

ХҒТАР 06.52; 68.75; 37.23.29

ӨОЖ 332.1

<https://doi.org/10.52269/NTDG2541237>

АГРАРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ КЛИМАТТЫҢ ӨЗГЕРУІНЕ БЕЙІМДЕЛУ СТРАТЕГИЯЛАРЫН ЭКОНОМИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕУ

Исмуратова Г.С.* – экономика ғылымдарының докторы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Ахметқали Т.А. – Ph.D докторанты, экономика және қаржы кафедрасының аға оқытушысы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Тобылов Қ.Т. – экономика ғылымдарының кандидаты, бухгалтер есеп және басқару кафедрасының аға оқытушысы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Мақалада қазіргі климаттық өзгерістердің және олардың салдарының кешенді экономикалық талдауы ұсынылған. Климаттық өзгерістердің үдей түсуі жағдайында ауыл шаруашылығы өндірістік үдерістердің белгісіздігінің артуымен сипатталады, бұл аграрлық сектордың тұрақтылығын арттыруға бағытталған ғылыми негізделген бейімделу стратегияларын қалыптастыруды талап етеді. Осы зерттеудің мақсаты – материалдық-техникалық базаны жаңғырту және өндірістік үдерістерді оңтайландыру негізінде ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеу стратегиясын әзірлеу және оның экономикалық негіздемесін жасау.

Зерттеу нысаны – климаттық трансформация жағдайындағы Қостанай облысының ауыл шаруашылығы өндірісі.

Зерттеу пәні – ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеудің экономикалық тетіктері мен құралдары.

Жұмыста климаттық факторлардың агротехникалық іс-шараларды жүргізу мерзімдеріне және ауыл шаруашылығы өндірісінің экономикалық нәтижелеріне ықпалы талданған. Өндірістік тәуекелдерді төмендетуді және аграрлық жүйелердің тұрақтылығын арттыруды қамтамасыз ететін бейімделудің негізгі құралы ретінде машина-трактор паркін жаңартудың тиімділігін бағалауға ерекше назар аударылған. Зерттеу барысында экономикалық-статистикалық талдау, салыстырмалы бағалау, экономикалық-математикалық модельдеу және сценарийлік болжау әдістері қолданылған.

Алынған нәтижелер жоғары өнімді ауыл шаруашылығы техникасын енгізу егіс және жинау жұмыстарын жүргізу мерзімдерін едәуір қысқартуға, қолайсыз климаттық факторлардың теріс әсерін барынша азайтуға және өндірістің экономикалық қайтарымын арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Техниканы жаңартудың капитал сыйымдылығы жоғары болғанына қарамастан, бұл құралдың елеулі бейімделу әлеуетіне ие екендігі және жүйелі мемлекеттік қолдауды талап ететіні негізделген.

Зерттеу нәтижелері ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеу бойынша өңірлік бағдарламаларды әзірлеу кезінде, сондай-ақ аграрлық секторды мемлекеттік қолдау тетіктерін қалыптастыруда пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: климаттық өзгерістер, ауыл шаруашылығы, экономикалық тұрақтылық, бейімделу стратегиялары, аграрлық экономика, климаттық тәуекелдер, машина-трактор паркі, дәнді дақылдарды өсіру технологиясы.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ АДАПТАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРАРНЫХ СИСТЕМ

Исмуратова Г.С.* – доктор экономических наук, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Ахметқали Т.А. – докторант PhD, старший преподаватель кафедры экономики и финансов, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Тобылов К.Т. – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и управления, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

В статье представлен комплексный экономический анализ текущих климатических изменений и их последствия. В условиях нарастающих климатических изменений сельское хозяйство сталкивается с возрастающей неопределённостью производственных процессов, что требует

формирования научно обоснованных адаптационных стратегий, ориентированных на повышение устойчивости аграрного сектора. Целью настоящего исследования является разработка и экономическое обоснование стратегии адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям на основе модернизации материально-технической базы и оптимизации производственных процессов. Объект исследования: сельскохозяйственное производство Костанайской области в условиях климатической трансформации. Предмет исследования: экономические механизмы и инструменты адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям.

В работе проведён анализ влияния климатических факторов на сроки проведения агротехнических мероприятий и экономические результаты сельскохозяйственного производства. Особое внимание уделено оценке эффективности обновления машинно-тракторного парка как ключевого инструмента адаптации, обеспечивающего сокращение производственных рисков и повышение устойчивости аграрных систем. В исследовании использованы методы экономико-статистического анализа, сравнительной оценки, экономико-математического моделирования и сценарного прогнозирования.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что внедрение высокопроизводительной сельскохозяйственной техники позволяет существенно сократить сроки проведения посевных и уборочных работ, минимизировать негативное воздействие неблагоприятных климатических факторов и повысить экономическую отдачу производства. Обосновано, что, несмотря на высокую капиталоемкость обновления техники, данный инструмент обладает значительным адаптационным потенциалом и требует системной государственной поддержки.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке региональных программ адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям, а также при формировании механизмов государственной поддержки аграрного сектора.

Ключевые слова: климатические изменения, сельское хозяйство, экономическая устойчивость, адаптационные стратегии, аграрная экономика, климатические риски, машинно-тракторный парк, технология выращивания зерновых культур.

ECONOMIC ASSESSMENT OF AGRICULTURAL ADAPTATION STRATEGIES TO CLIMATE CHANGE IN THE CONTEXT OF AGRARIAN SYSTEM TRANSFORMATION

Ismuratova G.S. – Doctor of Economic Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Akhmetkali T.A. – PhD student, Senior Lecturer, Department of economics and finance, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Tobylov K.T. – Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer of the Department of accounting and management, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

The article presents a comprehensive economic analysis of current climate change and its consequences. Under conditions of increasing climatic variability, agriculture faces growing uncertainty in production processes, which necessitates the development of scientifically grounded adaptation strategies aimed at enhancing the resilience of the agricultural sector. The research purpose is to develop and economically substantiate a strategy for agricultural adaptation to climate change based on the modernization of the material and technical base and the optimization of production processes. The research object is agricultural production in the Kostanay region under conditions of climatic transformation. The research subject comprises the economic mechanisms and instruments for adapting agriculture to climate change.

The research analyzes the impact of climatic factors on the timing of agrotechnical operations and the economic performance of agricultural production. Particular attention is paid to assessing the effectiveness of upgrading the machinery and tractor fleet as a key adaptation instrument that contributes to reducing production risks and enhancing the resilience of agricultural systems. The study employs methods of economic and statistical analysis, comparative assessment, economic and mathematical modeling, and scenario forecasting.

The results indicate that the introduction of high-performance agricultural machinery significantly reduces the duration of sowing and harvesting operations, minimizes the adverse effects of unfavorable climatic conditions, and increases the economic efficiency of production. It is substantiated that, despite the high capital intensity of machinery modernization, this instrument possesses substantial adaptive potential and requires systematic government support. The research findings can be used in the development of regional programs for agricultural adaptation to climate change, as well as in the formulation of government support mechanisms for the agricultural sector.

Key words: climate change, agriculture, economic sustainability, adaptation strategies, agricultural economics, climate risks, machinery and tractor fleet, grain crop cultivation technologies.

Кіріспе

Қазіргі кезеңде ауыл шаруашылығының дамуы температуралық ауытқулардың күшеюі, жауын-шашын режимдерінің өзгеруі және экстремалды ауа райы құбылыстарының жиілеуімен сипатталатын климаттық өзгерістердің ықпалы жағдайында жүзеге асуда. Аталған үдерістер аграрлық өндірістің тұрақтылығына елеулі әсер етіп, азық-түлік қауіпсіздігі мен ауылдық аумақтардың экономикалық тұрақтылығына қосымша тәуекелдер қалыптастырады.

Күрт континенттік климат жағдайында орналасқан аграрлық өңірлер үшін, соның ішінде Қостанай облысы үшін, климаттық трансформациялар ерекше айқын көрініс табуда. Вегетациялық кезеңнің басталу мерзімдерінің ығысуы, көктем мезгіліндегі қуаңшылық кезеңдердің жиілеуі және егін жинау фазасындағы күзгі жауын-шашын агротехнологиялық регламенттердің сақталуын едәуір қиындатып, өнім шығындарының артуына алып келеді. Мұндай жағдайда дәстүрлі өндірістік тәсілдер өзінің тиімділігін жоғалтып, жаңа климаттық шындықтарға бейімделуді талап етеді.

Бейімделудің негізгі бағыттарының бірі – ауыл шаруашылығы өндірісінің технологиялық икемділігін арттыру, ең алдымен машина-трактор паркін жаңғырту есебінен қамтамасыз ету болып табылады. Жоғары өнімді техниканы пайдалану аса маңызды агротехникалық операциялардың орындалу ұзақтығын айтарлықтай қысқартуға, ауа райы жағдайларына тәуелділікті төмендетуге және өндірістік ресурстарды неғұрлым ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді. Алайда заманауи техниканың жоғары құны оның кең ауқымда енгізілуін шектеп, ұзақ мерзімді экономикалық әсерлерді ескере отырып, жан-жақты экономикалық негіздеуді қажет етеді.

Осыған байланысты ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеудің технологиялық, ұйымдастырушылық және институционалдық шараларын үйлестіретін экономикалық тұрғыдан негізделген стратегияларды әзірлеу ерекше өзектілікке ие болып отыр. Зерттеудің ғылыми жаңалығы климаттық белгісіздік жағдайында аграрлық өндірістің тұрақтылығын арттырудың негізгі құралы ретінде машина-трактор паркін жаңартудың тиімділігін талдау негізінде бейімделу стратегиясын қалыптастыру және бағалау болып табылады. Ұсынылып отырған стратегия аясында аграрлық өндірістің тұрақтылығын арттырудың басты құралдарының бірі ретінде машина-трактор паркін жаңартудың көшенді тетігі негізделеді. Бұл тәсіл моральдық және физикалық тұрғыдан тозған, төмен өнімді техниканы негізгі агротехникалық операцияларды орындау мерзімдерін қысқартуды қамтамасыз ететін заманауи жоғары тиімді машиналар мен агрегаттарға кезең-кезеңімен ауыстыруды көздейді.

Жоғары өнімді техниканы қолдану ауыл шаруашылығы жұмыстарының уақыттық параметрлерін оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл климаттық тұрақсыздықтың күшеюі жағдайында ерекше маңызға ие. Атап айтқанда, көктемгі егіс жұмыстарының жеделдеуі себүді экстремалды жоғары температуралар басталғанға дейін аяқтауға жағдай жасаса, ал жинау техникасының өткізу қабілетінің артуы Қостанай облысына тән қыркүйек айының екінші онкүндігінде байқалатын ұзаққа созылатын күзгі жауын-шашынға дейін егін жинауды аяқтауға мүмкіндік береді. Осылайша, технологиялық жаңғырту қолайсыз климаттық факторлармен байланысты өнім жоғалту тәуекелдерін төмендетеді.

Сонымен қатар зерттеу барысында аталған бейімделу құралының іске асырылуын шектейтін негізгі фактор заманауи ауыл шаруашылығы техникасының жоғары құны екендігі анықталды. Бағалау деректеріне сәйкес, жаңа жоғары өнімді машиналардың бағасы қолданыстағы техникалық парк құнынан 8–10 есе жоғары, бұл ауыл шаруашылығы тауар өндірушілерінің басым бөлігінің инвестициялық мүмкіндіктерін айтарлықтай шектейді. Осыған байланысты қарастырылып отырған бейімделу шарасының тиімділігі көбінесе субсидиялау, жеңілдетілген несиелеу, лизингтік бағдарламалар және техникалық базаны жаңартуды қаржыландырудың мемлекеттік-жекешелік нысандарын қамтитын экономикалық қолдау тетіктерінің болуына тәуелді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеудің әдіснамалық негізін аграрлық сектордың тұрақты дамуының заманауи тұжырымдамалары, әлеуметтік-экономикалық жүйелердің климаттық өзгерістерге бейімделу теориялары, сондай-ақ сыртқы тәуекелдер мен белгісіздік жағдайында ауыл шаруашылығы өндірісінің қызмет етуі мен трансформациясының заңдылықтарын ашатын экономикалық теорияның қағидалары құрайды.

Зерттеу барысында қарастырылып отырған мәселені жүйелі әрі көпдеңгейлі талдауды қамтамасыз ететін жалпығылыми және арнайы әдістердің кешені қолданылды. Негізгі әдістер қатарына мыналар жатады:

- климаттық көрсеткіштердің, өндіріс көлемдерінің және ауыл шаруашылығының экономикалық нәтижелерінің динамикасын бағалау үшін қолданылған экономикалық-статистикалық талдау;
- ауыл шаруашылығы өндірісін жүргізудің дәстүрлі және бейімделу технологияларының тиімділігін салыстыруға бағытталған салыстырмалы талдау;
- климаттық факторлар мен ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділік көрсеткіштері арасындағы өзара байланыстарды анықтауға арналған корреляциялық-регрессиялық талдау;
- бейімделу шараларын енгізу сценарийлерін бағалау және олардың экономикалық тиімділігін айқындау үшін пайдаланылған экономикалық-математикалық модельдеу;
- климаттық белгісіздік жағдайында бейімделудің әртүрлі нұсқаларын іске асыру салдарын бағалауға мүмкіндік беретін сценарийлік тәсіл.

Зерттеудің эмпирикалық базасы ретінде Қазақстан Республикасы Статистика комитетінің ресми статистикалық деректері, Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің материалдары, FAO деректері, сондай-ақ Қостанай облысының ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының мәліметтері пайдаланылды. Қосымша ретінде климаттық өзгерістер мен аграрлық сектордың тұрақты дамуы мәселелеріне арналған отандық және шетелдік зерттеушілердің ғылыми жарияланымдары қолданылды.

Зерттеу аясында климаттық факторлардың негізгі агротехникалық операцияларды, соның ішінде егіс және жинау жұмыстарын орындау мерзімдеріне ықпалы бағаланды, сондай-ақ агротехнологиялық оңтайлы мерзімдерден ауытқудың экономикалық салдары талданды. Климаттық тәуекелдерді төмендетуді және ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының өндірістік-экономикалық тұрақтылығын арттыруды қамтамасыз ететін бейімделудің негізгі құралдарының бірі ретінде машина-трактор паркін жаңартудың тиімділігін талдауға ерекше назар аударылды.

Бейімделу іс-шараларының экономикалық тиімділігін бағалау үшін жалпы өнім көлемі, түсім, өндірістік шығындар көрсеткіштері, сондай-ақ экономикалық қайтарым мен салыстырмалы тиімділіктің есептік индикаторлары пайдаланылды. Алынған нәтижелер климаттық өзгерістер жағдайында аграрлық сектордың орнықты қызмет ету моделін қалыптастыру тұрғысынан интерпретацияланды.

Қазіргі ғылыми әдебиетте климаттық өзгерістер ауыл шаруашылығының өндірістік функцияларын трансформациялайтын және температуралық экстремумдар, жауын-шашын тапшылығы немесе артықтығы, сондай-ақ қолайсыз құбылыстардың жиілеуі арқылы нәтижелердің (өнімділік, сапа, түсім, шығындар) вариативтілігін күшейтетін фактор ретінде қарастырылады. MDPI платформасының жинақтаушы еңбектерінде бейімделу шешімдерінің іске асырылу мүмкіндігін бағалауда экономикалық құрамдас бөліктің негізгі критерийге айналып отырғаны көрсетіледі. Malhi және әріптестерінің шолу мақаласында бейімделу мен салдарын жұмсарту бағыттары жүйеленіп, температура мен жауын-шашын агроөндірістің өнімділігі мен тұрақтылығы үшін базалық тәуекел факторлары ретінде айқындалған [1].

Grigorieva ұсынған скопингтік шолуда бейімделу стратегиялары шаруашылық деңгейіндегі технологиялық шаралардан бастап институционалдық қолдауға дейінгі көпдеңгейлі интервенциялар кешені ретінде ұсынылады және бейімделу тәжірибелерін нақты аумақтардың жағдайларымен әрі экономикалық ресурстардың шектеулерімен үйлестіру қажеттілігі атап өтіледі [2].

Экономикалық талдау деңгейінде MDPI жарияланымдарының бірқатары бейімделу шараларын енгізудің пайдасы мен кедергілеріне шоғырланған. Мысалы, De Leo және әріптестері шаруашылық деңгейінде бейімделу шараларының экономикалық орындылығын бағалап, тиімділік болғанның өзінде енгізу қаржылық, ұйымдастырушылық және ақпараттық шектеулермен тежелетінін көрсетеді [3].

Жеке бағыт ретінде бейімделу нұсқаларын модельдеу және олардың шаруашылық нәтижелеріне ықпалын бағалау қалыптасқан. Schuler және әріптестері биоэкономикалық модельдеудің бейімделу сценарийлерін тиімділік пен өндірістік тұрақтылық көрсеткіштері бойынша салыстырудағы мүмкіндіктерін көрсетеді [4].

Сонымен қатар климаттық сервистер мен деректердің бейімделу инфрақұрылымы ретіндегі рөліне арналған зерттеулер кеңеюде. Moeletsi және әріптестері климаттық ақпараттың фермерлер үшін «пайдалылығы» тек дәлдікпен ғана емес, оның басқарушылық шешімдерге және шаруашылықтардың экономикалық шектеулеріне кіріктірілуімен айқындалатынын көрсетеді [5]. Kang және әріптестері әмбебап техниканы пайдалану мен операцияларды оңтайландырудың шығындарды төмендету және шағын шаруашылықтардың экономикалық тұрақтылығын арттыру факторы ретіндегі әсерін талдайды, бұл далалық жұмыстардың мерзімдерін қысқарту және өндірістік мобильділікті арттыру тетігімен тұжырымдамалық тұрғыдан үндеседі [6].

Жалпы алғанда, MDPI-дің соңғы шолуларында көптеген зерттеулер экономикалық және өндірістік әсерлерді бөлек қарастыратыны, ал нақты тәжірибеде бейімделу технологиялық шешімдерді қаржылық және институционалдық қамтамасыз етумен интеграциялауды талап ететіні атап өтіледі.

Ресейлік ғылыми дәстүрде климаттық бейімделудің ұйымдастырушылық-экономикалық түсіндірмесі белсенді дамытылып, технологиялық өзгерістерді мемлекеттік қолдау тетіктерімен ұштастыруға ерекше көңіл бөлінеді. Polzikov РФ аграрлық секторының климаттық бейімделу саласындағы мемлекеттік саясатының негізгі бағыттарын, соның ішінде мелиорацияны дамыту, агросақтандыру және астық нарығын реттеу мәселелерін қарастырып, агроклиматтық жағдайлардың өзгеруімен ауыл шаруашылығындағы технологиялық және кеңістіктік ығысулардың өзара байланысын көрсетеді [7].

Институционалдық-экономикалық тәсіл аясында Siptic бейімделуді азық-түлік қауіпсіздігі мен аграрлық өндірістің тұрақтылығын қамтамасыз ету мақсаттары мен құралдарының жүйесі ретінде қарастыратын ұйымдастырушылық-экономикалық тетікті ұсынады. Бұл тәсіл технологиялық шараларды (оның ішінде жаңғыртуды) экономикалық саясат деңгейімен байланыстыруға мүмкіндік беретіндігімен әдіснамалық тұрғыдан маңызды [8]. Бірқатар еңбектер климаттық ықпалдың ауыл шаруашылығына ұзақ мерзімді әсерін (құрылымдық өзгерістер, өнімділік, тұрақтылық) талдайды, бұл реактивті шаралардан жүйелі бейімделу стратегияларына көшу қажеттілігін күшейтеді [9].

Қолданбалы экономикалық диагностика тұрғысынан өзгермелі климат жағдайында өндірістің тиімділігін өңірлік мысалдар негізінде бағалайтын зерттеулер де қызығушылық тудырады. Сонымен қатар бейімделу шараларының нәтижелілігін бағалау және макро- және мезодеңгейлерде тиімділікті

өлшеу тәсілдеріне арналған жұмыстар басқарушылық шешімдер үшін дәлелді базаны қалыптастыруды қолдайды [10].

Қазақстанда зерттеулер аграрлық экономиканың климаттық вариативтілікке жоғары тәуелділігіне және бейімделу шаралары арқылы тұрақтылықты арттыру қажеттілігіне бағытталған. Атап айтқанда, Bolatova Қазақстан ауыл шаруашылығындағы климаттың өзгеруінің экономикалық аспектілерін қарастырып, бейімделудің экономикалық саясаттың маңызды құрамдас бөлігі ретіндегі маңызын атап өтеді [11]. Қостанай облысы деңгейінде эмпирикалық базаны климаттық өзгерістер мен өнімділік, өндірістік тәуекелдер арасындағы байланысты талдайтын еңбектер құрайды. Balabaykin Қостанай облысындағы дәнді дақылдар өнімділігіне климаттың өзгеруінің әсерін зерттеп, өңірдің астық кәсіпорындарының тұрақты даму стратегияларында климаттық факторды ескеру қажеттігін негіздейді [12]. Облыстың климаттық-ресурстық ерекшеліктері агроклиматтық ресурстар бойынша ғылыми-қолданбалы анықтамалық материалдарда егжей-тегжейлі сипатталып, агротехникалық мерзімдердің «сығылуын» және тәуекелдерді дұрыс интерпретациялау үшін база ретінде пайдаланылуы мүмкін [13].

Қосымша дәлелді база ретінде жауын-шашын мен температуралық сипаттамалардың вариативтілігін тіркейтін ресми климаттық бюллетеньдер мен мониторингтік материалдар қолданылды, бұл егіс пен жинау мерзімдерінің ығысу тәуекелдерін негіздеу үшін маңызды [14]. Қолданбалы өңірлік экономикалық зерттеулер тұрғысынан Қостанай облысының аграрлық секторына климаттық өзгерістердің әсерін, астыққа мамандануды, тәуекелдер мен өндіріс тұрақтылығын ашып көрсететін жарияланымдар да өзектілігін сақтайды [15].

Нәтижелер және оларды талқылау

Жүргізілген талдау нәтижелері климаттық факторлардың ауыл шаруашылығы өндірісінің параметрлеріне, ең алдымен агротехникалық жұмыстарды жүргізу мерзімдеріне және өнімділіктің қалыптасуына елеулі әсер ететінін растайды. Қостанай облысының жағдайында маусымішілік климаттық тұрақсыздықтың күшеюі тән, ол көктемгі жылыну мерзімдерінің ығысуынан, вегетацияның бастапқы фазасында қуаңшылық кезеңдердің жиілеуінен және егін жинау кезеңінде жауын-шашын түсу ықтималдығының артуынан көрініс табады. Алынған деректер техникалық жарақтану деңгейінің негізгі агротехникалық операцияларды орындау мерзімдеріне айтарлықтай ықпал ететінін көрсетеді. Қолданыстағы машина-трактор паркін пайдалану жағдайында көктемгі дала жұмыстарының ұзақтығы 31 күнге дейін жетеді, бұл егіс мерзімдерінің агротехнологиялық тұрғыдан оңтайлы кезеңдерден тысқары ығысуына алып келеді. Ұқсас жағдай егін жинау кезеңінде де байқалады: жұмыстардың орындалуы қыркүйек айының соңына дейін созылып, Қостанай облысына тән жоғары ылғалдылық пен жауын-шашын кезеңімен сәйкес келеді (1-кесте).

1-кесте – ТМД елдері өндірісінің дәстүрлі техникасын пайдалану жағдайында агротехникалық іс-шараларды жүргізу мерзімдері

Жұмыс түрлері	Трактордың, автокөліктің маркасы	Агрегаттың маркасы, түрі	Ауысымдағы өндірістік норма, га	Техникалық дайындық коэффициенті	Метеожағдайларға түзету коэффициенті	Нақты өндірістік норма, га	Жұмыстардың нақты көлемі, га	ЖЖМ шығыны		Тракторлар мен механизаторлар саны	Жұмыстарды жүргізу мерзімдері
								Бірлік жұмысқа шаққандағы шығын, л/га	Барлығы, тонна		
Егіс алдындағы ірікте-мелі культивация	K-701	КП-4	39,1	0,8	0,95	30	25000	17,1	427,5	70	01.05-12.05 12күн
Сепкіш-культиватор-мен егу	K-701	СЗС-2,1	34,7	0,8	0,8	22,2	25000	9,1	227,5	59	13.05-31.05. 19 күн
Егіске дейін және кейін тырмалау	T-4A	СГ-21 ЗБСС-1	78,7	0,8	0,98	61,7	25000	1,5	37,5	24	15.05-31.05. 17 күн
Тұқымды қоймадан егіс алқабына жеткізу	КАМАЗ 5410	ГКБ-817Б	95 тонн	0,8	0,9	68,4	3000	1,5 л/тонна	4,5	7	12.05-17.05. 6 күн

1-кестенің жалғасы

Тікелей ком- байнмен жинау	Essil	ЖВН- 10	22	0,85	0,8	14,96	25000	13,7	342,5	52	20.08.- 20.09. дней 32
Астықты алқаптан қоймаға тасымалдау	КАМАЗ 5410	ГКБ- 817Б	80 тонн	0,85	0,8	54,4	32000	1,5 л/тонна	48,0	24	27.09- 20.09 дней 25
Барлығы:								0,0435	1087,5	236	111

Кесте деректеріне сәйкес, өнімділігі төмен техниканы пайдалану жағдайында көктемгі дала жұмыстарының жүргізілу мерзімдері айтарлықтай созылады (1–31 мамыр аралығы). Бұл Қостанай облысы жағдайында дәнді дақылдар үшін агротехникалық тұрғыдан оңтайлы деп саналатын 12–15 күндік кезеңнен едәуір асып түседі.

Дәстүрлі техниканы қолдану кезінде егіс жұмыстарының елеулі бөлігі 15 мамырдан кейінгі кезеңге сәйкес келеді, бұл температуралық фонның жоғарылауымен және топырақтағы ылғал тапшылығы тәуекелінің артуымен қатар жүреді. Кестеде бұл жекелеген операциялар бойынша жұмыстарды орындаудың уақыттық диапазонының ұлғаюымен (кейбір операциялар бойынша 17–19 күнге дейін) көрініс тапқан. Керісінше, жоғары өнімді техниканы пайдалану жағдайында негізгі агротехникалық операциялар агротехнологиялық тұрғыдан оңтайлы мерзімдер шегінде (6–12 күн) аяқталады, бұл біркелкі әрі өміршең көгіндердің қалыптасуын қамтамасыз етіп, өсімдіктерге түсетін стресс жүктемесін төмендетеді.

Деректер көрсеткендей, техникалық базасы жаңғыртылған жағдайда ұқсас жұмыстардың ұзақтығы 12 күнге дейін (1–12 мамыр) қысқарады, бұл агротехнологиялық нормативтерге толық сәйкес келеді. Жұмыстарды орындау мерзімдерінің қысқаруы төмендегі факторлар есебінен қамтамасыз етіледі (2-кесте):

- агрегаттардың ауысымдық және тәуеліктік өнімділігінің артуы;
- алқап бойынша жүріп өту санының азаюы;
- машина-трактор паркін жүктеуді оңтайландыру.

Егін жинау кезеңінің көрсеткіштері ерекше маңызға ие. Өнімділігі төмен техниканы пайдалану жағдайында жинау жұмыстарының ұзақтығы 32 күнге дейін (20 тамыз – 20 қыркүйек) созылады. Бұл жинау науқанының елеулі бөлігінің Қостанай облысына тән қыркүйек айының екінші онкүндігінде байқалатын жоғары ылғалдылық пен жауын-шашын кезеңімен сәйкес келуіне алып келеді.

Заманауи техниканы қолдану кезінде егін жинау жұмыстары машина-трактор паркінің конфигурациясына байланысты 6–25 күн ішінде орындалады, бұл қолайсыз ауа райы жағдайлары басталғанға дейін жинауды аяқтауға мүмкіндік береді. Жинау мерзімдерінің қысқаруы:

- бастыру кезінде дән жоғалтуларын;
- дәннің ылғалдылығын және оны қосымша кептіруге кететін шығындарды;
- егістіктің көктеп кетуі мен жапырылу тәуекелін төмендетеді.

Осылайша, жоғары өнімді техниканы енгізу егіс науқанының ұзақтығын 2,5 еседен астам қысқартуға мүмкіндік береді, бұл егістердің оңтайлы температуралық-ылғалдық жағдайлар шегінен шығып кету ықтималдығын едәуір төмендетеді.

2-кесте – Жоғары технологиялы және өнімділігі жоғары ауыл шаруашылығы техникасын пайдалану жағдайында агротехникалық іс-шараларды жүргізу мерзімдері

Жұмыс түрлері	Трактор маркасы	Ауысымдағы өндірістік норма, га	Техникалық дайындық	Метеорологиялық жағдайларға түзету коэффициенті	Нақты өндірістік норма, га	Жұмыстардың нақты көлемі, га	ЖОЖМ шығыны		Тракторлар мен механизаторлар саны	Жұмыстарды жүргізу мерзімдері
							Бірік жұмысқа шаққандағы шығын, л/га	Барлығы, тонна		
Егіс алдындағы іріктемелі культивация	John Deer	198	0,95	0,95	179	25000	11	275	17	01.05- 08.05 8күн

2-кестенің жалғасы

Сепкіш-культиватормен егу	John Deer	139	0,95	0,95	125	25000	6,5	162,5	18	16.05-27.05. 11күн
Егіске дейін және кейін тырмалау	John Deer	295	1	1	295	25000	0,8	20	8	18.05-27.05 10күн
Тұқымды қоймадан егіс алқабына жеткізу	MAN	300 тонна	1	1	300	3000	0,5 л/тонна	1,5	3	15.05-20.05 3күн
Тікелей комбайнмен жинау	John Deer	140	0,98	0,98	134	25000	6	150	15	25.08-05.09. 12күн
Астықты алқаптан қоймаға тасымалдау	MAN	320 тонна	1	1	320	32000	0,5 л/тонна	16,0	10	01.09-10.09. 10күн
Барлығы:							0,025	625,0	73	54

Кестені талдау шаруашылықтың техникалық жарақтану деңгейінің артуы мультипликативтік әсер қалыптастыратынын көрсетеді:

- агротехникалық операцияларды орындауға жұмсалатын уақыттық шығындар қысқарады;
- технологиялық үдерістердің басқарылу деңгейі артады;
- климаттық тәуекелдер төмендейді;
- өнімділік пен өнім сапасын арттыруға қажетті жағдайлар қалыптасады.

Заманауи техниканы сатып алудың капитал сыйымдылығы жоғары болғанына қарамастан (қолданыстағы техника паркінің құнынан 8–10 есе жоғары), оны пайдалану климаттық тұрақсыздық салдарынан туындайтын шығындарды барынша азайтуға мүмкіндік береді және орта әрі ұзақ мерзімді перспективада орнықты экономикалық қайтарымды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар көпжылдық деректерді талдау агротехникалық тұрғыдан оңтайлы мерзімдерден ауытқулардың орта есеппен 10–20 күнді құрайтынын, бұл дәнді дақылдардың өнімділігінің 15–25 %-ға төмендеуіне әкелетінін көрсетті. Климаттық флуктуацияларға ең сезімтал кезең көктемгі егіс уақыты болып табылады: егіс мерзімінің небәрі 5–7 күнге кешігуі де түптену фазасында ылғал тапшылығы мен жылулық стресс салдарынан өнімділік әлеуетінің төмендеуіне әкеледі. Осылайша, климаттық өзгерістер ауыл шаруашылығы дақылдарының биологиялық талаптары мен оларды өсірудің нақты жағдайлары арасындағы сәйкессіздіктің тұрақты тәуекелін қалыптастырады, бұл технологиялық операциялар арасындағы уақыттық лагтарды қысқартуға бағытталған бейімделу тетіктерін енгізуді талап етеді.

Салыстырмалы талдау нәтижелері техникалық жарақтану деңгейінің ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының климаттық тәуекелдерге бейімделу қабілетіне шешуші ықпал ететінін көрсетті. Моральдық және физикалық тұрғыдан тозған техниканы пайдалану егіс және жинау жұмыстарының мерзімдерінің ұзаруына, пайдалану шығындарының өсуіне және өнім жоғалтуларының артуына алып келеді. Қолданыстағы машина-трактор паркін қолдану жағдайында көктемгі дала жұмыстарының ұзақтығы орта есеппен 30–32 күнге дейін жетіп, агротехникалық тұрғыдан оңтайлы мерзімдерден асып түседі. Ұқсас жағдай егін жинау кезеңінде де байқалады: жұмыстардың орындалуы қыркүйек айының екінші онкүндігіне дейін созылып, жоғары ылғалдылық пен ауа райы жағдайларының нашарлауымен сәйкес келеді.

Техниканы жаңарту сценарийін модельдеу жоғары өнімді машиналарды пайдалану егіс жұмыстарының ұзақтығын 10–12 күнге, ал жинау жұмыстарын 5–7 күнге дейін қысқартуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұл агротехнологиялық операцияларды оңтайлы мерзімдерде орындауды қамтамасыз етіп, климаттық факторлармен шартталған өнім жоғалту тәуекелдерін төмендетеді.

Экономикалық бағалау нәтижелері заманауи техниканы енгізу өндірістік-экономикалық көрсеткіштердің едәуір өсуіне алып келетінін айғақтайды (3-кесте).

3-кесте – Машина-трактор паркін жаңғыртудың экономикалық әсерлерінің жиынтық кестесі

Көрсеткіштер	Модернизацияға дейін (дәстүрлі техника)	Модернизацияға дейін (дәстүрлі техника)	Модернизацияға дейін (дәстүрлі техника)
Көктемгі дала жұмыстарының ұзақтығы, күн	31	12	-19 күн

3-кестенің жалғасы

Егін жинау жұмыстарының ұзақтығы, күн	32	6-7	-25 күн
Оңтайлы мерзімдерде орындалған жұмыстардың үлесі	Төмен (до 40 %)	Жоғары (90-95 %)	+50;55 п.п.
Климаттық факторлар салдарынан өнім жоғалтулары	20-45%	1-5%	-19;40%
Өнімділік, ц/га	12-14	16-22	+30; 65%
Жалпы өнім көлемі (шартты), мың тонна	35,0	55,0	+20,0
Түсім, млн теңге	3 150	4 950	+1 800
Пайдалану шығындары	Жоғары	Төмен	-45;65%
Инвестициялық шығындар	Төмен, жоқ	Жоғары	Өсуі

Егін өнімінің жоғалтуларын қысқарту және оның сапасын арттыру есебінен жалпы өнім көлемі орта есеппен 25–35 %-ға ұлғаяды, бұл орташа ауқымдағы бір шаруашылыққа шаққанда түсімнің 300–400 млн теңгеге өсуін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар техниканың алқап бойынша жүріп өту санының азаюы, еңбек ресурстарын пайдалануды оңтайландыру және жөндеу мен техникалық қызмет көрсетуге жұмсалатын шығындардың қысқаруы нәтижесінде меншікті пайдалану шығындары төмендейді. Соның нәтижесінде климаттық белгісіздік жағдайында өндірістің рентабельділігі мен қаржылық нәтижелерінің тұрақтылығы артады.

Жоғары өнімді техниканы енгізу егіс жұмыстарын жүргізу ұзақтығын 2,5 еседен астам, ал жинау жұмыстарын 5 еседен артық қысқартуға мүмкіндік береді, бұл климаттық тәуекелдерді едәуір төмендетіп, ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын арттырады. Сонымен қатар аталған бейімделу стратегиясын енгізуді шектейтін негізгі фактор заманауи техниканың жоғары құны болып табылады: ол қолданыстағы машина-трактор паркінің құнынан 8–10 есе жоғары. Осы жағдай негізгі құралдарды жаңартуды қолдау мен ынталандыруға бағытталған экономикалық тетіктерді қалыптастыру қажеттігін айқындайды.

Айта кету қажет, жаңғыртудың жоғары капитал сыйымдылығы осы стратегияны кең ауқымда енгізудің басты шектеуі болып қала береді. Заманауи ауыл шаруашылығы техникасының құны қолданыстағы парк құнынан 8–10 есе жоғары болғандықтан, оны мемлекеттік қолдау тетіктерін, лизингтік схемаларды және инвестициялық шығындарды субсидиялауды тартпай сатып алу іс жүзінде мүмкін емес.

Техникалық жарақтану деңгейінің экономикалық нәтижелерге ықпалын сандық тұрғыдан бағалау үшін төменде келтірілген ықшамдалған функционалдық тәуелділік қолданылады:

$$Y = f(T, C, K)$$

мұндағы:

Y – экономикалық нәтиже (түсім, жалпы өнім көлемі);

T – техникалық жарақтану деңгейі;

C – климаттық жағдайлар (температура, жауын-шашын);

K – ұйымдастырушылық-технологиялық факторлар.

Базалық сценарийден (T_1 – дәстүрлі техника) бейімделу сценарийіне (T_2 – неғұрлым жаңғыртылған техника) көшу кезінде тұжырымдамалық көрсеткіштердің елеулі өзгерісі байқалады:

$$Y = f(T_2) - f(T_1) > 0$$

T көрсеткішінің өсуі экономикалық нәтиженің климаттық ауытқуларға сезімталдығын төмендетеді, бұл өнімділік деңгейінің өзгергіштігі мен дисперсиясының азаюы, сондай-ақ табыстардың тұрақтануы арқылы көрініс табады. Осылайша, техниканы жаңғырту өндірістік тәуекелдерді төмендетудің және ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының экономикалық тұрақтылығын арттырудың маңызды факторы ретінде сипатталады.

Алынған нәтижелер машина-трактор паркін жаңарту ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеудің жай ғана технологиялық емес, жүйелік экономикалық құралы болып табылатынын дәлелдейді. Оның әсері климаттық тәуекелдердің бір мезгілде төмендеуінен, өндірістік тұрақтылықтың

артуынан және аграрлық кәсіпорындардың қаржылық көрсеткіштерінің жақсаруынан көрініс табады. Сонымен қатар аталған құралдың тиімділігі оны іске асыру жүзеге асырылатын институционалдық ортаға тікелей тәуелді. Инвестициялық кедергілерді төмендетуге бағытталған тиісті мемлекеттік қолдау тетіктерінің бейімделу стратегиясының әлеуеті тек ішінара ғана іске асырылады. Бұл технологиялық, экономикалық және институционалдық бейімделу шараларын өзара үйлестіретін кешенді тәсілдің қажеттілігін растайды.

Қорытындылар мен тұжырымдар

Жүргізілген талдау ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының техникалық жарақтану деңгейі климаттық тұрақсыздық жағдайында олардың бейімделу мүмкіндіктерін айқындайтын негізгі факторлардың бірі екенін растайды. Қазіргі климаттық өзгерістер дәстүрлі агротехникалық регламенттерді трансформациялап, далалық жұмыстарды орындауда жоғары мобильділік пен жеделдікті талап етеді. Осыған байланысты машина-трактор паркінің техникалық жай-күйі аграрлық өндірістің тұрақтылығын қамтамасыз ететін жүйекұраушы элемент ретінде қалыптасады. Зерттеу нәтижелері моральдық және физикалық тұрғыдан тозған техниканы пайдалану агротехникалық операцияларды жүргізу мерзімдерінің едәуір ұзаруына әкелетінін көрсетеді. Қостанай облысының жағдайында бұл егіс жұмыстарының агротехникалық тұрғыдан оңтайлы уақыт аралығынан тысқары ығысуымен және жинау жұмыстарының жоғары ылғалдылық кезеңімен қабаттасуымен көрініс табады, бұл өнім жоғалтуларының тәуекелін айтарлықтай арттырады.

Сонымен қатар жоғары өнімді техниканы енгізу технологиялық операцияларды агроклиматтық жағдайлармен синхрондауға мүмкіндік беріп, қолайсыз ауа райы факторларының теріс ықпалын барынша төмендетеді. Көктемгі дала жұмыстарының ұзақтығын 2,5 еседен астам, ал егін жинау жұмыстарын 4–5 есеге дейін қысқарту өндірістік үдерістердің тұрақтылығы мен басқарылуына бағдарланған шаруашылық жүргізудің сапалық тұрғыдан жаңа жағдайларын қалыптастырады.

Қорытындылар:

- техникалық жарақтану деңгейі климаттық тұрақсыздық жағдайында ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының бейімделу әлеуетін айқындайтын негізгі детерминант болып табылады;
- жоғары өнімді техниканы пайдалану уақыттық шығындарды едәуір қысқартып, аграрлық өндірістің ауа райы ауытқуларына тәуелділігін төмендетеді;
- жаңғыртудың экономикалық әсері өнімділіктің артуынан, өнім жоғалтуларының қысқаруынан және өндіріс рентабельділігінің өсуінен көрініс табады;
- жаңғыртудың жоғары капитал сыйымдылығы субсидиялау, лизингтік тетіктер және техникалық базаны жаңарту бағдарламалары түріндегі институционалдық қолдауды талап етеді;
- алынған нәтижелер машина-трактор паркін жаңғырту ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеу стратегиясының негізгі элементі ретінде енгізудің орындылығын растайды.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер машина-трактор паркін жаңғырту ауыл шаруашылығын климаттық өзгерістерге бейімдеудің шешуші элементі екенін дәлелдейді. Техникалық жаңғырту өндірістік тиімділікті арттырып қана қоймай, климаттық факторлармен шартталған шығындарды қысқарту және өндірістік нәтижелердің болжамдылығын арттыру арқылы шаруашылықтардың экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Қаржыландыру: Бұл зерттеу ЖТН AP25794477 «Климаттың өзгеруі жағдайында ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын арттыру үшін болжамдық модельдерді қолдана отырып, бейімделу стратегияларын әзірлеу және ғылыми негіздеу» жобасымен қаржыландырылады. Басымдық: Агроөнеркәсіптік кешеннің тұрақты дамуы, 2025 жылғы 27 ақпандағы № 56ЖФ-25-27 келісім, 2025-2027 жылдарға арналған «Жас ғалым» жобасы бойынша жас ғалымдардың зерттеулеріне гранттық қаржыландыру бөлігі ретінде.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. **Malhi G. S., Kaur M., Kaushik P. Climate change impacts on agriculture and food security: A review** // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 6. – P. 3265.
2. **Grigorieva E. A. Climate change impacts on agriculture and food security: A review of adaptation strategies** // Agriculture. – 2020. – Vol. 10, No. 8. – P. 316.
3. **De Leo F., Migliore G., Schifani G. Economic evaluation of adaptation strategies to climate change in agriculture** // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 11. – P. 4444.
4. **Schuler J., Finger R., Buchmann N. Climate change adaptation through farm-level management: A modelling approach** // Sustainability. – 2018. – Vol. 10, No. 7. – P. 2290.
5. **Moeletsi M. E., Walker S., Hamandawana H. Climate services for agriculture: Enhancing adaptation strategies** // Climate. – 2020. – Vol. 8, No. 3. – P. 41.
6. **Kang Y., Khan S., Ma X. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review** // Agricultural Water Management. – 2009. – Vol. 96, No. 4. – P. 465–473.
7. **Ползиков Д.А. Государственная политика адаптации сельского хозяйства к изменению климата** [Текст] / Д.А. Ползиков // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 6. – С. 45–52.
8. **Сиптиц С.О. Организационно-экономический механизм адаптации аграрного сектора к климатическим изменениям** [Текст] / С.О. Сиптиц // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 4. – С. 18–27.

9. Гордеев А.В., Шамин А.А. Климатические изменения и устойчивость сельского хозяйства России [Текст] / А.В. Гордеев, А.А. Шамин // Вопросы экономики. – 2019. – № 10. – С. 112–126.
10. Кирюшин В. И. Экологизация земледелия и устойчивое развитие агросистем [Текст] / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 2018. – 304 с.
11. Болатова А.Ж. Экономические аспекты адаптации сельского хозяйства Республики Казахстан к изменению климата [Текст] / А.Ж. Болатова // Вестник КазНУ. Серия экономическая. – 2020. – № 3. – С. 87–95.
12. Балабаев К.Т. Влияние климатических факторов на урожайность зерновых культур в Костанайской области [Текст] / К.Т. Балабаев // Аграрная наука Казахстана. – 2019. – № 2. – С. 44–50.
13. Национальный доклад о состоянии агропромышленного комплекса Республики Казахстан [Текст]: Астана: Министерство сельского хозяйства РК, 2022. – 180 с.
14. Климатический бюллетень Республики Казахстан [Текст]: Астана: РГП «Казгидромет», 2015–2023 гг.
15. Сельское хозяйство Республики Казахстан [Текст]: статистический сборник / Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК. – Астана, 2015–2023 гг.

REFERENCES:

1. Malhi G. S., Kaur M., Kaushik P. Climate change impacts on agriculture and food security: A review. *Sustainability*, 2021, vol. 13, no. 6, art. 3265.
2. Grigorieva E. A. Climate change impacts on agriculture and food security: A review of adaptation strategies. *Agriculture*, 2020, vol. 10, no. 8, art. 316.
3. De Leo F., Migliore G., Schifani G. Economic evaluation of adaptation strategies to climate change in agriculture. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no. 11, art. 4444.
4. Schuler J., Finger R., Buchmann N. Climate change adaptation through farm-level management: A modelling approach. *Sustainability*, 2018, vol. 10, no. 7, art. 2290.
5. Moeletsi M. E., Walker S., Hamandawana H. Climate services for agriculture: Enhancing adaptation strategies. *Climate*, 2020, vol. 8, no. 3, art. 41.
6. Kang Y., Khan S., Ma X. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. *Agricultural Water Management*, 2009, vol. 96, no. 4, pp. 465–473.
7. Polzikov D. A. Gosudarstvennaya politika adaptatsii sel'skogo hozyajstva k izmeneniyu klimata [State policy for adaptation of agriculture to climate change]. *E'konomika sel'skogo hozyajstva Rossii*, 2020, no. 6, pp. 45–52. (In Russian)
8. Siptic S.O. Organizacionno-e'konomicheskij mehanizm adaptatsii agrarnogo sektora k klimaticheskim izmeneniyam [Organizational and economic mechanism for adaptation of the agricultural sector to climate change]. *APK: e'konomika, upravlenie*, 2021, no. 4, pp. 18–27. (In Russian)
9. Gordeev A.V., Shamin A. A. Klimaticheskie izmeneniya i ustojchivost' sel'skogo hozyajstva Rossii [Climate change and sustainability of Russian agriculture]. *Voprosy' e'konomiki*, 2019, no. 10, pp. 112–126. (In Russian)
10. Kiryushin V.I. E'kologizaciya zemledeliya i ustojchivoe razvitie agrosistem [Greening of agriculture and sustainable development of agricultural systems]. Moscow, Kolos, 2018, 304 p. (In Russian)
11. Bolatova A.Zh. E'konomicheskie aspekty' adaptatsii sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan k izmeneniyu klimata [Economic aspects of adaptation of agriculture of the Republic of Kazakhstan to climate change]. *Vestnik KazNU. Seriya e'konomicheskaya*, 2020, no. 3, pp. 87–95. (In Russian)
12. Balabaev K.T. Vliyanie klimaticheskikh faktorov na urozhajnost' zernovy'h kul'tur v Kostanajskoj oblasti [The influence of climatic factors on grain crop yields in the Kostanay region]. *Agrarnaya nauka Kazahstana*, 2019, no. 2, pp. 44–50. (In Russian)
13. Nacional'ny'j doklad o sostoyanii agropromy'shlennogo kompleksa Respubliki Kazahstan [National report on the state of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan]. *Astana: Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RK*, 2022, 180 p. (In Russian)
14. Klimaticheskij bjulleten' Respubliki Kazahstan [Climate Bulletin of the Republic of Kazakhstan] Astana, RGP «Kazgidromet», 2015–2023. (In Russian)
15. Sel'skoe hozyajstvo Respubliki Kazahstan: statisticheskij sbornik [Agriculture of the Republic of Kazakhstan: statistical digest]. Byuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam RK, Astana, 2015–2023. (In Russian)

Авторлар туралы мәліметтер:

Исмурадова Ғалия Суиндикқызы* – экономика ғылымдарының докторы, Бухгалтер есеп және басқару кафедрасының профессоры, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., А.Байтұрсынов көш., 47, Қазақстан, тел.: +77053319171, e-mail: ismyratova@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0002-1834-1968>.

Ахметқали Таңсұлу Амангелдіқызы – Ph.D докторанты, Экономика және қаржы кафедрасының аға оқытушысы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті, 110000, Қостанай қ., А.Байтұрсынов көш., 47, Қазақстан, e-mail: ahmetkali.ta@ksu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9494-7411>.

Тобылов Қуаныш Тобылұлы – экономика ғылымдарының кандидаты, Бухгалтер есеп және басқару кафедрасының аға оқытушысы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: tobylov_k@mail.ru.

Исмурадова Галия Суиндиковна* – доктор экономических наук; профессор кафедры бухгалтерского учета и управления, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, тел.: +77053319171, e-mail: ismuratova@icloud.com; <https://orcid.org/0000-0002-1834-1968>.

Ахметқали Таңсұлу Амангелдіқызы – докторант PhD, старший преподаватель кафедры экономики и финансов, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, e-mail: ahmetkali.ta@ksu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9494-7411>.

Тобылов Қуаныш Тобылович – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и управления; Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы; Республика Казахстан, 110000 г. Костанай, ул. Байтұрсынова 47, e-mail: tobylov_k@mail.ru.

Ismuratova Galiya Suindikovna* – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of accounting and management, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 A.Baitursynov Str., tel.: +77053319171, e-mail: ismuratova@icloud.com, <https://orcid.org/0000-0002-1834-1968>.

Akhmetkali Tansulu Amangeldikyzy – PhD student, Senior Lecturer, Department of economics and finance, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 A.Baitursynov Str., e-mail: ahmetkali.ta@ksu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0001-9494-7411>.

Tobylov Kuanysh Tobylovich – Candidate of Economic Sciences., Senior Lecturer, Department of accounting and management, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University; Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 47 A.Baitursynov Str., e-mail: tobylov_k@mail.ru.

IRSTI 62.01.03;34.39.07

UDC 338.43; 631.1; 551.583

<https://doi.org/10.52269/NTDG2541247>

POPULATION GROWTH, FOOD SECURITY, AND SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT UNDER CLIMATE CHANGE

Naurzbayev B.T.* – Candidate of Economic Sciences, PhD, Agricultural scientist, Head of a peasant farm, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Ayulov A.M. – Doctor of Economic Sciences, Professor, President of the Humanitarian-Technical Academy, Kokshetau, Republic of Kazakhstan.

Naurzbayeva K.B. – Head of the New projects launch team, Allur plant, SaryarkaAvtoProm LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

In the context of rapid global population growth and increasing climate instability, ensuring food security is becoming a critical challenge at both the global and regional levels. This article provides a comprehensive analysis of the current global food crisis and examines statistical data on global food production and distribution. Particular attention is paid to the state and specific features of agricultural development in the Republic of Kazakhstan, with a focus on the Kostanay region as one of the country's key grain-producing areas. Based on long-term climatic observations and grain yield data, a stochastic forecasting model of crop yield is developed, taking into account the influence of climatic factors. The research findings enable to identify the main threats and constraints to the sustainable development of agriculture under climate change conditions, as well as to substantiate directions for adaptation measures aimed at enhancing the economic sustainability of agricultural production and strengthening regional food security. The practical relevance of the study lies in the potential application of the obtained results in the development of regional programs for agro-industrial development and the adaptation of the agricultural sector of the regional economy to climate change.

Key words: Kostanay region, food security, sustainable development, agriculture, climate change, agricultural economics, stochastic modeling.