 1% почвенных агрегатов размером менее 25 мм, снизилась с 19,53 до 6,81 МДж·га⁻¹·%⁻¹, что соответствует улучшению на 65 %. Интегральный показатель «качество–энергия» увеличился приблизительно в 2,9 раза, что свидетельствует о существенно более рациональном соотношении между качеством формирования посевного ложа и энергозатратами при использовании оптимизированной однократной системы.

Обсуждение результатов.

Результаты исследования показывают, что наблюдаемое снижение тягового сопротивления, расхода топлива и суммарных энергетических затрат обусловлено именно конструктивной оптимизацией роторной системы обработки, а не упрощением технологического процесса. Аналитическое уменьшение удельной площади резания за счёт оптимизации геометрии установки ножей даёт механистическое объяснение энергетических преимуществ, выявленных в полевых условиях. Аналогичные зависимости между геометрией ножа и сопротивлением почвы отмечались и в классических теориях роторной обработки, а также в экспериментальных исследованиях взаимодействия «почва–рабочий орган».

Снижение удельной площади резания примерно на 22 % изменило доминирующий механизм разрушения почвы – от сжимающего к срезающему. Это привело к уменьшению пиковых реакционных нагрузок на отдельные ножи и ограничению их одновременного контакта с почвой по окружности ротора, что стабилизировало потребность в крутящем моменте. Согласованность аналитических расчётов и полевых измерений подтверждает адекватность предложенной модели взаимодействия «почва–нож» для условий орошаемых серозёмов.

По сравнению с ранее разработанными комбинированными агрегатами, обеспечивающими экономии энергии в пределах 20–40 %, снижение суммарных энергозатрат, достигнутое системой FS-2.1, является более значительным. Это объясняется сочетанием двух инженерных принципов:

локализация интенсивного механического воздействия на почву в отдельных полосах, совпадающих с рядами культур;

аналитическая оптимизация геометрии рабочих органов на основе механики почв, а не эмпирического подбора параметров.

Полосная обработка позволяет снизить энергозатраты и деградацию почвы при сохранении агрономической эффективности. В данном исследовании энергетический выигрыш был достигнут без ухудшения качества посевного ложа и точности высева.

Особенно важна эффективность системы в условиях орошаемых серозёмов, склонных к повторному уплотнению при сплошной многократной обработке. Снижение объёма обрабатываемой почвы и ограничение нагрузок вне зоны развития корневой системы уменьшают вторичное уплотнение и сохраняют благоприятные условия для развития растений. Это соответствует современным мировым тенденциям перехода к ресурсосберегающим и прецизионным технологиям обработки.

С инженерной точки зрения полученные результаты подчёркивают необходимость интеграции аналитического моделирования в процесс проектирования сельскохозяйственных машин. Совпадение расчётных силовых и энергетических параметров с экспериментальными данными подтверждает эффективность прогностических инженерных методов, которые могут быть адаптированы к различным типам почв и классам тракторов путём корректировки геометрических и кинематических параметров.

Экономические и эксплуатационные показатели также подтверждают практическую применимость разработки. Благоприятное соотношение «затраты–эффект» и высокий коэффициент готовности

свидетельствуют о возможности промышленного внедрения агрегата, что особенно актуально для регионов с ограниченной энергообеспеченностью и высокой стоимостью топлива.

Следует отметить и ограничения исследования. Испытания проводились в диапазоне почвенно-влажностных условий, характерных для серозёмной зоны орошения. Для окончательной универсализации методики необходимы дополнительные исследования на других типах почв, при различных уровнях растительных остатков и в разных севооборотах. Долговременное влияние на структуру почвы, содержание органического вещества и стабильность урожайности также требует дальнейшего изучения.

В целом результаты показывают, что целенаправленная оптимизация роторных рабочих органов в сочетании с полосной обработкой является технически обоснованным путём снижения энергозатрат при сохранении агрономической эффективности.

Выводы.

В работе разработан и экспериментально обоснован комбинированный роторный агрегат для однопроходной предпосевной обработки почвы и посева семян, адаптированный к условиям орошаемых почв Южного Казахстана. Исследование объединило аналитическое моделирование взаимодействия «почва–нож», инженерную оптимизацию конструкции и полевую проверку.

В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований разработан и обоснован комбинированный роторный агрегат FS-2.1, предназначенный для выполнения предпосевной обработки почвы и посева семян за один технологический проход в условиях орошаемого земледелия Южного Казахстана. Полученные результаты подтверждают актуальность перехода от традиционных многопроходных технологий к ресурсосберегающим однопроходным технологическим схемам, позволяющим снизить энергетические затраты, уменьшить механическое воздействие на почву и повысить эффективность использования машинно-тракторного парка.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке аналитического подхода к обоснованию параметров роторных рабочих органов с учетом механики взаимодействия системы «почва – нож». Установлено, что геометрические параметры ножей оказывают существенное влияние на характер разрушения почвенного пласта, величину удельной площади резания, реакционные нагрузки и потребляемую мощность агрегата. Проведенный анализ позволил определить рациональный угол установки Г-образных ножей в диапазоне 54–56°, при котором обеспечивается переход от преимущественно деформационного механизма разрушения почвы к более эффективному срезающему механизму. Это позволило снизить удельную площадь резания примерно на 22 %, что является одним из ключевых факторов уменьшения энергоемкости технологического процесса.

Экспериментальные исследования подтвердили достоверность теоретических предпосылок. При работе агрегата FS-2.1 в условиях орошаемых сероземных и светлокаштановых суглинистых почв Южного Казахстана обеспечено формирование качественного посевного ложа, соответствующего агротехническим требованиям. Содержание почвенных агрегатов размером менее 25 мм составило 85,2 %, тогда как при традиционной технологии данный показатель составил 65,3 %. Отклонение выравнинности поверхности при использовании разработанного агрегата не превышало 5 мм, что свидетельствует о высокой стабильности технологического процесса и возможности обеспечения благоприятных условий для равномерного прорастания семян.

Наиболее значимый практический результат исследования заключается в существенном снижении энергетических показателей по сравнению с традиционной многопроходной технологией. Тяговое сопротивление агрегата снизилось с 8,4 до 5,2 кН, что соответствует уменьшению на 38 %. Удельный расход топлива сократился с 16,4 до 9,3 кг·га⁻¹, то есть на 43 %. Суммарные энергетические затраты уменьшились с 1275 до 580 МДж·га⁻¹, что обеспечивает энергосбережение на уровне 54,5 %. Данные показатели доказывают, что снижение энергозатрат достигается не за счет ухудшения качества обработки, а за счет рационального сочетания полосного воздействия на почву, оптимизированной геометрии рабочих органов и совмещения операций обработки почвы и посева.

Практическая значимость разработанного агрегата состоит в возможности его применения в фермерских и сельскохозяйственных хозяйствах Туркестанской, Жамбылской, Кызылординской и Алматинской областей, где широко распространено орошаемое земледелие и имеются почвы, чувствительные к многократному механическому воздействию. Использование агрегата FS-2.1 позволяет сократить количество технологических операций, уменьшить уплотнение пахотного слоя, снизить расход

горюче-смазочных материалов, повысить производительность труда и уменьшить эксплуатационные затраты. Экономическая оценка показала благоприятное соотношение «затраты–эффект» на уровне 1:1,75, а срок окупаемости агрегата составляет менее двух лет при использовании в орошаемом хозяйстве площадью около 100 га.

Качество посева также подтвердило эффективность предлагаемой конструкции. Коэффициент вариации распределения семян составил 8,4 %, а равномерность глубины заделки семян достигла 92,3 (%). Эти показатели соответствуют требованиям точного посева и позволяют рассматривать агрегат FS-2.1 не только как почвообрабатывающее, но и как полноценное почвообрабатывающе-посевное средство для внедрения ресурсосберегающих технологий.

Следует отметить, что проведенные исследования выполнялись в конкретных почвенноклиматических условиях Южного Казахстана, поэтому дальнейшие работы целесообразно направить на расширение зоны испытаний, проверку агрегата на различных типах почв, оценку влияния технологии на урожайность сельскохозяйственных культур, структуру почвы и содержание органического вещества в долгосрочной перспективе. Перспективным направлением дальнейших исследований является также оснащение агрегата элементами цифрового мониторинга, датчиками глубины обработки, системами контроля тягового сопротивления и адаптивного регулирования режимов работы.

Таким образом, разработанный комбинированный роторный агрегат FS-2.1 является технически и экономически обоснованным решением для ресурсосберегающей предпосевной обработки почвы и посева семян. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании новых малотяговых комбинированных агрегатов, модернизации существующих почвообрабатывающе-посевных машин и внедрении энергоэффективных технологий в условиях орошаемого земледелия Казахстана.

REFERENCES

- Bernatsky G. (1985). Theoretical foundations of rotary tillage machine design // *Agricultural Engineering Research*. 42. 145–162.
- Chatkin M.N., Fedorov S.Ye. (2022). Evaluating the operational efficiency of a combined tillage cultivator // *Engineering Technologies and Systems*. 32. 539–551. <https://doi.org/10.15507/2658-4123.032.202204.539-551>
- Chen Y., Zhang H., Wang J. (2019). Soil physical properties and maize yield under different tillage practices: A comparison of disc ploughing, chisel ploughing and rotary tillage. *Soil and Tillage Research*. 194. 104335. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104335>
- Dubrovsky V., Belyaev V. (2021). Improving the efficiency of combined tillage and sowing units with active working bodies. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 64. 47–56.
- Gribanovsky A., Rzaliyev A., Goloborodko V., Karmanov D.K., Bekmukhametov S., Sagyndykova A. (2017). Revisiting the choice of the sowing system of broad-cut seeders // *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 12. 1307–1316. Available online: <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-85020175335>
- Karmanov D.K. (2022). Itogovyy otchyot 2020–2022. po nauchnomu proektu GF-2020–2022: AP08052321 «Razrabotka resursosberegayushhego kombinirovannogo agregata dlya predposevnoy obrabotki pochvy i poseva semyan na oroshaemykh zemlyakh YUzhnogo regiona Kazakhstana». — A.: Nauchno-proizvodstvennyy tsentr agroinzhenerii.
- Karmanov D.K., Begaly D.K., Isimov N.T., Beknazarov D.R., Sejpataliev O.E. (2022). Razrabotka malogabaritnogo kombinirovannogo agregata dlya predposevnoy obrabotki pochvy i poseva semyan v usloviyakh yugo-vostochnogo regiona Kazakhstana // *Vestnik VKTU*. №4. 108–119. ISSN: 1561–4212
- Karmanov D.K. et al. (2022). Design and theoretical analysis of a combined strip-till seeder for vegetable crops. *Advanced Engineering Science*. 2. 45–52. Available online: <http://advancedengineeringsscience.com/article/473.html>
- Karmanov D.K. et al. (2022). Test results of the FS-2.1 experimental sample of the combined unit for pre-sowing tillage and seed sowing in the conditions of the southern region of Kazakhstan // *Research, results*. № 3 (95). ISSN 2304-3334. 64–72 R.
- Mohammad R.A., Alireza A. (2015). Soil properties and crop yield under different tillage methods for rapeseed cultivation in paddy fields // *Journal of Agricultural Sciences*. 60. 11–22. <https://doi.org/10.2298/JAS1501011A>
- Rzaliyev A.S., Karmanov D.K., Sopov Yu.V. (2020). Tillage implement with step-by-step adjustment of soil tillage depth. Patent RK. No. 34512. 20. November 2020.
- Sakai K., Hoshino S., Yamada K. (2008). Analysis of reaction forces and moment on a rotary tiller // *Journal of Terramechanics*. 45. 187–198. <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2008.07.003>
- Sudhakar K., Reddy B.S., Kumar M.V. (2012). Development and evaluation of a combined tillage and seeding machine for dryland crops // *Journal of Agricultural Engineering*. 2012. 49. 1–7.
- Wang X., Zhang H., Wang J. (2014). Development and application of combined tillage and seeding machines in China // *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2014. 16. 467–476.
- Yuzbashev V.A. Experimental determination of soil cutting coefficients for rotary implements. *Soil and Tillage Research* 1990. 17. 89–104. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(90\)90009-M](https://doi.org/10.1016/0167-1987(90)90009-M)
- Zhang Z., Li Y., Wang X. (2019). Optimization design and experiment of a combined tillage and seeding machine for wheat // *Journal of Agricultural Machinery*. 2019. 50. 100–109.

Карманов Дархан Кабдыкалыкович — концептуализация, написание и редактирование текста.

Жұмагулов Жандос Боранбаевич — курирование данных, проведение экспериментов, ресурсы.

Саркынов Ербол — проведение экспериментов, сбор данных.

Касимова Резвангуль Меретаевна — проведение экспериментов, сбор данных.

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/>

29.08.2026 ж.