



# Social Policy and Innovation

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

2026, 4





# **ӘЛЕУМЕТТІК САЯСАТ ЖӘНЕ ИННОВАЦИЯЛАР**

# **СОЦИАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА И ИННОВАЦИИ**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
2026, 4

# РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚАНЫҢ ҚҰРАМЫ

## Журналдың бас редакторы:

**Актаева Лязат  
Мейрашевна**

м.ғ.д., «ҚР ЕХӘҚМ ЕҚРҒЗИ» ШЖҚ РМК Бас директоры  
(Астана, Қазақстан) <https://orcid.org/0009-0006-0950-678X>

## Жауапты хатшы:

**Насырова Г.А.**

э.ғ.д., «ЕХӘҚМ ЕҚРҒЗИ» ЭӘЖСБ Жетекші ғылыми қызметкері  
(Астана, Қазақстан) <https://orcid.org/0000-0001-6819-4946>

## Алқа мүшелері:

**Шегай В.В.**

Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау вице-министрі (Астана, Қазақстан)  
<https://orcid.org/0000-0002-0378-490X>

**Карасёв Д.А.**

ISSA аймақтық үйлестірушісі (Женева, Швейцария)

**Сагинтаева С.С.**

э.ғ.д., профессор, Е.А. Сағынов атындағы ҚарТУ Ректоры  
(Қарағанды, Қазақстан) <https://orcid.org/0000-0001-5034-4192>

**Омирбаев С.М.**

э.ғ.д., профессор, Astana IT University Бірінші проректоры  
(Астана, Қазақстан) <https://orcid.org/0000-0001-7643-3513>

**Ержанов Н.Т.**

б.ғ.д., профессор, Торайғыров университетінің Ғылым және халықаралық ынтымақтастық жөніндегі проректоры (Павлодар, Қазақстан) <https://orcid.org/0000-0002-4940-3818>

**Абзалиева Д.С.**

м.ғ.д., Интегративті медицина және денсаулық институтының басшысы (Астана, Қазақстан)  
<https://orcid.org/0009-0000-7834-758X>

**Огами Акиро**

медицина докторы, PhD, профессор, Еңбек гигиенасы және қоршаған орта университеті (Китаюсю, Жапония)  
<https://orcid.org/0000-0002-4940-3818>

**Писаренко Ж.В.**

э.ғ.д., Санкт-Петербург мемлекеттік университетінің тәуекелдерді басқару және сақтандыру кафедрасының профессоры (Санкт-Петербург, Ресей)  
<https://orcid.org/0000-0002-9082-2897>

*Редакция мақалалардың мазмұнына жауап бермейді.*

**Меншіктенуші:** ҚР ЕЖХӘҚМ ЕҚРҒЗИ

Қазақстан Республикасының Мәдениет және ақпарат министрлігінде тіркелген. Мерзімді баспасөз басылымын және ақпараттық агенттікті есепке қою туралы куәлік: № KZ62VPY00095816 26.06.2024ж.

Таралымы 20 дана.

Қазақстан Республикасы, Астана қ., Кравцов к-сі, 18

e-mail: [adm.journal@rniiot.kz](mailto:adm.journal@rniiot.kz)

© «Әлеуметтік саясат және инновация» ғылыми-практикалық журналы ҚР ЕЖХӘҚМ ЕҚРҒЗИ.

# СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

## **Главный редактор журнала:**

**Актаева Лязат  
Мейрашевна**

д.м.н., Генеральный директор РНИИОТ МТиСЗН  
(Астана, Казахстан) <https://0009-0006-0950-678X>

## **Ответственный секретарь:**

**Насырова Г.А.**

д.э.н., ведущий научный сотрудник-руководитель  
научной школы РНИИОТ при МТиСЗН РК  
(Астана, Казахстан) <https://orcid.org/0000-0001-6819-4946>

## **Члены коллегии:**

**Шегай В.В.**

вице-министр МТиСЗН РК (Астана, Казахстан)  
<https://orcid.org/0000-0002-0378-490X>

**Карасёв Д.А.**

региональный координатор МАСО (Женева, Швейцария)

**Сагинтаева С.С.**

д.э.н., профессор, ректор КарТУ им. Е.А. Сагинова  
(Караганда, Казахстан)  
<https://orcid.org/0000-0001-5034-4192>

**Омирбаев С.М.**

д.э.н., профессор, первый проректор Astana IT University  
(Астана, Казахстан) <https://orcid.org/0000-0001-7643-3513>

**Ержанов Н.Т.**

д.б.н., профессор, проректор по науке  
и международному сотрудничеству Торайгыров  
Университета (Павлодар, Казахстан)  
<https://orcid.org/0000-0002-4940-3818>

**Абзалиева Д.С.**

д.м.н., руководитель института интегративной медицины  
и здоровья (Астана, Казахстан)  
<https://orcid.org/0009-0000-7834-758X>

**Огами Акиро**

доктор медицины, PhD, профессор, Университет  
гигиены труда и окружающей среды (Китакьюсю,  
Япония) <https://orcid.org/0000-0002-4940-3818>

**Писаренко Ж.В.**

д.э.н., профессор кафедры управления рисками  
и страхования СПбГУ (Санкт-Петербург, Россия)  
<https://orcid.org/0000-0002-9082-2897>

*Редакция не несет ответственности за содержание статей.*

**Учредитель:** РНИИОТ МТСЗН РК

Зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан. Свидетельство о постановке на  
учет периодического печатного издания и информационного агентства: № KZ62VPY00095816 от 26.06.2024г.

Тираж 20 экз

Республика Казахстан, г. Астана, ул.Кравцова, 18

e-mail: [adm.journal@rniiot.kz](mailto:adm.journal@rniiot.kz)

© Научно-практический журнал «Социальная политика и инновации» РНИИОТ МТСЗН РК».

## EDITORIAL BOARD

### ***Editor-in-chief:***

**Aktaeva Lyazat Meyrashevna** Doctor of Medical Sciences, Director General of the Republican Research Institute for Occupational Safety and Health under the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan) [https:// 0009-0006-0950-678X](https://0009-0006-0950-678X)

### ***Executive Secretary:***

**Nasyrova G.A.** Doctor of Economics, Senior Researcher at the Republican Research Institute for Occupational Safety and Health under the Ministry of Labor and Social Protection of Population of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan) <https://orcid.org/0000-0001-6819-4946>

### ***Members of the Board:***

**Shegai V.V.** Vice Minister, Ministry of Health and Social Protection of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan) <https://orcid.org/0000-0002-0378-490X>

**Karasev D.A.** ISSA regional coordinator (Geneva, Switzerland)

**Sagintaeva S.S.** Doctor of Economics, Professor, Rector of KarTU named after E.A. Saginova (Karaganda, Kazakhstan) <https://orcid.org/0000-0001-5034-4192>

**Omirbaev S.M.** Doctor of Economics, Professor, First Vice-Rector of Astana IT University (Astana, Kazakhstan) <https://orcid.org/0000-0001-7643-3513>

**Erzhanov N.T.** Doctor of Biological Sciences, Professor, Vice-Rector for Science and International Cooperation, Toraigyrov University (Pavlodar, Kazakhstan) <https://orcid.org/0000-0002-4940-3818>

**Abzalieva D.S.** MD, Head of the Institute of Integrative Medicine and Health (Astana, Kazakhstan) <https://orcid.org/0009-0000-7834-758X>

**Ogami Akiro** MD, PhD, Professor, University of Occupational and Environmental Health (Kitakyushu, Japan) <https://orcid.org/0000-0002-4940-3818>

**Pisarenko Zh.V.** Doctor of Economics, Professor, Department of Risk Management and Insurance, St. Petersburg State University (St. Petersburg, Russia) <https://orcid.org/0000-0002-9082-2897>

*The editorial board is not responsible for the content of the articles.*

**Owner:** Republican Research Institute for Occupational Safety and Health Registered by the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan. Certificate of registration of a periodical printed publication and information agency: No. KZ62VPY00095816 dated 06/26/2024.

Circulation 20 copies

Republic of Kazakhstan, Astana, Kravtsov str., 18

e-mail: [adm.journal@rniot.kz](mailto:adm.journal@rniot.kz)

© Scientific and practical journal "Social Policy and Innovations" Republican Research Institute for Occupational Safety and Health

# МАЗМҰНЫ/ CONTENT/ СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Есбенбетова Ж.Х., Ибраева А.Б., Қияқбай А.Т.</b><br>«Қазақстан Республикасындағы кәсіптік тәуекелдерді басқару тетіктеріне талдау жасау (ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижелері негізінде)» | 6   |
| <b>Yesbenbetova Zh.H., Ibraeva A.B., Kiyakbay A.T.</b><br>“Analysis of occupational risk management mechanisms in the Republic of Kazakhstan (based on the results of scientific research)”    |     |
| <b>Есбенбетова Ж.Х., Ибраева А.Б., Қияқбай А.Т.</b><br>«Қазақстан Республикасындағы кәсіптік тәуекелдерді басқару тетіктеріне талдау жасау (ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижелері негізінде)» |     |
| <b>Насырова Г.А., Еділбаева Л.И., Рахметова А.М., Алшынбекова Г.К., Құлмағамбетова Е.А., Сағындықова Н.Т.</b><br>«Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының тәуекелдерін басқару»                    | 15  |
| <b>Nasyrova G.A., Yedilbayeva L.I., Rakhmetova A.M., Alshynbekova G.K., Kulmagambetova E.A., Sagindikova N.T.</b><br>“Risk management of mining enterprises”                                   |     |
| <b>Насырова Г.А., Еділбаева Л.И., Рахметова А.М., Алшынбекова Г.К., Құлмағамбетова Е.А., Сагиндикова Н.Т.</b><br>«Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының тәуекелдерін басқару»                    |     |
| <b>Бекмағамбетов Ә. Б., Ташенов А. Ш.</b><br>«Жұмыс ортасындағы психоәлеуметтік қауіп факторлары»                                                                                              | 29  |
| <b>Bekmagambetov A. B., Tashenov A. Sh.</b><br>“Psychosocial risk factors in the production environment”                                                                                       |     |
| <b>Бекмағамбетов А. Б., Ташенов А. Ш.</b><br>«Психосоциальные факторы риска в условиях производственной среды»                                                                                 |     |
| <b>Булат Т.Б.</b><br>«Еңбек өнімділігін басқару жүйесіндегі эргономикалық кәсіптік тәуекелдер»                                                                                                 | 34  |
| <b>Bulat T.B.</b><br>“Ergonomic occupational risks in the labor productivity management system”                                                                                                |     |
| <b>Булат Т.Б.</b><br>«Эргономические профессиональные риски в системе управления производительностью труда»                                                                                    |     |
| <b>Райхан М.С.</b><br>«ҚР тау-кен өнеркәсібіндегі өндірістік жарақаттарды талдау»                                                                                                              | 42  |
| <b>Raikhon M.S.</b><br>“Analysis of occupational injuries in the mining industry of the Republic of Kazakhstan”                                                                                |     |
| <b>Райхан М.С.</b><br>«Анализ производственного травматизма в горнодобывающей отрасли Республики Казахстан»                                                                                    |     |
| <b>Искакова А.С., Мұхамбет Ш.</b><br>«Еңбек процестерінің стандарттарында монте карло әдісімен біркелкі таралған бағалаушылардың тиімділігі»                                                   | 57  |
| <b>Iskakova A.S., Mukhambet Sh.</b><br>“The effectiveness of uniformly distributed estimates using the Monte Carlo method in standardization tasks of labor processes”                         |     |
| <b>Искакова А.С., Мұхамбет Ш.</b><br>«Еңбек процестерін стандарттау тапсырмаларында монте-карло әдісімен біркелкі таратылған бағалаулардың тиімділігі»                                         |     |
| <b>Қабдолла Д.С.</b><br>«ҚР еңбек қауіпсіздігі және денсаулық сақтау жүйесіндегі үлкен деректер және сандық іздер: мүмкіндіктер мен қиындықтар»                                                | 63  |
| <b>Kabdolla D.S.</b><br>“Big Data and digital traces in the labor protection system in the Republic of Kazakhstan: opportunities and challenges”                                               |     |
| <b>Қабдолла Д.С.</b><br>«Big Data и цифровые следы в системе охраны труда в республике казахстан: возможности и вызовы»                                                                        |     |
| <b>Искакова А.С.</b><br>«Өндірістік шектеулерді ескере отырып, еңбек шығындарын оптимизациялаудың стохастикалық модельдері»                                                                    | 75  |
| <b>Iskakova A.S.</b><br>“Stochastic models of labor cost optimization taking into account production constraints”                                                                              |     |
| <b>Искакова А.С.</b><br>«Стохастические модели оптимизации трудозатрат с учетом производственных ограничений»                                                                                  |     |
| <b>Амирбекова Н.А.</b><br>«Жасанды интеллект негізінде Қазақстанда еңбекті қорғаудың цифрлық трансформациясы»                                                                                  | 87  |
| <b>Amirbekova N.A.</b><br>“Digital transformation of labor protection in Kazakhstan based on artificial intelligence”                                                                          |     |
| <b>Амирбекова Н.А.</b><br>«Цифровая трансформация охраны труда в Казахстане на основе искусственного интеллекта»                                                                               |     |
| <b>Искакова А.С., Мейрамжан Е.</b><br>«Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептің аналитикалық шешімінің табу әдістері»                                                    | 100 |
| <b>Iskakova A.S., Meiramzhan E.</b><br>“Methods for finding analytical solutions to boundary value problems for a system of loaded differential equations”                                     |     |
| <b>Искакова А.С., Мейрамжан Е.</b><br>«Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептің аналитикалық шешімінің табу әдістері»                                                    |     |
| <b>Насырова Г.А.</b><br>«Ғылыми мектептің ғылыми әлеуетті дамытудағы рөлі мен маңызы»                                                                                                          | 105 |
| <b>Nasyrova G.A.</b><br>“The role and significance of the scientific school in the formation of scientific potential”                                                                          |     |
| <b>Насырова Г.А.</b><br>«Роль и значение научной школы в формировании научного потенциала»                                                                                                     |     |



## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ КӘСІПТІК ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУ ТЕТІКТЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ (ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижелері негізінде)

<sup>a</sup>Ж.Х. Есбенбетова , <sup>a</sup>А.Б. Ибраева , <sup>a</sup>А.Т. Қияқбай

*<sup>a</sup>Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің, Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты ШЖҚ РМК, Астана қ., Қазақстан*

### Аңдатпа

Мақала Қазақстан Республикасындағы кәсіптік тәуекелдерді басқару (КТБ) жүйесінің қалыптасуы мен дамуының ғылыми-әдістемелік және нормативтік-құқықтық негіздерін талдауға арналған. Кәсіптік тәуекелдерді басқару жұмыскерлердің өмірі мен денсаулығын сақтауға, өндірістік жарақаттану мен кәсіптік ауруларды азайтуға бағытталған еңбекті қорғау жүйесінің негізгі элементі ретінде қарастырылады. Зерттеуде Халықаралық еңбек ұйымының ұсынымдары мен ISO 45001 халықаралық стандарттарының қағидаттарын ұлттық деңгейде енгізу тәжірибесі зерделенген.

Мақаланың мақсаты – Қазақстан Республикасында кәсіптік тәуекелдерді басқару тетіктерінің қазіргі жай-күйін ғылыми тұрғыда бағалау, қолданыстағы нормативтік-құқықтық базаның тиімділігін талдау және оны жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеу. Материалдар ретінде 2007–2020 жылдар аралығында Қазақстан Республикасы Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты жүргізген ғылыми-техникалық бағдарламалардың нәтижелері пайдаланылды.

Зерттеу барысында кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың әртүрлі халықаралық әдістемелеріне салыстырмалы талдау жүргізіліп, Қазақстан жағдайына бейімделген бірыңғай әдістемелік тәсілдер негізделді. Кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін енгізу үшін нормативтік-әдістемелік ұсынымдар, бағалау әдістемелері, оқу бағдарламалары және кәсіпорын деңгейіндегі құжаттамалар әзірленді.

Мақалада алынған ғылыми нәтижелердің 2020 жылы қабылданған «Кәсіптік тәуекелдерді басқару» қағидаларының қалыптасуына негіз болғаны, сондай-ақ 2024–2030 жылдарға арналған Қауіпсіз еңбек тұжырымдамасын іске асырудағы рөлі көрсетіледі. Зерттеу нәтижелері тәуекелге бағдарланған тәсіл негізінде еңбекті қорғаудың ұлттық басқару жүйесін жаңғыртуға бағытталған.

### Кілт сөздер:

кәсіптік тәуекелдерді басқару, еңбекті қорғау, кәсіптік тәуекел, еңбек қауіпсіздігі, тәуекелге бағдарланған тәсіл, Халықаралық еңбек ұйымы, нормативтік-құқықтық реттеу, өндірістік жарақаттану, кәсіптік аурулар, еңбек жағдайларын бағалау, ұлттық еңбекті қорғау жүйесі.

**Кіріспе.** Кәсіптік тәуекелдерді басқару – жұмыскерлердің өмірі мен денсаулығын сақтауға, өндірістік жарақаттану мен кәсіптік аурулардың алдын алуға бағытталған еңбекті қорғау жүйесінің маңызды элементі. Қазақстанда еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етудің қазіргі жағдайында кәсіптік тәуекелдерді басқа-

ру (бұдан әрі – КТБ) жетекші орын алады. Бұл үдеріс жұмыскерлердің денсаулығына әсер ететін қауіпті және зиянды өндірістік факторларды айқындауға, бағалауға және оларды азайтуға бағытталған.

Еңбекті қорғау саласындағы жаһандық үрдістерді ескере отырып, Қазақстан Халықаралық еңбек ұйымының (ХЕҰ) ұсынымдары [1] мен ISO 45001 [2] халықаралық стандартының қағидаларын ұлттық жағдайға бейімдей отырып, 2020 жылы «Кәсіптік тәуекелдерді басқару» қағидаларын [3] қабылдады.

КТБ-ны реттейтін негізгі құжаттарға Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі, «Кәсіптік тәуекелдерді басқару» қағидалары, сондай-ақ өзге де нормативтік-құқықтық актілер жатады. КТБ рәсімдерін іске асыру нәтижесінде өндірістік жарақаттану мен кәсіптік аурулардың төмендеуіне еңбекті қорғауды басқару жүйесінің барлық компоненттері арасында өзара байланыс орнатылған жағдайда ғана қол жеткізуге болады.

**Зерттеудің мақсаты** - Қазақстан Республикасындағы кәсіптік тәуекелдерді басқару тетіктерінің қазіргі жағдайын ғылыми тұрғыда талдау, қолданыстағы нормативтік-құқықтық базаның тиімділігін бағалау және кәсіптік тәуекелдерді басқару тәжірибесін жетілдіруге бағытталған ғылыми-зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып ұсыныстар әзірлеу.

**Материалдар мен әдістер.** Мақалада Қазақстан Республикасы Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты (бұдан әрі – Институт) тарапынан кәсіптік тәуекелдерді басқару мәселелері бойынша ғылыми-техникалық бағдарламалар аясында жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері қарастырылды.

Қазақстанда кәсіптік тәуекелдерді басқару тетіктерін әзірлеу жұмыстары 2007 жылдан бастау алады. Осы кезеңнен бастап Институт ХЕҰ тәсілдеріне, халықаралық стандарттарға және ISO 45001 қағидаларына негізделген ғылыми зерттеулер жүргізді.

2009–2011 жылдардағы зерттеулер нәтижесінде «Өндірістік орта факторларына байланысты техникалық тұрғыдан қол жеткізуге болатын, экономикалық және әлеуметтік негізделген ең төменгі рұқсат етілген тәуекелді қамтамасыз ету» ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында бірқатар маңызды қорытындылар жасалды. Атап айтқанда, Қазақстандағы еңбекті қорғау мен қауіпсіздікті басқару жүйесі кәсіптік тәуекелдерді басқару саласындағы халықаралық талаптарға толық сәйкес келмейтіні анықталды. Өндірістегі жұмыстарды ұйымдастырудың жеткіліксіздігі, жұмыс берушілер мен жұмыскерлердің құзыреттілігінің төмен деңгейі, медициналық-профилактикалық қызмет көрсету жүйесінің тиімді еместігі өртүрлі салалардағы жарақаттану деңгейін төмендетуге кедергі келтіретіні көрсетілді [4].

Зерттеу нәтижелері бойынша еңбек заңнамаларын жетілдіру мақсатында төмендегілер:

- әзірленген *«Еңбек жағдайлары бойынша өндірістік объектілердің жұмыс орындарын аттестаттауды жүргізу қағидаларының»* жетілдіру;

- жұмыс орнындағы еңбек жағдайларын интегралды бағалауға байланысты кәсіптік тәуекелді айқындай отырып, еңбекті қорғауды және кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесіндегі кәсіптік және өзге де тәуекелдерді бағалау жөніндегі ұлттық нормативтік актілерді дайындау және қабылдау;

- жұмыс орындары бойынша және тұтастай ұйым бойынша кәсіптік тәуекелдердің интегралдық көрсеткіштері негізінде кәсіптік тәуекелдерді басқаруды ақпараттық қамтамасыз етудің автоматтандырылған жүйесін құру;

- негізгі кәсіптік топтар бойынша кәсіптік тәуекел деңгейі жоғары жұмыс орындарының (экономикалық қызмет түрлері бойынша) тізбесін анықтау және оларда еңбекті қорғау саласында аккредиттелген мамандандырылған ұйымдар мен еңбек медицинасының ірі корпоративтік орталықтарының күштерімен кәсіптік тәуекел деңгейлері мен өзгеру динамикасының тұрақты және дәйекті мониторингін ұйымдастыру;

- өндірістегі жазатайым оқиғалардан және кәсіптік аурулардан міндетті әлеуметтік сақтандыру бойынша ұйымның жеке сақтандыру тарифін есептеу үшін белгіленген интегралды көрсеткіштерді қабылдау ұсынылды.

Сонымен қатар, Қазақстан Республикасында кәсіптік тәуекелдерді басқару менханизмінің алғышарттары құрылды. Айта кететін жайт, осы ғылыми зерттеулер аясында, мысалы Ресей федерациясындағы Клин институтының сандық әдістемесі [5], Финляндия мемлекетінің Эльмери жүйесі негізіндегі әдісі [6] және халықаралық, және отандық қолданыстағы заңнамалар негізінде жасалған бірыңғай әдістемені қолдана отырып, Қазақстанның бірқатар кәсіпорындарында пилоттық режимде кәсіптік бағалаулар жүргізілді. Нәтижесінде, Клин институтының әдістемесі жекелеген жұмыскерлерге жасалады, тек еңбек өтілі көбейген сайын тәуекел дәрежесі жоғары көрсеткішке ие болады. Екінші Эльмери әдісі сарапшылық бағалауға тікелей байланысты, демек бұл жерде әр сарапшының біліктілігіне байланысты түрлі нәтижелер беруі мүмкін. Ал осы ғылыми-техникалық бағдарламалар аясында жасалған бірыңғай әдістеме көп уақытты қажет ететін есептеулерден тұратындығы анықталды.

Сол себепті, 2017 жылы Институт қызметкерлері «Қазақстан Республикасында кәсіптік тәуекелдерді басқарудың ғылыми-әдістемелік негізін құру» тақырыбы аясында республикамыздың кәсіпорындарда кәсіптік тәуекелді басқару жүйесін ендіру үшін нормативті-әдістемелікпен қамтамасыз етуді жетілдіру жұмыстарын іске асыру мақсатында ғылыми-зерттеу жұмыстарын алып барды.

Зерттеу нәтижесінде, кәсіптік тәуекелді басқарумен байланысты терминологияға ғылыми - талдамалық шолу дайындалды және Халықараларық еңбек ұйымының ұсынымдары мен халықаралық тәжірибені ескере отырып, кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесінің ғылыми терминологиясы мен әдіснамасы қалыптастырылды. Нормативтік-техникалық және нормативтік-құқықтық дереккөздерді теориялық талдау негізінде Қазақстан Республикасының басты еңбек заңнамасына «*еңбекті қорғауды басқару жүйесі*» «*кәсіптік тәуекел*», «*кәсіптік тәуекелді бағалау*», «*кәсіптік тәуекелдерді басқару*» терминдері енгізілді [7].

Кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесіне қатысты Қолданыстағы нормативтік-құқықтық негіздер өзектендірілді, «пилоттық» кәсіпорындарда кәсіптік тәуекелдерді басқаруға көшудің ғылыми - әдістемелік ұсынымдары әзірленді және сыналды, еңбек заңнамасын реформалау және еңбекті қорғаудың мемлекеттік саясатын жаңғырту бойынша ұсыныстар дайындалды. Атап айтсақ, *Кәсіпорында кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін енгізу бойынша әдістемелік ұсынымдар* [8], *Кәсіптік тәуекелдерді бағалау әдістемесі (жеке және интегралдық кәсіптік тәуекелдерді есептеуді сипаттай отырып)* [9], *Кәсіптік тәуекелдер дәрежесіне байланысты ауыр жұмыстарда, еңбек жағдайлары зиянды және қауіпті жұмыстарда істейтін жұмыскерлерге кепілдіктердің түрі мен көлемін белгілеу әдістемесі* [10], *Кәсіптік тәуекелдер дәрежесіне байланысты сақтандыру тарифін немесе оған жеңілдіктер/үстемеақыларды белгілеу әдістемелері* [11] жасалды. *Кәсіптік тәуекелдерді басқару* оқыту курсы бойынша біліктілікті арттырудың оқу бағдарламасы әзірленді [12], ол эксперименттік режимде «пилоттық» кәсіпорындарда сынақтан өтті.

Кәсіптік тәуекелдерді басқаруға байланысты нормативтік-құқықтық құжаттардың 3 жобасы өзектендірілді, олар:

- ҚР Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрінің 2015 жылғы 28 желтоқсандағы № 1057 бұйрығымен бекітілген *Өндірістік объектілерді еңбек жағдайлары бойынша міндетті мерзімдік аттестаттау қағидалары* [13];

- ҚР Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрінің 2015 жылғы 28 желтоқсандағы № 1053 бұйрығымен *Өндірістердің, цехтардың, кәсіптер мен лауазымдардың тізімі, ауыр жұмыстардың, зиянды және (немесе) қауіпті еңбек жағдайлары бар жұмыстардың тізімі, олардың жұмысы жұмыс уақытының қысқартылған ұзақтығына, жыл сайынғы қосымша ақы төленетін еңбек демалысына және еңбекақы мөлшерінің жоғарылауына құқық береді, сондай-ақ оларды беру қағидалары* [14];

- «*Қызметкерді еңбек (қызметтік) міндеттерін атқару кезінде оны жазатайым оқиғалардан міндетті сақтандыру туралы*» 2005 жылғы 7 ақпандағы № 30 ҚР Заңы [15].

«*Кәсіпорындардағы кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесінің құжатталған стандарттары*» стандарттары түрінде кәсіпорынның ішкі құжаттарының тізбесі қалыптастырылды және кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесінің негізгі құжаттамасының 11 нысаны әзірленді. «*Кәсіптік тәуекелдерді басқару*» оқыту курсы бойынша біліктілікті арттырудың оқу бағдарламасы әзірленді, ол эксперименттік режимде кәсіпорындарда сынақтан өтті.

Зерттеу нәтижелері бойынша Қазақстан Республикасында 7 бөлімнен тұратын кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін енгізу Бағдарламасының жобасы әзірленді: 1) Жалпы ережелер; 2) Ағымдағы жағдайды талдау; 3) Бағдарламаның мақсаттары мен міндеттері; 4) Күтілетін нәтижелер; 5) Кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесінің моделі; 6) Еңбек заңнамасын және нормативтік құқықтық актілерді реформалау; 7) Бағдарламаны ақпараттық қамтамасыз ету, оқыту және консультация беру. Бағдарлама мемлекеттік органдар үшін нормативтік-құқықтық актілер арқылы, жұмыс беруші үшін кәсіпорынның нормативтік-әдістемелік құжаттары арқылы, жұмкер үшін кәсіптік тәуекелдер туралы хабардар ету арқылы кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін енгізуге басшылықты білдіреді.

Ең маңыздысы, осы екі ғылыми-техникалық бағдарламалардың нәтижелері қазіргі кездегі қолданыстағы Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрінің 2020 жылғы 11 қыркүйектегі № 363 бұйрығымен бекітілген «*Кәсіптік тәуекелдерді басқару*» қағидаларына, негіз болды.

Қазіргі таңда 2024 жылы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 26 желтоқсандағы, «Қазақстан Республикасының 2024-2030 жылдарға арналған қауіпсіз еңбек тұжырымдамасын бекіту туралы» қаулысының іске асыру жоспарына сәйкес [16], Тәуекелге бағдарланған тәсіл негізінде еңбекті қорғау жөніндегі ұлттық басқару жүйесін жаңғырту - 1 бағыты аясында 8 түрлі негізгі іс-шараларды орпындау көзделген, оларға:

1. Кәсіптік тәуекелдерді басқару қағидаларын:

- 1) кәсіпорынның кәсіптік тәуекелін интегралды бағалау (кәсіпорындарды кәсіптік тәуекел дәрежесі бойынша саралау);

- 2) ерекше еңбек жағдайларында (жерасты жұмыстары, ашық ауада, биіктікте жұмыс істеу және т.б.) кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың жеке тәртібін;

- 3) шағын және микро кәсіпорындарда кәсіптік тәуекелді бағалаудың оңайлатылған тәртібін енгізуді ескере отырып, кәсіптік тәуекелдерді бағалау тәртібін өзгерту бөлігінде қайта қарап шығу.

2. Өндірістік объектілерді еңбек жағдайлары бойынша аттестаттау рәсімін алып тастау; мамандандырылған ұйымдарға, оларды тіркеу тәртібіне, сондай-ақ оларды бағалау нәтижелері үшін жауапкершілікті айқындау қойылатын талаптарды күшейтуге мәселелері бойынша түзетулер әзірлеу.

3. Еңбек жөніндегі уәкілетті органның қолданыстағы автоматтандырылған ақпараттық жүйесі базасында кәсіптік тәуекелдерді бағалау нәтижелерін тіркеу және есепке алу модулін енгізу.

4. Еңбек жөніндегі уәкілетті органның қолданыстағы автоматтандырылған ақпараттық жүйесі базасында кәсіпорындардың цифрлық картасын енгізу және оны мемлекеттік органдардың ақпараттық жүйелерімен интеграциялау.

5. Жұмыскерлерді кәсіптік тәуекелге байланысты жеке қорғану құралдарымен қамтамасыз ету жөнінде шаралар қабылдау.

6. Міндетті мерзімді міндетті медициналық қарап-тексерулер тәртібін жетілдіру бойынша зерттеулер жүргізу.

7. «Шахталардағы еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау туралы» халықаралық еңбек ұйымының № 176 конвенциясын ратификациялау, сондай-ақ қолданыстағы еңбек заңнамасына ілеспе өзгерістер мен толықтырулар енгізудің қажеттілігі туралы мәселені қарау.

8. Қауіпті өндірістік объектілері бар ұйымдармен бірлесіп технологиялық қайта жарақтандыру арқылы, қауіпті өндірістік объектілердің олардың авариялық деңгейін төмендету жұмысын жүргізу кіреді.

Жоғарыда айтылған Тұжырымдаманың іс-шаралары негізінде, қазіргі таңда еңбек жағдайларында (жерасты жұмыстары, ашық ауада, биіктікте жұмыс істеу, және т.б.) өндірістік факторларды идентификациялау, бағалау, сондай-ақ өндірістік факторлардың кешенді әсерін бағалау және кәсіптік тәуекел дәрежесі бойынша жұмыс орнын саралау тәсілдері әзірленуде. Өндірістік объектілерді еңбек жағдайлары бойынша аттестаттау рәсімі өз күшін жояды. Мамандандырылған ұйымдарға, оларды тіркеу тәртібіне, сондай-ақ оларды бағалау нәтижелері үшін жауапкершілікті айқындау қойылатын талаптарды күшейтуге мәселелері бойынша түзетулер әзірленді. Еңбек жөніндегі уәкілетті органның қолданыстағы автоматтандырылған ақпараттық жүйесі базасында кәсіптік тәуекелдерді бағалау нәтижелерін тіркеу және есепке алу модулін енгізу жұмыстары жүргізілуде. Еңбек жөніндегі уәкілетті органның қолданыстағы автоматтандырылған ақпараттық жүйесі базасында кәсіпорындардың цифрлық картасын енгізу және оны мемлекеттік органдардың ақпараттық жүйелерімен интеграциялау жүзеге асырылып жатыр. Ол өз кезегінде, еңбек жағдайларына тұрақты мониторинг жүргізу; нақты уақыт режимінде деректерді талдауды жинау; аз шығындармен заңнама нормаларының орындалуын қамтамасыз ету; жазатайым жағдайларда жарақат алу және кәсіптік аурулар тәуекелдерін азайту үшін оң ықпалын тигізеді.

### Қорытынды

2009–2011 жылдары жүргізілген зерттеулер Қазақстан Республикасында кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін енгізудің ғылыми және әдіснамалық алғышарттарын қалыптастырды. Ал 2017 жылғы зерттеулер нәтижесінде кәсіптік тәуекелдерді басқарудың ұлттық жүйесін дамытуға бағытталған кешенді әдістемелік және нормативтік база әзірленді.

Қазіргі кезеңде кәсіптік тәуекелдерді басқару тетіктерін жаңғырту аясында цифрландыру жұмыстары белсенді жүргізілуде. Цифрлық шешімдерді енгізу адам факторын азайтуға, деректерді автоматты түрде жинау мен талдауға, тәуекелдерді болжау және модельдеу мүмкіндіктерін кеңейтуге, қашықтан бағалау мен бақылауды жүзеге асыруға жағдай жасайды. Бұл өз кезегінде еңбекті қорғауды басқарудың тиімділігін арттырып, жазатайым оқиғалар мен кәсіптік аурулар қаупін төмендетуге, қауіпсіз өндірістік ортаны қалыптастыруға ықпал етеді.

### Алғыс, мүдделер қақтығысы, қаржыландыру көздері

Пилоттық зерттеулерді жүргізуге ат салысқан өнеркәсіп басшыларына алғыс білдіреді.

Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын айтады.

Мақалада «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК-ның ғылыми-зерттеу жұмыстарын бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде ғылыми-техникалық бағдарламаларды іске асыру барысында алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері ұсынылған.

### Авторлардың үлесі

Есбенбетова Ж.Х., Ибраева А.Б., Қияқбай А.Т. ғылыми мақаланы жазу барысында зерттеу мақсаттары мен міндеттерін тұжырымдауды, әдебиет деректерін талдауға және жалпылауға қатысуды, зерттеу нәтижелерін түсіндіруді және тұжырымдарды талдау жүргізді. Мақалада алынған ғылыми нәтижелердің 2020 жылы қабылданған «Кәсіптік тәуекелдерді басқару» қағидаларының қалыптасуына негіз болғаны, сондай-ақ 2024–2030 жылдарға арналған Қауіпсіз еңбек тұжырымдамасын іске асырудағы

релі көрсетілді. Мақаланы жазу барысында эксперименттік деректерді жинау және жүйелеу, қолжазба мәтінін жазу және редакциялау жұмыстары жүргізілді.

Барлық авторлар мақалаға тең үлес қосты.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Халықаралық еңбек ұйымының ұсынымдары <https://www.ilo.org/ru/ca>
2. ISO 45001 <https://www.iso.org/ru/news/ref2271.html>
3. Кәсіптік тәуекелдерді басқару қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрінің 2020 жылғы 11 қыркүйектегі № 363 бұйрығы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2000021197>
4. 2009-2011 жж. «Техникалық қол жеткізуге болатын, экономикалық және әлеуметтік негізделген ең төменгі рұқсат етілген кәсіптік тәуекелді қамтамасыз ету бойынша еңбекті қорғауды басқарудың ғылыми - әдістемелік негіздерін зерттеу және әзірлеу» тақырыбы, «Еңбек жағдайлары мен кәсіптік тәуекелдерге әсер етудің басқару тетіктері мен әдістерін жетілдіру». тапсырма бойынша ғылыми - зерттеу жұмысы туралы есеп.
5. Клинт институтының сандық әдістемесі <https://www.kiout.ru/services/riskmanagement/riskassessment>
6. Климов Н.А., Денисов Э.И., Прокопенко Л. В. Жұмыскерлердің денсаулығына кәсіптік тәуекелді сандық бағалау // Еңбек медицинасы және өнеркәсіптік экология. – 2004. – № 6. – Б. 1-6.
7. Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі 2015 жылғы 23 қарашадағы № 414-V ҚРЗ <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1500000414>
8. Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х. Кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін енгізу бойынша әдістемелік ұсынымдар/ Ғылыми-әдістемелік басылым. «Қазақ зағиптар қоғамы» ҚБ Жетісу оқу-өндірістік кәсіпорны ЖШС, 2017ж., 1-80 ББ.
9. Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х., Грибенко Л.А., Әбілов А.Қ., Танабаева А.Е., Сарыбаева К.Д. «Кәсіптік тәуекел дәрежесінің жеке көрсеткішін есептеу әдістемесі» (ғылыми туынды) 2017 жылғы «3» қазандағы № 2259 авторлық құқық куәлігі.
10. Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х., Грибенко Л.А., Мұқанова Д.Б., Айткенова Г.Т. «Кәсіптік тәуекел дәрежесіне байланысты ауыр жұмыстарда, еңбек жағдайлары зиянды және қауіпті жұмыстарда істейтін қызметкерлерге кепілдіктердің түрі мен көлемін белгілеу әдістемесі» (ғылыми туынды) 2017 жылғы «3» қазандағы № 2258 авторлық құқық куәлігі.
11. Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х., Грибенко Л.А., Д. Мұқанова Д.Б., Айткенова Г.Т., Кәсіптік тәуекел дәрежесіне байланысты сақтандыру тарифін немесе оған жеңілдіктер/үстемеліктер белгілеу әдістемесі (ғылыми туынды) 2017 жылғы «3» қазандағы № 2256 авторлық құқық куәлігі.
12. Бисакаев С.Г., Абикенова Ш.К., Есбенбетова Ж.Х., Грибенко Л.А., Шайхы Р.Т., Әбілов А.Қ., Танабаева А.Е. «Кәсіптік тәуекелдерді басқару» курсы бойынша оқу бағдарламасы (ғылыми туынды) 2017 жылғы «3» қазандағы № 2261 авторлық құқық куәлігі.
13. Өндірістік объектілерді еңбек жағдайлары бойынша міндетті мерзімдік аттестаттау қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрінің 2015 жылғы 28 желтоқсандағы № 1057 бұйрығы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1500012743>
14. Ауыр жұмыстардың, еңбек жағдайлары зиянды және (немесе) қауіпті жұмыстардың тізбесін, жұмыс істеу жұмыс уақытының қысқартылған ұзақтығына, жыл сайынғы ақы төленетін қосымша еңбек демалысына және еңбекке ақы төлеудің жоғарылатылған мөлшеріне құқық беретін өндірістердің, цехтардың, кәсіптер мен лауазымдардың тізімін, сондай-ақ оларды беру қағидаларын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау және әлеуметтік даму министрінің 2015 жылғы 28 желтоқсандағы № 1053 бұйрығы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1500012731>
15. Қызметкер еңбек (қызметтік) міндеттерін атқарған кезде оны жазатайым оқиғалардан міндетті сақтандыру туралы Қазақстан Республикасының 2005 жылғы 7 ақпандағы N 30 Заңы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z050000030>
16. Қазақстан Республикасының 2024–2030 жылдарға арналған қауіпсіз еңбек тұжырымдамасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 26 желтоқсандағы № 1182 қаулысы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300001182>

## REFERENCES

1. recommendations of the International Labor Organization <https://www.ilo.org/ru / sa>
2. ISO 45001 <https://www.iso.org/ru/news/ref2271.html>
3. order of the minister of Labor and social protection of the Republic of Kazakhstan dated September 11, 2020 No. 363 on approval of the rules for occupational risk management. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2000021197>
4. 2009-2011. The topic" research and development of scientific and methodological foundations of labor protection management to ensure the minimum permissible occupational risk, which is technically achievable, economically and socially justified", "improving management mechanisms and methods of influencing working conditions and occupational risks". report on research work on the assignment.
5. digital methodology of the Klin Institute <https://www.kiout.ru/services/riskmanagement/riskassessment>
6. Klimov N.A., Denisov E.I., Prokopenko L.V. quantitative assessment of occupational health risk of Employees // Occupational Medicine and industrial ecology. – 2004. - No. 6. - p. 1-6.
7. Labor Code of the Republic of Kazakhstan dated November 23, 2015 No. 414-V kr <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K1500000414>
8. Bisakaev S.G., Abikenova Sh.K., Esbenbetova Zh.K. methodological recommendations for the implementation of the professional risk management system/ Scientific and methodological publication. LLP Zhetysu educational and production enterprise NGO" Kazakh Society of the blind", 2017, pp. 1-80.
9. Bisakaev S.G., Abikenova Sh.K., Esbenbetova Zh.H., Gribenko.L.A., Abilov A.K., Tanabaeva A.E., Sarybayeva K.D. "methodology for calculating the individual indicator of the degree of professional risk "(scientific work) copyright Certificate No. 2259 dated October 3, 2017.
10. Bisakaev S.G., Abikenova Sh.K., Esbenbetova Zh.Kh., Gribenko L.A., Mukanova D.B., Aitkenova G.T. "methodology for determining the type and scope of guarantees for employees engaged in heavy work, work with harmful and dangerous working conditions depending on the degree of occupational risk" (scientific work) copyright Certificate No. 2258 dated October 3, 2017.
11. Bisakaev S.G., Abikenova Sh.K., Esbenbetova Zh.Kh., Gribenko L.A., D. Mukanova D.B., Aitkenova G.T. methodology for establishing an insurance tariff or benefits/allowances for it depending on the degree of professional risk (scientific work) copyright Certificate No. 2256 dated October 3, 2017.
12. Bisakaev S.G., Abikenova Sh.K., Esbenbetova Zh.Kh., Gribenko L.A., Shaikhy R.T., Abilov A.K., Tanabaeva A.E. training program for the course " professional risk management "(scientific work) copyright Certificate No. 2261 dated October 3, 2017.
13. order of the minister of Health and social development of the Republic of Kazakhstan dated December 28, 2015 No. 1057 on approval of the rules for mandatory periodic certification of production facilities for working conditions. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1500012743>
14. order of the minister of Health and social development of the Republic of Kazakhstan dated December 28, 2015 No. 1053 on approval of the list of hard work, work with harmful and (or) dangerous working conditions, the list of industries, workshops, professions and positions that give the right to reduced working hours, additional annual paid leave and increased wages, as well as the rules for their provision. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1500012731>
15. the law of the Republic of Kazakhstan dated February 7, 2005 No. 30 on compulsory accident insurance of an employee in the performance of Labor (official) duties. [https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z050000030\\_](https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z050000030_)
16. resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 26, 2023 No. 1182 on approval of the concept of safe Labor of the Republic of Kazakhstan for 2024-2030. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300001182>

# АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

## (на основании результатов научно-исследовательской работы)

<sup>а</sup>Ж.Х. Есбенбетова., <sup>а</sup>А.Б. Ибраева., <sup>а</sup>А.Т. Киякбай

<sup>а</sup>РГП на ПХВ Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан

### Аннотация

Статья посвящена анализу научно-методических и нормативно-правовых основ становления и развития системы управления профессиональными рисками (УПР) в Республике Казахстан. Управление профессиональными рисками рассматривается как основной элемент системы охраны труда, направленный на сохранение жизни и здоровья работников, снижение производственного травматизма и профессиональных заболеваний. В исследовании изучен опыт внедрения рекомендаций Международной организации труда и принципов международных стандартов ISO 45001 на национальном уровне.

Цель статьи - научная оценка современного состояния механизмов управления профессиональными рисками в Республике Казахстан, анализ эффективности действующей нормативно-правовой базы и выработка предложений по ее совершенствованию. В качестве материалов использованы результаты научно-технических программ, проведенных в период с 2007 по 2020 годы Республиканским научно-исследовательским институтом по охране труда Республики Казахстан.

В ходе исследования был проведен сравнительный анализ различных международных методик оценки профессиональных рисков, обоснованы единые методические подходы, адаптированные к условиям Казахстана. Для внедрения системы управления профессиональными рисками разработаны нормативно-методические рекомендации, методики оценки, учебные программы и документация на уровне предприятия.

В статье указывается, что полученные научные результаты легли в основу формирования принципов «управления профессиональными рисками», принятых в 2020 году, а также роль в реализации концепции безопасного труда на 2024-2030 годы. Результаты исследования направлены на модернизацию национальной системы управления охраной труда на основе риск-ориентированного подхода.

### Ключевые слова:

управление профессиональными рисками, охрана труда, профессиональный риск, безопасность труда, риск-ориентированный подход, международная организация труда, нормативно-правовое регулирование, производственный травматизм, профессиональные заболевания, оценка условий труда, национальная система охраны труда.

# ANALYSIS OF PROFESSIONAL RISK MANAGEMENT MECHANISMS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN (based on the results of the research work)

<sup>a</sup>Zh.H. Yesbenbetova., <sup>a</sup>A.B. Ibraeva., <sup>a</sup>A.T. Kiyakbai

<sup>a</sup>«RSE at the National Research Institute for Occupational Safety of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

## Abstract

The article is devoted to the analysis of scientific, methodological and regulatory foundations of the formation and development of the professional risk management system in the Republic of Kazakhstan. Occupational risk management is considered as the main element of the occupational safety system, aimed at preserving the life and health of employees, reducing occupational injuries and diseases. The study examines the experience of implementing the recommendations of the International Labor Organization and the principles of international standards ISO 45001 at the national level.

The purpose of the article is a scientific assessment of the current state of professional risk management mechanisms in the Republic of Kazakhstan, an analysis of the effectiveness of the current regulatory framework and the development of proposals for its improvement. The materials used are the results of scientific and technical programs conducted in the period from 2007 to 2020 by the Republican Research Institute for Labor Protection of the Republic of Kazakhstan.

In the course of the study, a comparative analysis of various international methods for assessing occupational risks was carried out, and unified methodological approaches adapted to the conditions of Kazakhstan were substantiated. Regulatory and methodological recommendations, assessment methods, training programs and documentation at the enterprise level have been developed for the implementation of the professional risk management system.

The article indicates that the scientific results obtained formed the basis for the formation of the principles of "occupational risk management" adopted in 2020, as well as a role in the implementation of the concept of safe work for 2024-2030. The research results are aimed at modernizing the national occupational safety and health management system based on a risk-based approach.

## Keywords:

occupational risk management, occupational safety, occupational risk, occupational safety, risk-based approach, international labor organization, regulatory framework, occupational injuries, occupational diseases, assessment of working conditions, national occupational safety system.

### Авторлар туралы ақпарат

**Есбенбетова Жанат Халыковна**, «Экология» жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Кәсіптік тәуекелдерді бағалау орталығының басшысы, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: a.a.a\_j@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3966-327X>

**Ибраева Анара Боранбаевна**, Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Кәсіптік тәуекелдерді бағалау орталығы басшысының орынбасары, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: Anara-2497@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9056-2423>

**Қияқбай Аманжан Темірұлы**, Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Кәсіптік тәуекелдерді бағалау орталығының бас сарапшысы, ALT Университетінің магистранты, e-mail: amanzhan\_2001.01@mail.ru

### Информация об авторах

**Есбенбетова Жанат Халыковна**, магистр естественных наук, руководитель Центра оценки профессиональных рисков, Республиканского научно-исследовательского института по охране труда ул. Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: a.a.a\_j@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3966-327X>

**Ибраева Анара Боранбаевна**, заместитель руководителя Центра оценки профессиональных рисков, Республиканского научно-исследовательского института по охране труда ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: Anara-2497@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9056-2423>

**Киякбай Аманжан Темирулы**, главный эксперт Центра оценки профессиональных рисков, Республиканского научно-исследовательского института по охране труда ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: e-mail: amanzhan\_2001.01@mail.ru

### Information about the authors

**Yesbenbetova Zhanat Halykovna**, Master of Natural Sciences, Head of the Center for Occupational Risk Assessment, Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, 18 Kravtsova St., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: a.a.a\_j@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3966-327X>

**Ibraeva Anara Boranbaevna**, Deputy Head of the Center for Occupational Risk Assessment, Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, 18 Kravtsova St., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: Anara-2497@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9056-2423>

**Kiyakbai Amanzhan Temiruly**, Chief Expert of the Center for Occupational Risk Assessment, Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, 18 Kravtsova St., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: amanzhan\_2001.01@mail.ru

УДК 61.613.6  
МРНТИ 86.19



## ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ТӘУЕКЕЛДЕРІН БАСҚАРУ

<sup>a</sup>Насырова Г.А. , <sup>a</sup>Едильбаева Л.И. , <sup>a</sup>Рахметова А.М. , <sup>a</sup>Алшынбекова Г.К.  ,  
<sup>a</sup>Кульмагамбетова Э.А. , <sup>a</sup>Сагиндикова Н.Т. 

<sup>a</sup>Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты ШЖҚ РМК, Астана қ., Қазақстан

### Аңдатпа

Мақалада технологиялық күрделілік пен сыртқы ортаның жоғары белгісіздігі жағдайында жұмыс істейтін тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарында тәуекелдерді басқарудың нәтижелі жүйесін құрудың тұжырымдамалық және практикалық мәселелері зерттеледі. Тәуекелдердің қолданыстағы жіктемелеріне талдау жасалады, олардың әдіснамалық негіздері, өндірістік тәжірибеде қолдану кезіндегі артықшылықтары мен шектеулері ашылады. Өндірістік циклдің ерекшеліктерін, капиталды қажетсіну деңгейін, өнеркәсіптік және экологиялық қауіпсіздік талаптарын, сондай-ақ кәсіпорын қызметінің институционалдық жағдайларын ескеретін бейімделген жіктеуішті әзірлеу қажеттілігі негізделеді. Оқиғалардың пайда болу ықтималдығын және ықтимал залалдың ауқымын анықтауға негізделген тәуекелдерді сәйкестендіру, бағалау және саралау жүйесін қалыптастырудың авторлық алгоритмі ұсынылған. Кәсіптік тәуекелдерді бағалау рәсімдерін негізгі бизнес-процестерге интеграциялауды, өндірістік факторлардың орталықтандырылған мониторингін құруды және объектілерді жобалау кезінде тәуекелге бағдарланған басқару қағидаттарын қолдануды қоса алғанда, жағымсыз салдардың алдын алу және азайту бойынша ұсынымдар әзірленді. Ұсынылған шешімдерді іске асыру кәсіпорындардың тұрақтылығын арттыруға және корпоративтік қауіпсіздік жүйесін жетілдіруге ықпал етеді.

### Кілт сөздер:

тәуекелдерді жіктеу, топтар, тәуекел түрлері, тәуекелдерді басқару жүйесі, тәуекелдерді басқару, тау-кен өнеркәсібі.

**Кіріспе.** Әлемдік экономикалық жүйедегі трансформациялық үдерістер жаңа әрі сан алуан тәуекелдердің пайда болуына себеп болып, кәсіпорындардың қызметіне елеулі теріс әсер ететін дағдарыстық жағдайлардың туындауын жеделдетуде. Осыған байланысты тәуекелдерді шектеуге және барынша

Корреспондент-автор: e-mail: alshynbekovagulnaziya@gmail.com

азайтуға, олардың кәсіпорын қызметіне тигізетін кері ықпалын төмендетуге бағытталған басқарушылық шешімдерге басым назар аудару қажет [1].

Қазіргі таңда нақты сектор кәсіпорындарындағы тәуекелдерді басқару жүйесі заманауи бизнесті жүргізудің ажырамас бөлігі болып табылатындығы 1-ші кестеде ұсынылған. Бұл бағыттағы негізгі үрдіс – тәуекелдерді айқындау, бағалау және оларды барынша азайтуға бағытталған шараларды әзірлеу.

Ресурстардың шектеулілігі жағдайында кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз ету, сондай-ақ басқару жүйесіне тәуекелдік жағдайлардың алдын алуға арналған тетіктерді енгізу және тұрақты даму әлеуетін қалыптастыру негізгі міндеттердің бірі болып табылады [2].

**Кесте 1 – Тәуекелдерді басқарудың анықтамасы**

| Ұйым                               | Тәуекелдерді басқарудың анықтамасы                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ISO Guide 73 BS 31100              | Ұйымды тәуекелге қатысты бағыттау және бақылау үшін үйлестірілген қызмет                                                                                                                                      |
| Institute of Risk Management (IRM) | Ұйымға барлық тәуекелдерін түсінуге, бағалауға және олар бойынша әрекет етуге көмектесуге бағытталған үдеріс, оның мақсаты – табысқа жету ықтималдығын арттыру және сәтсіздік ықтималдығын азайту             |
| HM Treasury                        | Тәуекелдерді анықтау, бағалау және саралау, жауапкершілікті бекіту, оларды азайту немесе алдын алу бойынша шаралар қабылдау, сондай-ақ мониторинг жүргізу және нәтижелерді қайта қарау үдерістерінің жиынтығы |
| London School of Economics         | Бизнес қабылдауы тиіс тәуекелдер мен болдырмауға немесе азайтуға жататын тәуекелдерді таңдау, кейіннен тәуекелден қашу немесе оны төмендету бойынша іс-қимыл жасау                                            |
| Business Continuity Institute      | Ықтимал мүмкіндіктер мен жағымсыз әсерлерді тиімді басқаруға арналған мәдениет, үдерістер мен құрылымдар                                                                                                      |

Әдетте тәуекелдерді басқару қолайсыз оқиғалардың туындау ықтималдығын төмендетуге және олардың салдарынан болуы мүмкін шығындарды барынша азайтуға бағытталған шешімдерді қабылдау және іске асыру үдерісі ретінде түсіндіріледі [3].

Тәуекелдерді басқарудың тұжырымдамалық аспектілері көптеген ғылыми еңбектерде, соның ішінде Paul Hopkin, Carl L. Pritchard, Olaf Passenheim және басқа да ғалымдардың зерттеулерінде, сондай-ақ диссертация авторының монографияларында жан-жақты сипатталған [1,2,3].

Аталған авторлардың еңбектерінде тәуекел ұғымы, олардың типологиясы мен жіктелуі, диагностикалау және бағалау тәсілдері жан-жақты зерттелген, сондай-ақ тәуекелдерді басқару бойынша ғылыми және практикалық ұсынымдар ұсынылған. Сонымен қатар өндірістік ұйымдарда кешенді тәуекел-менеджмент жүйесін қалыптастыру мәселесіне де ерекше назар аударылған.

**Материалдар мен әдістер:** Бұл зерттеу әдеби шолу сипатында орындалды және тәуекелдерді басқару жүйесін қалыптастырудың тұжырымдамалық және тәжірибелік аспектілерін талдауға бағытталды. Зерттеу материалы ретінде тау-кен өнеркәсібіндегі тәуекелдерді басқару мәселелеріне арналған отандық және шетелдік ғылыми жарияланымдарға, тәуекелдерді жіктеу және бағалау бойынша теориялық еңбектер, салалық әдістемелік ұсынымдар мен нормативтік құжаттар, аналитикалық есептер пайдаланылған.

Әдебиеттерді іріктеу технологиялық күрделілік, сыртқы ортаның белгісіздігі, өнеркәсіптік және экологиялық қауіпсіздік, сондай-ақ тәуекелге бағдарланған басқару мәселелерін қамту критерийлері бойынша жүргізілді.

**Нәтижелер мен талқылаулар.** Халықаралық тәжірибені талдау тәуекелдерді басқару жүйесінің дамыған елдердің басым көпшілігінде және бірқатар дамушы мемлекеттерде мемлекеттік бақылаудың маңызды элементтерінің бірі болып табылатынын көрсетеді. Тәуекелдерді бағалау рәсімдері мен оларды барынша азайту шаралары Ұлыбритания, Канада, Америка Құрама Штаттары, Еуропалық Одаққа мүше жекелеген елдерде, Украина және Оңтүстік Африка Республикасы сияқты мемлекеттерде кеңінен қолданылады [4,5,6].

Тәуекелдерді тиімді басқару үшін олардың түрлерін, жіктелуін және деңгейлерін түсіну қажет, бұл өз кезегінде әрекет ету стратегиясы мен тактикасын неғұрлым дәл айқындауға мүмкіндік береді.

Алайда қазіргі уақытта ауқымы мен қызмет бағыттары әртүрлі тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының қызметінің жекелеген кезеңдерінде қолдануға болатын кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың кешенді жүйесі ғылыми басылымдарда жеткілікті деңгейде ұсынылмаған.

Тәуекелдерді басқарудағы қателіктер банкроттыққа әкелуі мүмкін екені белгілі, бұл кәсіпорынның тұрақтылығына елеулі қауіп төндіреді. Тәуекелдердің теріс әсерін төмендету шеңберінде келесі іс-ша-

раларды жүзеге асыруды қарастыру қажет: жүзеге асу ықтималдығы жоғары тәуекелдерден бас тарту; әртараптандыру (тұрақты табысты қамтамасыз ету үшін өнім ассортиментін кеңейту); резервтеу немесе өзін-өзі сақтандыру (ықтимал залалды өтеу үшін резервтік қор құру); лимиттеу (рұқсат етілген шекті мән-дерден асып кетуді болдырмау үшін несиелер мен дебиторлық берешекке шектеулер белгілеу).

Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрінің бұйрығымен бекітілген кәсіптік тәуекелдерді басқару қағидаларында (КТБ) [7] кәсіптік тәуекелдерді басқару тәртібі, тәуекелдерді сәйкестендіру және бағалау, түзету шаралары, сондай-ақ бақылау және мониторинг жүргізу рәсімдері қарастырылған.

Қазақстан Республикасы Еңбек кодексінің 203-бабына сәйкес кәсіптік тәуекелдерді басқару (КТБ) рәсімдерін ұйымдастыруды еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі өндірістік кеңес жүзеге асырады. Мұндай кеңес болмаған жағдайда кәсіпорын басшысы кәсіптік тәуекелдерді сәйкестендіру және бағалау, КТБ нәтижелері бойынша түзету шараларын әзірлеу, бақылау мен мониторинг жүргізу, сондай-ақ топ мүшелері арасында өкілеттіктер мен міндеттерді бөлу үшін сараптамалық топтың құрамын айқындайды.

Сонымен қатар бағалау объектілері барлық кәсіптер (лауазымдар) немесе кәсіптік топтар тізбесін ескере отырып анықталады, олар бойынша КТБ жүргізілетін болады; КТБ өткізу кестесі әзірленеді; бағалау жүргізетін жауапты тұлғалар тағайындалады [8].

Авторлардың пікірінше [9], кәсіптік тәуекел энергияны және ақпаратты өндіру, түрлендіру және пайдалану үдерістерімен байланысты барлық қызметтің ажырамас бөлігі болып табылады. Кәсіптік тәуекелдің негізгі сипаттамасы – оның оқыс оқиғалар түрінде жүзеге асу мүмкіндігі, ал кейбір жағдайларда сөзсіз жүзеге асуы.

Сондықтан кез келген технологияға немесе өндірістік үдеріске тән табиғи қауіптілікке байланысты еңбек қауіпсіздігі мен еңбекті қорғау кез келген мемлекет үшін қажетті болып табылады.

Тәуекелдер, олардың құрамы мен көріну деңгейі үнемі өзгеріп отыратыны белгілі. Барлық тәуекелдерді толық сәйкестендіріп, оларды тиімді басқара алатын ұйымды елестету қиын. Сондықтан әрбір тәуекел түрі бойынша басқару шараларын айқындау үшін оларды жіктеу қажеттілігі туындайды. Әдетте жіктеу белгілі бір мақсатқа сәйкес жүргізіледі, сол мақсатқа орай жіктеу белгілері таңдалады.

Өртүрлі дереккөздерде тәуекелдер әрқилы белгілер бойынша жіктеледі: тәуекелдің пайда болуына қарай, туындау табиғатына қарай, тәуекел деңгейіне, қауіптілік дәрежесіне, әсер ету ұзақтығына, пайда болу саласына, ықпал ету ауқымына және басқа да критерийлерге сәйкес [2, 10].

Тәуекелдерді құрылымдау немесе жіктеу үдерісі оларды басқаруды қамтамасыз ету мен оңтайландыру үшін аса маңызды болып табылады және тәуекелдерді тікелей сәйкестендіруге дейінгі алдын ала кезең ретінде қарастырылады.

Егер тәуекелдер жіктеуші дұрыс әзірленбесе немесе оның құрылымы тиімсіз болса, кәсіпорын қызметіне тән кейбір тәуекелдер тәуекелдерді басқару жүйесінің назарынан тыс қалуы мүмкін. Бұл өз кезегінде жағымсыз жағдайлардың туындауына, сондай-ақ ескерілмеген тәуекелдік оқиғалардың салдарын тиімді жоюға немесе барынша азайтуға кедергі келтіреді.

Дұрыс қалыптасқан тәуекелдер жіктемесі әрбір тәуекелдің басқару құрылымындағы орнын нақты айқындауға мүмкіндік береді және сәйкестендірілген әрбір тәуекел үшін тиімді басқару әдістерін қалыптастыруға жағдай жасайды.

Мақалада тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының мысалында қызметтің және саланың ерекшеліктерін ескере отырып, тәуекелдерді жіктеудің түпнұсқа жекелендірілген тәсілі ұсынылады.

**Тәуекелдерді жіктеу тәсілдерін талдау.** Тәуекелдерді жіктеудің көптеген тәсілдері бар, олар, әдетте, жіктеу белгілеріне қарай ерекшеленеді [10]. Тәуекелдерді басқарудың теориялық аспектілерін зерттеу маңызды ғылыми әрі практикалық міндет болып табылады.

Тәуекелдердің мәнін, негізгі сипаттамалары мен функцияларын зерделеумен қатар, олардың жіктелуіне және туындау себептерін талдауға да елеулі назар аударылады.

Кәсіпорындар өз қызметі барысында көптеген әртүрлі тәуекелдерге тап болады. Тәуекелдерді жіктеу – оларды басқарудың нақты мақсаттарына қол жеткізу үшін белгілі бір белгілер бойынша жекелеген топтарға бөлу үдерісі болып табылады.

Ғылыми негізделген жіктеу әрбір тәуекелдің жалпы жүйедегі орнын нақты айқындауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде тиісті басқару әдістері мен тәсілдерін тиімді қолдануға жағдай жасайды. Әрбір тәуекелге өзіндік басқару тәсілі сәйкес келеді, бұл оларды барынша азайтуға бағытталған тәсілдерді жүйелеуге мүмкіндік береді [11].

Айта кетерлік жайт, қазіргі уақытта тәуекелдің мәнін нақты әрі бірізді түрде айқындайтын ортақ түсінік қалыптаспаған. Осыған байланысты тәуекел ұғымын кейбір шетелдік авторлардың көзқарасы тұрғысынан қарастырайық.

Автордың пікірінше [12], тәуекел – бұл жоспарланған және нақты нәтиже арасындағы теріс ауытқудың мүмкіндігі, яғни күтілетін құбылыстың қолайсыз нәтижеге әкелу қаупі.

Тәуекел қандай да бір жұмысты орындау, шешім қабылдау, кәсіпорын жоспарлары мен бюджеттерін іске асыру барысында қолайсыз жағдайлардың пайда болу ықтималдығы ретінде де қарастырылады, бұл нақты шығындарға немесе алынбай қалған пайдаға әкелуі мүмкін [13].

Қысқаша айтқанда тәуекел – кәсіпорын жоспарларын іске асыру және бюджеттерін орындау үдерісінде қолайсыз жағдайлардың туындау мүмкіндігі ретінде анықталады [14].

Автордың пікірінше [15], тәуекелді түсінудің үш ресми тәсілі бар. Біріншіден, қоғамдық санада тәуекел таңдалған шешімді іске асыру нәтижесінде туындауы мүмкін сәтсіздік, қауіп, материалдық және өзге де шығындар мүмкіндігі ретінде қабылданады.

Екіншіден, тәуекел «белгісіз жағдайда әрекет ету тәсілі» немесе «қызметтің, оның нәтижесінің және сәтсіздікке ұшыраған жағдайда туындауы мүмкін қолайсыз салдардың жағдайлық сипаттамасы» ретінде анықталады. Осылайша, тәуекел немесе шығындардың ықтималдығын, яки «тәуекелге барып әрекет ету» ұғымын қамтиды.

Тәуекелді түсінудің үшінші тәсілі америкалық экономист Фрэнк Найт еңбектерінде ұсынылған. Ол тәуекелді қызмет үдерісінде күтілетін мәндерден оң (мүмкіндік) және теріс (зиян, шығын) ауытқудың ықтималдығы ретінде түсіндіреді.

Тәуекелдерді тиімді басқару үшін, ең алдымен, оларды жіктеу қажет [16]. Авторлардың пікірінше [17], ғылыми әдебиеттерде, ғылыми еңбектерде, сондай-ақ тәуекелдерді басқару саласындағы ұлттық және халықаралық стандарттарда тәуекелдерді жіктеу мен топтастырудың әртүрлі тәсілдері кеңінен кездеседі.

Авторлардың байқауынша, ең кең таралған тәсілдердің бірі – тәуекелдерді олардың көздерінің түрлері, салдары, туындау кезеңдері, жоба фазалары және басқа да критерийлер бойынша саралау.

Тәуекелдер келесі белгілер бойынша бөлінеді: тәуекел көздерінің түрлері бойынша (саяси, экологиялық, өндірістік, коммерциялық, көліктік, техникалық, елдік, комплаенс және қауіпсіздік тәуекелдері); жоба фазалары бойынша (жобалау, сатып алу және жеткізу, құрылыс-монтаж жұмыстары, іске қосу-баптау жұмыстары кезеңдеріндегі тәуекелдер); қауіп деңгейі бойынша (жол берілетін, сыни, апаттық); салдар түрі бойынша (мерзімдерге, шығындарға, сапаға, қауіпсіздікке әсері); пайда болу саласы бойынша (сыртқы, ішкі); туындау жағдайларының сипаты бойынша (объективті, субъективті).

Авторлар [16,17] тәуекелдердің келесі логикалық әрі құрылымдалған топтастырылуын ұсынады: экономикалық тәуекелдер (жұмыссыздық, бәсекелестік, бірігу және жұтылу үдерістері, мақсаттардың дұрыс қойылмауы, жеткізушілер мен клиенттерге байланысты тәуекелдер); экологиялық тәуекелдер (зиянды заттар мен өнеркәсіптік қалдықтар, энергиямен жабдықтау мәселелері, табиғи апаттар); саяси тәуекелдер (заңнамадағы өзгерістер, мемлекеттік саясат және реттеу шаралары); әлеуметтік тәуекелдер (демографиялық өзгерістер, тұтынушылық талғамдар, әлеуметтік жауапкершілік, терроризм); технологиялық тәуекелдер (жүйелер жұмысындағы ақаулар, жаңа технологиялардың дамуы); кадрлық тәуекелдер (қызметкерлердің біліктілігі, алаяқтық, еңбек қауіпсіздігі стандарттарын сақтау); ақпараттық тәуекелдер (деректер мен жүйелердің қолжетімділігі, ақпараттық жүйелерді әзірлеу, енгізу және техникалық қызмет көрсету).

Алайда аталған жіктеу тек сыртқы тәуекелдерді талдау мен басқаруға негізделген және ұйымның ішкі (операциялық) тәуекелдерін ескермейді. Ол ұйымдық құрылымында ақпараттық және кадрлық ресурстармен қамтамасыз етілген техникалық-экономикалық үдерістері бар өнеркәсіптік кәсіпорындардың неғұрлым кең таралған нысандарына қолдануға ыңғайлы.

Бұл топтастыру сыртқы тәуекелдерді (саяси, әлеуметтік) ескергенімен, өндірістік тәуекелдерді (егер ұйымның өндірістік қуаттары болып, өнім өндірумен немесе қызмет көрсетумен айналысса) және комплаенс тәуекелдерін (заңгерлік, консалтингтік және сақтандыру компаниялары үшін негізгі тәуекелдер) қамтымайды.

Ұқсас тәуекелдер жіктемесі ГОСТ Р 51901.22-2012 «Тәуекел менеджменті. Тәуекелдер тізілімі. Құру қағидалары» стандартында берілген. Аталған стандартқа сәйкес кәсіптік тәуекелдер (қауіптер) келесі сыныптардың біріне жатқызылуы мүмкін: табиғи, биологиялық-әлеуметтік, техногендік, экологиялық, кәсіптік, ақпараттық, экономикалық, террористік, киберқауіптер және басқа да тәуекелдер [16,17].

Келтірілген тәуекелдер жіктемелері толық әрі жан-жақты болып табылмайды, себебі бұл құрылымдарда тәуекелдер жеткілікті дәрежеде жалпы критерийлер негізінде топтастырылған.

Кейбір еңбектерде [18] тәуекелдердің жалпы да, сондай-ақ арнайы жіктемелері де қарастырылған, соның ішінде банктік тәуекелдерді және сақтандыру компанияларының тәуекелдерін (арнайы сақтандыру тәуекелдері) топтастыру нұсқалары берілген. Дегенмен ғылыми әдебиеттерде ұсынылған және практикада қолданылатын тәуекелдер топтастыруларының барлығы дерлік белгілі бір дәрежеде кейбір салаларды, соның ішінде тау-кен өнеркәсібін, толық қамтымайды.

Авторлар жүргізген экономикалық әдебиеттер мен түрлі ғылыми еңбектерге жасалған талдау тәуекелдерді топтастыру мен жіктеудің көптеген тәсілдері бар екенін көрсетеді, алайда тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындары үшін қолдануға болатын әмбебап тәуекелдер жіктемесі қазіргі уақытта қалыптаспаған.

Алайда зерттеулер көлемінің ауқымдылығына қарамастан, тау-кен өндірісіндегі тәуекелдерді басқару саласында бірқатар мәселелер мен сұрақтар әлі де шешімін таппаған. Атап айтқанда, кәсіпорындар

үшін тәуекелдерді жіктеудің бірыңғай жүйесі жоқ, бөлімшелер арасындағы өзара іс-қимылдың үйлесімсіздігімен байланысты жедел менеджменттің маңызды тәуекелдері жеткілікті деңгейде зерттелмеген, сондай-ақ кәсіптік тәуекелдерді басқару жүйесін жобалау және қалыптастыру мәселелері де толыққанды пысықталмаған. Бұл саладағы ең өзекті мәселе – әдістемелік және құралдық базаның жеткіліксіз дамуы, әсіресе өнеркәсіптік кәсіпорындардың тәуекелдерін кешенді диагностикалау бағытында.

Әмбебап тәуекелдер жіктеуішін құру аса күрделі, себебі әрбір кәсіпорынның өзіне тән бірегей бизнес-ерекшелігі бар. Бұл ерекшелікке ұйымдық құрылым, негізгі және қосалқы қызмет бағыттарының тізбесі, басқару мен даму әдістері мен алгоритмдері, сондай-ақ сыртқы ортаның ерекшеліктері жатады. Дәл осы бизнестің бірегей сипаттамалары оның қызметі мен жобаларына байланысты өзіндік тәуекелдер мен әлеуетті мүмкіндіктерді айқындайды.

Осы тұрғыда авторлар тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының еңбек қызметінің ерекшеліктерін ескере отырып, тәуекелдерді жіктеу жүйесін әзірлеу тәсілін ұсынады, ол 2-ші кестеде көрсетілген.

**Кесте 2 – Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының ерекшеліктерін ескере отырып тәуекелдерді жіктеу**

| Тәуекел типтері | Тәуекел түрлері                     | Мазмұны                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1               | 2                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.Стратегиялық  | 1.1. Табиғи-ресурстық (геологиялық) | 1.1.1 Пайдалы қазбалар денелерінің пайда болу жағдайларын, олардың сапасы мен қорларын жаңадан игерілетін кен орындары мен көкжиектер шегінде бағалау дәлдігінің тәуекелі<br>1.1.2 Төтенше және дағдарыстық жағдайлардың туындау тәуекелдері (табиғи апаттар, су тасқыны, өрт және т. б. апатты тәуекелдер)                                                                                                                  |
|                 | 1.2. Экологиялық                    | 1.2.1 Тау-кен кәсіпорындарының жұмыс істеуінен туындаған ықтимал экологиялық жағдайлар (атмосфераның, судың, жердің ластануы, қалдықтарды кәдеге жарату)<br>1.2.2 Көмір өндіру процесіне теріс әсер ететін тазарту құрылыстарының жұмыс қабілеттілігінің төмендеу қаупі<br>1.2.3 Пайдалы қазбалардың сарқылу қаупі                                                                                                           |
|                 | 1.3. Саяси                          | 1.3.1 Мәжбүрлеп аударымдарды енгізу тәуекелдері<br>1.3.2 Салық ставкаларын ұлғайту тәуекелі<br>1.3.3 Шарттық талаптардың өзгеру тәуекелі<br>1.3.4 Меншік нысандарын трансформациялау тәуекелі, саяси себептер бойынша мүлік пен ақша қаражатын иеліктен шығару<br>1.3.5 Бірнеше елдің аумағында қызметті жүзеге асыруға байланысты тәуекелдер (заңнамалық нормалардағы айырмашылық, заңнаманың тұрақсыздығы, тілдік кедергі) |
|                 | 1.4. Құқықтық                       | 1.4.1 Қолданыстағы заңнамалық талаптарды орындаумен және қолданыстағы лицензиялық келісімдердің бұзушылықтарын жою мүмкіндігімен байланысты тәуекел<br>1.4.2 Айыппұлдар мен өсімпұлдар, лицензиялар мен рұқсаттардың әртүрлі түрлерін жоғалту қаупі<br>1.4.3 Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау саласындағы заңнамалық нормаларға сәйкес келмеуі<br>1.4.4 Нормативтік құқықтық базаны өзгерту                            |
|                 | 1.5. Қаржылық                       | 1.5.1 меншікті қаражат тапшылығы қаупі<br>1.5.2 сыртқы қаржыландыруды қысқарту тәуекелі<br>1.5.3 инфляциялық қысым қаупі<br>1.5.4 күтпеген шығыстар (тәуекелдерді сақтандырудың болмауы)                                                                                                                                                                                                                                     |
|                 | 1.6. Басқарушылық                   | 1.6.1 Тәуекел менеджменті бизнестегі ықтимал шығындарды азайту мақсатында басқару жүйесіне кіріктірілмеген.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

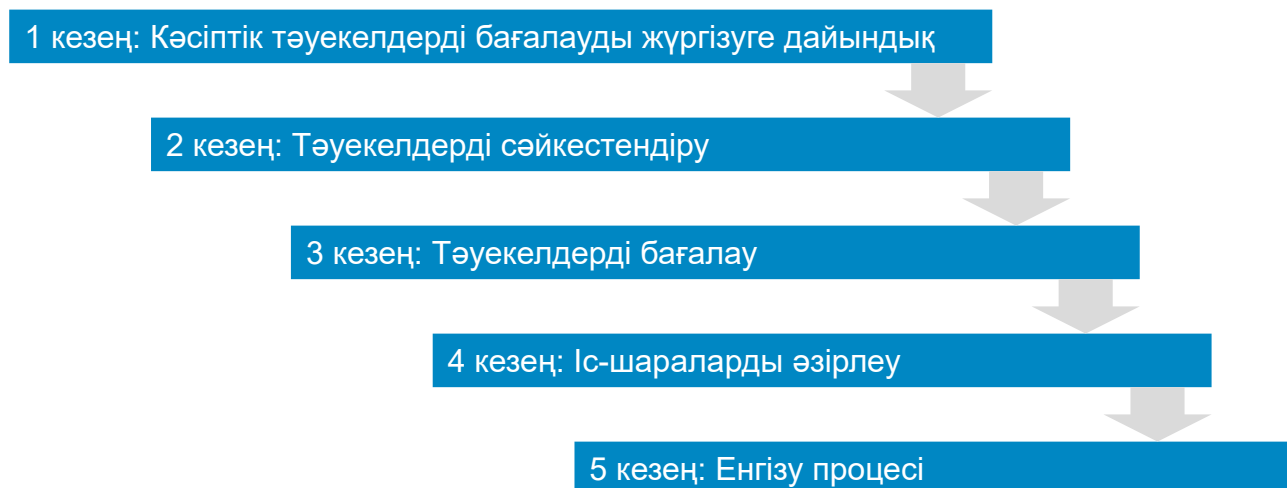
| 1               | 2                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.Профильденген | 2.1. Өнеркәсіптік                                  | 2.1.1. Тәуекел, тау-кен жабдығының дұрыс жұмыс істемеуінен туындаған өндірістік процестің ауытқуы<br>2.1.2. Жабдықты уақтылы жаңартпау тәуекелдері, сондай-ақ кәсіпорынның нормативтік (жобалық) қуатынан ауытқуды тудыратын басқа да күтпеген жағдайлар<br>2.1.3 Жабдықтың бұзылуынан ғимараттың бұзылуына дейін өндірістің бұзылу қаупі                                                                                                    |
|                 | 2.2. Технологиялық (операциялық)                   | 2.2.1 Тиімсіз технологияларды пайдалану нәтижесінде өндірістік қуатты және өндірістік-шаруашылық қызметтің басқа түрлерін игеруге байланысты тәуекел, технологиялық схемаларды жетілдіруден бас тарту<br>2.2.2 Көмір өндіруші кәсіпорындар ресурстарының технологиялық қасиеттерінің қажетті мәндерден ауытқу тәуекелдері<br>2.2.3 Өндірістік бизнес-процестердің тәуекелдері және олардың өзара байланысы (өндірістік тізбектердің бұзылуы) |
|                 | 2.3. Ерекше                                        | 2.3.1 Кәсіпорынның тән тәуекелдері (қауіптердің түрлері мен деңгейі)<br>2.3.2 Жанама әсерлердің қаупі<br>2.3.3 Тәуекелдерді бақылау тетіктерінің істен шығу тәуекелдері<br>2.3.4 Инфрақұрылымдық тәуекелдер (энергиямен жабдықтау; газбен жабдықтау; сумен жабдықтау, жылыту және басқа да коммуналдық ресурстар)                                                                                                                            |
|                 | 2.4 Кәсіптік тәуекелдер (жұмыс орындарында)        | 2.4.1 Өндірістік жарақат алу қаупі<br>2.4.2 Кәсіптік денсаулыққа зиян келтіру қаупі<br>2.4.3 Еңбек процесінің психоәлеуметтік тәуекелдері                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                 | 2.5 Персоналды басқару                             | 2.5.1 Білімді дайындауға және тексеруге байланысты тәуекелдер<br>2.5.2 Төтенше жағдай іс-қимылдарын жоспарлау тәуекелдері<br>2.5.3 Өзгерістерді басқару тәуекелдері (өндіріс және ТҚКЖ)<br>2.5.4 Мердігерлік ұйымдардың қызметіне байланысты тәуекелдер                                                                                                                                                                                      |
| 3. Инновациялық | 3.1. Инновациялық жобаны таңдау                    | 3.1.1. Маркетингтік зерттеулердің маңыздылығын бағаламау және оларды жүргізуге шығындарды үнемдеу қаупі<br>3.1.2 тауарларды немесе қызметтерді өндірудің аз шығынды, бірақ аз прогрессивті технологиясын енгізу тәуекелі<br>3.1.3 инновациялық өнімнің техникалық деңгейінің стандарттарына сәйкес келмейтін тәуекел                                                                                                                         |
|                 | 3.2. Сұраныстың өзгеруі                            | 3.2.1 тапсырыс берушілердің қажеттіліктерін өзгерту тәуекелі инновациялар<br>3.2.2 сыртқы орта динамикасының қаупі                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                 | 3.3. Ақпараттық                                    | 3.3.1 ақпараттың ағып кету қаупі<br>3.3.2 ақпараттық қауіпсіздікті төмендету қаупі                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                 | 3.4. Жаңа өнімді сатудан коммерциялық нәтиже алмау | 3.4.1 Қаржы-шаруашылық қызметтегі шығындар тәуекелі<br>3.4.2 тәуекел ресурстарға, шикізатқа және құрамдас бөліктерге бағаның өсуі                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                 | 3.5. Инвестициялардың жеткіліксіздігі              | 3.5.1 меншікті қаражат тапшылығы қаупі<br>3.5.2 жобалау шығындарының нақты шығындардан ауытқу қаупі<br>3.5.3 сыртқы қаржыландыруды алмау тәуекелі<br>3.5.4 тоқтап қалу қаупі және кезеңдерді орындау кестесінен артта қалу                                                                                                                                                                                                                   |

| 1                                             | 2                | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | 3.6. Инфляциялық | 3.6.1 Ақшаның құнсыздану қаупі                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4. Әлеуметтік-еңбек жанжалдарының тәуекелдері | 4.1 Әлеуметтік   | <p>4.1.1 Еңбекақы төлеу жүйесіне қанағаттанбау тәуекелдері, оның ішінде төлем мерзімдерін бұзу салдарынан</p> <p>4.1.2 Әлеуметтік кепілдіктерге қанағаттанбау тәуекелдері (демалыс, жұмыс уақытының ұзақтығы, ВУТ үшін салалық коэффициенттерді ынталандыру, емдік тамақтану және т. б.)</p> <p>4.1.3 Еңбек шартының талаптарын бұзу және/немесе сақтамау тәуекелдері</p> <p>4.1.4 Халықтың әлеуметтік осал топтарын әлеуметтік қолдаудың жеткіліксіздігі тәуекелдері, оның ішінде кәсіптік аурулар салдарынан</p> <p>4.1.5 Өндірістегі жазатайым оқиғалар мен кәсіптік аурулардың туындау қаупі</p> <p>4.1.6 Еңбек табысынан, еңбекке қабілеттілігінен, оның ішінде өндірістегі жазатайым оқиғалардан және кәсіптік аурулардан айырылу тәуекелдері</p> <p>4.1.7 Сақтандырудың болмауы және / немесе жеткіліксіз қорғалуы (медициналық көмек, зейнетақымен қамсыздандыру, жұмыссыздық бойынша жәрдемақы, жазатайым оқиға, кәсіптік аурулар, асыраушысынан айрылу кезіндегі төлемдер алу қажеттілігі).</p> |

Осы тәсілді кеңейте отырып, авторлар тау-кен кәсіпорындарының ерекше сипаттамаларын ескеретін кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың жетілдірілген алгоритмін ұсынады (1-сурет).

Тәуекелді бағалау әрбір жұмыс орнында барлық жұмыс аймақтарында орындалатын жұмыстардың барлық түрлерін ескере отырып және қажет болған жағдайда жұмыс орындарының тобына, құрылымдық бөлімшеге, нақты өндірістік процесске, жұмыс түріне және т.б. жүргізіледі.

Тәуекелді бағалау алгоритмі келесі әрекеттер тізбегі ретінде ұсынылуы мүмкін:



**Сурет 1. Кәсіптік тәуекелдерді бағалау алгоритмі**

Кәсіптік тәуекелдерді бағалауды (КТБ) жүргізудің негізгі кезеңдері, міндеттері мен мазмұны 3-ші кестеде ұсынылған.

**Кесте 3 – Кәсіптік тәуекелдерді бағалауды (КТБ) жүргізудің негізгі кезеңдері, міндеттері мен мазмұны**

| № | Кәсіптік тәуекелдерді бағалау кезеңдері | Міндеттер                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Мазмұны                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 1                                       | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1 | Дайындық                                | 1.1 Сараптамалық топтың құрамын адықтау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Жұмыс беруші<br>Сыртқы (тәуелсіз) сарапшылар<br>Қызметкерлердің өкілдері                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|   |                                         | 1.2 Өндірістік-технологиялық және бизнес-процестер, қызмет бағыттары мен түрлері бөлінісінде кәсіптер мен жұмыс орындарының тізбесі бойынша бағалау объектілерін анықтау                                                                                                                                                                                                                                       | – Еңбек жағдайларының зияндылық деңгейін бағалау<br>– Еңбек жағдайларының жарақат алу қаупін бағалау<br>– Өндірістік және өзге де мақсаттағы жабдықтардың қауіпсіздік деңгейін бағалау<br>– ЖҚҚ-мен (жеке қорғаныш құралдарымен) қамтамасыз етілу деңгейін бағалау<br>– Кәсіптік аурушандық деңгейін бағалау                                                                                       |
|   |                                         | 1.3 Зерттеу саласы мен әдістерін анықтау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ауаның санитариялық-гигиеналық зерттеулері:<br>– Шанды жою жүйесінің жұмысын бақылау<br>– Жерасты жұмыстарында шу мен діріл параметрлерін өлшеу<br>– Газдылықты өлшеу арқылы газдылық деңгейін бағалау<br>– Дозиметрлер мен радиометрлер арқылы радиация деңгейін бағалау<br>– Иондаушы сәулелену деңгейін бағалау<br>– Термометрлер мен температура өлшегіш құралдар арқылы микроклиматты бағалау |
| 2 | Тәуекелдерді сәйкестендіру              | 2.1 Ақпаратты жинау және өңдеу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | – Құжаттаманың болуын айқындау<br>– Құжаттаманың толықтығы мен дұрыстығын талдау                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|   |                                         | 2.2 Өндірістік ортаны және еңбек үдерісін зерделеу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Қауіпсіздікке визуалды-техникалық бағалау жүргізу<br>Техникалық жабдықтардың қауіпсіздігін құжаттамалық бағалау                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|   |                                         | 2.3 Кәсіпорынның жұмыс орындарындағы зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың тізбесін анықтау                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Зиянды және қауіпті өндірістік факторлар жіктеуішіне сәйкес                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3 | Тәуекелдерді бағалау                    | Кәсіптік тәуекелдердің интегралдық бағасы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Негізгі жерасты кәсіптеріндегі қызметкерлердің жұмыс орындарында зиянды факторларды өлшеудің жедел әдістемесі: әрбір жұмыс орнында кемінде 3 нүктеде портативті газ талдағыштарды пайдалану (әдістемелік ұсынымдар) *                                                                                                                                                                              |
|   |                                         | П-1. Кәсіпорындағы барлық кәсіптер (жұмыс орындары) бойынша жеке кәсіптік тәуекел (КТ) бағаларының орташа салмақталған шамасы:<br>– еңбек жағдайларының зияндылық деңгейін бағалау;<br>– еңбек жағдайларының жарақат алу қаупін бағалау;<br>– өндірістік жабдықтардың қауіпсіздік деңгейін бағалау;<br>– жеке қорғаныш құралдарымен (ЖҚҚ) қамтамасыз етілу деңгейін бағалау;<br>– аурушандық деңгейін бағалау. | – Интегралдық бағалауды жүргізу кезеңділігінің өзгеруі, жұмыс орындарының жиі ауысуы және негізгі персоналдың уақытша жұмыс орындарының көп болуы жағдайында құрылыс объектілерінде зияндылық пен жарақат алу қаупін бағалау хаттамаларының құрылымын қайта қарау                                                                                                                                  |

|   | 1                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                      | <p>П-2. Кәсіпорында Қазақстан Республикасы еңбек заңнамасының нормативтік талаптарының орындалу көрсеткіші:</p> <p>– жұмыс берушінің еңбек заңнамасын, оның ішінде еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау саласындағы талаптарды сақтау мәселелері бойынша чек-парақты толтыруы арқылы еңбекті қорғауды басқару жүйесінің тиімділігін бағалау.</p> <p>П-3. Кәсіптік аурулар мен өндірістік жарақаттану (ӨЖ) бойынша статистикалық деректер көрсеткіші: кәсіпорынның статистикалық көрсеткіштерін салалық орташа мәндермен салыстыруды, келесі коэффициенттерді ескере отырып көрсетеді:</p> <p>– өндірістік жарақаттанудың жиілігі мен ауырлық дәрежесі;</p> <p>– кәсіптік аурулардың жиілігі мен ауырлық дәрежесі (әсер ету деңгейі және денсаулыққа келтірілген зиян).</p> | <p>– Ашық ауада (биіктіктегі жұмыстар) интегралдық бағалау жүргізу кезінде қауіпті жұмыс түрлерімен (рұқсатнама бойынша) айналысатын персоналдың сәйкестігін тексеру бөлігінде жарақат алу қаупін бағалауға қойылатын ерекше талаптарды енгізу</p> <p>– Ұжымдық қорғаныш құралдарын (ҰҚҚ) (жабдықтарды) бағалауға қойылатын ерекше талаптар</p> <p>– Негізгі жерасты және биіктіктегі кәсіптер қызметкерлерінің жұмыс орындарында өндірістік ортаның жетекші қолайсыз факторларының тиімді экспозициясына гигиеналық баға беру</p> <p>– Медициналық тексеру деректері негізінде денсаулық бұзылыстарының өндірістік шарттылық дәрежесі бойынша кәсіптік тәуекелді бағалау</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4 | Іс-шараларды әзірлеу | <p>Негізгі тәуекелдерді төмендету жөніндегі іс-қимыл жоспарын әзірлеу</p> <p>Жоспарды түзету және бекіту</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>1. Тәуекел әсер ету аймағынан жұмыскерді шығару немесе қауіпті жою</p> <p>2. Материалдар мен жабдықтарды неғұрлым қауіпсіз түрлеріне ауыстыру немесе физикалық факторлардың әсер ету деңгейін төмендету</p> <p>3. Техникалық іс-шаралар</p> <p>4. Әкімшілік іс-шаралар</p> <p>5. Жеке қорғаныш құралдары (ЖҚҚ)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5 | Енгізу процесі       | <p>5.1 Қолайсыз (жол берілмейтін) тәуекелдерді төмендету мақсатында енгізілген бақылау шараларын талдау</p> <p>5.2 Қалдық тәуекелді тексеру және келісу</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>– Өндірістік ортаны талдау</p> <p>– Негізгі жерасты кәсіптері жұмыскерлерінің жұмыс орындарында өндірістік ортаның жетекші зиянды факторларының тиімді экспозициясын талдау</p> <p>– Медициналық тексеру деректері негізінде денсаулық бұзылыстарының өндірістік шарттылық дәрежесін талдау</p> <p>– Жабдықтардың жарақат алу қаупін және қолданыстағы техникалық, ұжымдық және жеке бақылау шараларын талдау</p> <p>Қалдық тәуекелдің маңыздылығы</p> <p>Шахта жобасын әзірлеу: қабаттарды игеру жүйесі, шахта алаңын ашу және дайындау:</p> <p>– Жерасты жұмыс орнының қабырғалары мен күмбезін жобалау</p> <p>– Қорғаныш экрандары мен тосқауылдарды жобалау</p> <p>– Желдету және жарықтандыру жүйесін әзірлеу</p> <p>– Көліктік коммуникациялардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету</p> <p>– Қызметкерлердің өндірістік сауаттылығын бақылау</p> <p>– Жерасты құрылымдарының қауіпсіздігі бойынша сынақ жұмыстарын жүргізу</p> |

|  | 1 | 2                                                                                                      | 3                                                                                                                                                                                  |
|--|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |   | 5.3 Участке локациясын таңдау кезінде жобалау кезеңінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша ұсынымдар | – Өндірістік орта факторларын талдау және бағалау бойынша цифрлық зертхана (орталықтандырылған және өңірлік зертханалар)                                                           |
|  |   | 5.4 Өндірістік орта факторлары параметрлерін мониторингтеудің орталықтандырылған жүйесін қалыптастыру  | Кәсіптік тәуекелдерді бағалау (КТБ) нәтижелерін бизнес-процестерге енгізу (корпоративтік басқару, тұрақты даму, өндіріс, жөндеу, персоналды оқыту, сатып алу, бюджеттеу және т.б.) |
|  |   | 5.5 Бағалау нәтижелерін пайдалану                                                                      | Интегралдық тәуекел көрсеткішін әлеуметтік қорғау түрлерінің сараланған көлемін айқындау жүйесіне енгізу                                                                           |

Ұсынылған жіктеу әртүрлі тәуекел түрлерінің көріну мүмкіндігі туралы ақпаратты егжей-тегжейлі қарастыруға, сондай-ақ тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының жеке ерекшеліктері мен нақты тәуекелдік жағдайды ескере отырып қажетті жіктеу факторын таңдауға мүмкіндік береді.

Бұл өз кезегінде белгілі бір тәуекел түріне ықпал ету тетігін және оны төмендету шараларын әзірлеуге, сондай-ақ тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының ерекшеліктерін ескере отырып кәсіптік тәуекелдерді бағалау алгоритмін қалыптастыруға жағдай жасайды.

**Қорытынды.** Осылайша, ұсынылған жіктеу жүйесі тау-кен өнеркәсібінде тәуекелдерді жан-жақты талдау мен тиімді басқарудың маңызды құралы болып табылады. Жіктеудің негізіне алынған тәуекелдерді басқарудың ең маңызды элементтері мыналар болып табылады: ықтимал тәуекелдерді сәйкестендіру және сипаттау; әрбір тәуекел түрінің ықтималдығы мен әлеуетті залалын бағалау; жағымсыз салдарды барынша азайту және тәуекелдерді басқару шараларын әзірлеу; жол берілмейтін тәуекелдерді төмендету үшін бақылау шараларын енгізу.

Сонымен қатар учаске локациясын таңдау кезінде жобалау кезеңінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі ұсынымдарды қолдану, өндірістік орта факторлары параметрлерінің орталықтандырылған мониторинг жүйесін қалыптастыру, кәсіптік тәуекелдерді бағалау нәтижелерін бизнес-процестерге енгізу (корпоративтік басқару, тұрақты даму, өндіріс, жөндеу, персоналды оқыту, сатып алу, бюджеттеу және т.б.), сондай-ақ интегралдық тәуекел көрсеткішін әлеуметтік қорғау түрлерінің сараланған көлеміне енгізу маңызды бағыттар болып табылады.

Қазіргі жағдайда өнеркәсіптік кәсіпорындардың қызмет ету ортасы басқару тетіктерін бейімдеуді және жетілдіруді талап етеді. Жоспарлау кезеңдерінде кәсіпорындардың мақсаттары мен стратегияларына қол жеткізуді қамтамасыз ететін бизнес-процестердің табысты жүзеге асуына бағытталған тиімді әдістер мен құралдарды әзірлеу және енгізу қажет.

Тәуекелдер жіктеуішін әзірлеу кәсіпорын мен оның жобаларындағы тәуекелдерді басқару үдерісінің негізгі әрі ажырамас кезеңі болып табылады және бизнес-процестердің тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Мақалада ұсынылған, кәсіпорын қызметінің ерекшелігі мен салалық тиесілігін ескеретін тәуекелдер жіктеуішін әзірлеу әдіснамасы өнеркәсіптік кәсіпорындар тарапынан стратегиялық басқару аясында тиімді тәуекелдерді басқару жүйелерін құру үшін қолданылып, бейімделуі мүмкін.

### **Алғыс, мүдделер қақтығысы, қаржыландыру көздері**

Пилоттық зерттеулерді жүргізуге ат салысқан өңдеуші өнеркәсіп басшылығына алғыс білдіреді.

Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын айтады.

Мақалада «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК-ның ғылыми-зерттеу жұмыстарын бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде (ЖТН: BR22182667) «Еңбек жағдайлары және кәсіптік тәуекелдер: «жасыл экономикаға» көшу шеңберіндегі жіктеу, санаттар және топтастыру өлшемшарттары» тақырып бойынша ғылыми-техникалық бағдарламаны іске асыру барысында алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері ұсынылған.

### **Авторлардың үлесі**

**Насырова Г.А., Едильбаева Л.И., Рахметова А.М., Алшынбекова Г.К., Кульмагамбетова Э.А., Сагиндикова Н.Т.** ғылыми мақаланы жазу барысында зерттеу мақсаттары мен міндеттерін тұжырымдауды, әдебиет деректерін талдауға және жалпылауға қатысуды, зерттеу нәтижелерін түсіндіруді және тұжырымдарды талдау жүргізді. Өңдеуші өнеркәсіп кәсіпорына зиянды және қауіпті факторларды шешудің қазіргі тәсілдерін сипаттау, сондай-ақ қазіргі жағдайын зерттеу үшін әдебиеттерге шолу жаса-

ды. Мақаланы жазу барысында зерттеу әдістемесі әзірленді, эксперименттік деректерді жинау және жүйелеу, қолжазба мәтінін жазу және редакциялау жұмыстары жүргізілді.

Барлық авторлар мақалаға тең үлес қосты.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Paul Hopkin. Fundamentals of Risk Management: Understanding, evaluating and implementing effective risk//<https://www.pdfdrive.com/fundamentals-of-risk-management-understanding-evaluating-and-implementing-effective-riskmanagement-e188600007.html>.
2. Olaf Passenheim. Enterprise Risk Management// <https://dcomm.org/wp-content/uploads/2019/05/Enterprise-Risk-Management-Passenheim.pdf>.
3. Carl L. Pritchard. Risk Management Concepts And Guidance 5ed [ 2015]// <https://archive.org/details/RiskManagementConceptsAndGuidance5ed2015/page/n3/mode/2up>.
4. Автореферат диссертации на соискание д.э.н Интегративный риск-менеджмент как фактор повышения эффективности деятельности промышленных предприятий/ Медведева М.А. Москва, 2011.- 346 с.: ил. РГБ ОД, 71 12-8/27.
5. Чаплинский А.В., Плаксин С.М. Управление рисками при осуществлении государственного контроля в России /Вопросы государственного и муниципального управления. 2016- №2.- 7-23.
6. Рыкунов И.В. Методический подход к формированию системы управления предпринимательскими рисками международных проектов в области гидроэнергетики на основе сбалансированной системы показателей // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. No 2. С. 88-94, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-88-94> [Rykunov Ilya V. Methodical approach to the formation of a business risk management system for international hydropower projects based on a balanced scorecard // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 88-94 (In Russ.), <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-88-94>
7. Приказ Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан «Об утверждении правил управления профессиональными рисками» от 11.09.2020 года №363.
8. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года.
9. Цховребова И.Ч., Тибилова И.В. Методы и средства оценки профессиональных рисков / <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-otsenki-professionalnyh-riskov/viewer>.
10. Батова И.Б. Классификация рисков и причины их возникновения // Международный студенческий научный вестник. 2015. No 1. С.- 4.
11. Байербах А.Г. Некоторые подходы к определению сущности и классификации экономических рисков // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. No 2-1 (60). С. 17–21. 10.24411/2411-0450-2020-10076.
12. Поляков А.В. Система управления рисками (виды, классификация, уровень рисков) /Экономика и управление - №6 (38). - С.118-121.
13. Виноградова Оксана Александровна Разработка системы классификации рисков с учетом особенностей строительной области /Вопросы современной науки и практики 2014.- С112-118.
14. Иванов А.П. К вопросу об управлении рисками на предприятии ЦПБ // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2001. - No 11-12. - С. 24-25.
15. Тэпман Л.Н. Риски в экономике : учеб. пособие / Л. Н. Тэпман ; под ред.В. А. Швандара. - М. : Юнити-Дана, 2002. - 380 с.
16. Богоявленский С.Б. Управление риском в социально-экономических системах - СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 2010 - 147 с. Что такое управление рисками? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://wstocks.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=158&Itemid=1](http://wstocks.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=158&Itemid=1).
17. Брыкалов С.М., Трифонов В.Ю., Гурьева Е.А. Разработка классификатора рисков как этап успешного риск менеджмента/Проблемы анализа риска, том 18, 2021, No 6 С.40-53 Risk Management Issues of Risk Analysis, Vol. 18, 2021, No. 6].
18. Быков А.А., Порфирьев Б.Н. Об анализе риска, концепциях и классификации рисков // Проблемы анализа риска. 2006. Т. 3. No4. С. 319-337. [Bykov A.A., Porfiriev B. N. Risk Analysis, Concepts and Classification // Issues of Risk Analysis 2006;3(4):319-337 (In Russ.).]

### REFERENCES

1. Paul Hopkin. Fundamentals of Risk Management: Understanding, evaluating and implementing effective risk//<https://www.pdfdrive.com/fundamentals-of-risk-management-understanding-evaluating-and-implementing-effective-riskmanagement-e188600007.html>.
2. Olaf Passenheim. Enterprise Risk Management // <https://dcomm.org/wp-content/uploads/2019/05/Enterprise-Risk-Management-Passenheim.pdf>.
3. Carl L. Pritchard. Risk Management Concepts And Guidance 5ed [ 2015]// <https://archive.org/details/RiskManagementConceptsAndGuidance5ed2015/page/n3/mode/2up>.

4. Avtoreferat dissertacii na soiskanie d.e.n Integrativnyj risk-menedzhment kak faktor povysheniya effektivnosti deyatel'nosti promyshlennyh predpriyatij/ Medvedeva M.A. Moskva, 2011.- 346 s.: il. RGB OD, 71 12-8/27.
5. CHaplinskij A.V., Plaksin S.M. Upravlenie riskami pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya v Rossii /Voprosy gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya. 2016- №2.- 7-23.
6. Rykunov I.V. Metodicheskiĭ podhod k formirovaniyu sistemy upravleniya predprinimatel'skimi riskami mezhdunarodnyh proektov v oblasti gidroenergetiki na osnove sbalansirovannoĭ sistemy pokazatelei // Problemy analiza riska. T. 16. 2019. No 2. S. 88-94, [https://doi.org/ 10.32686/1812-5220-2019-16-88-94](https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-88-94) [Rykunov Ilya V. Methodical approach to the formation of a business risk management system for international hydropower projects based on a balanced scorecard // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 88-94 (In Russ.), [https://doi.org/ 10.32686/1812-5220-2019-16-88-94](https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-88-94)
7. Prikaz Ministra truda i social'noj zashchity naseleniya Respubliki Kazahstan «Ob utverzhdenii pravil upravleniya professional'nymi riskami» ot 11.09.2020 goda №363.
8. Trudovoj kodeks Respubliki Kazahstan ot 23 noyabrya 2015 goda.
9. Chkhovrebova I.CH., Tibilova I.V. Metody i sredstva ocenki professional'nyh riskov // <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-otsenki-professionalnyh-riskov/viewer..>
10. Batova I.B. Klassifikaciya riskov i prichiny ih vozniknoveniya // Mezhdunarodnyĭ studencheskiĭ nauchnyĭ vestnik. 2015. No 1. S.- 4.
11. Baĭerbah A.G. Nekotorye podhody k opredeleniyu sushchnosti i klassifikacii ekonomicheskikh riskov // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. 2020. No 2-1 (60). S. 17–21. 10.24411/2411-0450-2020-10076.
12. Polyakov A.V. Sistema upravleniya riskami (vidy, klassifikaciya, uroven' riskov) /Ekonomika i upravlenie - №6 (38). - S.118-121.
13. Vinogradova Oksana Aleksandrovna Razrabotka sistemy klassifikacii riskov s uchetom osobennostej stroitel'noj oblasti /Voprosy sovremennoj nauki i praktiki 2014.- S112-118.
14. Ivanov A.P. K voprosu ob upravlenii riskami na predpriyatii CPB // Cellyuloza. Bumaga. Karton. – 2001. - No 11-12. - S. 24-25.
15. Tepman L.N. Riski v ekonomike : ucheb. posobie / L. N. Tepman ; pod red.V. A. SHvandara. - M. : YUniti-Dana, 2002. - 380 s.
16. Bogoyavlenskij S.B. Upravlenie riskom v social'no-ekonomicheskikh sistemah - SPb: Izd-vo SPbGUEF, 2010 - 147 s. CHto takoe upravlenie riskami? [Elektronnyĭ resurs]. - Rezhim dostupa: [http://wstocks.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=158&Itemid=1](http://wstocks.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=158&Itemid=1).
17. Brykalov S.M., Trifonov V.YU., Gur'eva E.A. Razrabotka klassifikatora riskov kak etap uspehnogo risk menedzhmenta/Problemy analiza riska, tom 18, 2021, No 6 S.40-53 Risk Management Issues of Risk Analysis, Vol. 18, 2021, No. 6].
18. Bykov A.A., Porfir'ev B.N. Ob analize riska, koncepciyah i klassifikacii riskov // Problemy analiza riska. 2006. T. 3. No4. S. 319-337. [Bykov A.A., Porfiriev B. N. Risk Analysis, Concepts and Classification // Issues of Risk Analysis 2006;3(4):319-337 (In Russ.).

## УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

<sup>а</sup>Насырова Г.А., <sup>а</sup>Едильбаева Л.И., <sup>а</sup>Рахметова А.М., <sup>а</sup>Алшынбекова Г.К., <sup>а</sup>Кульмагамбетова Э.А.,  
<sup>а</sup>Сагиндикова Н.Т.

<sup>а</sup>РГП на ПХВ Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда  
Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан

### Аннотация

В статье исследуются концептуальные и практические вопросы построения результативной системы управления рисками на предприятиях горнодобывающей отрасли, функционирующих в условиях технологической сложности и высокой неопределенности внешней среды. Представлен анализ существующих классификаций рисков, раскрыты их методологические основания, достоинства и ограничения при использовании в производственной практике. Обосновывается необходимость разработки адаптированного классификатора, учитывающего особенности производственного цикла, уровень капиталоемкости, требования промышленной и экологической безопасности, а также институциональные условия деятельности предприятия. Предложен авторский алгоритм формирования системы идентификации, оценки и ранжирования рисков, основанный на определении вероятности наступления событий и масштаба потенциального ущерба. Разработаны рекомендации по предупреждению и снижению негативных последствий, включая интеграцию процедур оценки профессиональных рисков в ключевые бизнес-процессы, создание централизованного мониторинга производственных факторов и применение принципов риск-ориентированного управления при проектировании объектов. Реализация предложенных решений способствует повышению устойчивости предприятий и совершенствованию корпоративной системы безопасности.

### Ключевые слова:

классификация  
рисков, группы, виды  
рисков, система  
управления рисками,  
управление рисками,  
горнодобывающая  
отрасль.

## RISK MANAGEMENT OF MINING ENTERPRISES

<sup>а</sup>Nasyrova G.A., <sup>а</sup>Yedilbayeva L.I., <sup>а</sup>Rakhmetova A.M., <sup>а</sup>Alshynbekova G.K., <sup>а</sup>Kulmagambetova E.A.,  
<sup>а</sup>Sagindikova N.T.

<sup>а</sup>RSE at the National Research Institute for Occupational Safety of the Ministry of Labor and Social  
Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

### Abstract

This article explores the conceptual and practical aspects of building an effective risk management system at mining enterprises operating in a technologically complex and highly uncertain environment. It presents an analysis of existing risk classifications, revealing their methodological underpinnings, advantages, and limitations when used in industrial practice. It substantiates the need to develop an adapted classifier that takes into account the specifics of the production cycle, capital intensity, industrial and environmental safety requirements, and the institutional conditions of the enterprise's operations. A proprietary algorithm for developing a risk identification, assessment, and ranking system is proposed, based on determining the probability of events and the scale of potential damage. Recommendations for preventing and mitigating negative consequences are developed, including integrating occupational risk assessment procedures into key business processes, establishing a centralized monitoring system for production factors, and applying risk-based management principles to facility design. The implementation of the proposed solutions will enhance enterprise sustainability and improve corporate security systems.

### Keywords:

risk  
classification, groups,  
types of risks, risk  
management system,  
risk management,  
mining industry.

## Авторлар туралы ақпарат

**Насырова Гүлмира Анатолийқызы**, экономика ғылымдарының докторы, стратегиялық даму және халықаралық ынтымақтастық бөлімінің басшысы / Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: gnassyrova@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0001-6819-4946>

**Еділбаева Лаура Ибрагимқызы**, медицина ғылымдарының кандидаты, Ғылыми зерттеулер орталығының бөлім басшысы, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: laura.ibragimovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-4442-057X>

**Рахметова Анар Мұратқызы**, медицина ғылымдарының кандидаты, доцент, ғылыми зерттеулер орталығының бөлім басшысының орынбасары, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: ra\_anar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0008-4887>

**Алшынбекова Гүлназия Қанағатқызы**, биология ғылымдарының кандидаты, ғылыми зерттеулер орталығының жетекші ғылыми қызметкері, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: gulnaz\_gak@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5143-2338>

**Құлмағамбетова Эльмира Амангелдіқызы**, химия ғылымдарының кандидаты, ғылыми зерттеулер орталығының жетекші ғылыми қызметкері, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: elya\_kulmagambet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7799-3974>

**Сағындықова Нұргүл Төлегенқызы**, техника және технология ғылымдарының магистрі, ғылыми зерттеулер орталығының аға ғылыми қызметкері, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: nursag79@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6420-2783>

## Информация об авторах

**Насырова Гүлмира Анатольевна**, доктор экономических наук, руководитель отдела стратегического развития и международного сотрудничества, ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: gnassyrova@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0001-6819-4946>

**Едильбаева Лаура Ибрагимовна**, кандидат медицинских наук, Руководитель отдела центра научных исследований, ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: laura.ibragimovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-4442-057X>

**Рахметова Анар Муратовна**, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель руководителя отдела центра научных исследований, ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: ra\_anar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0008-4887>

**Алшынбекова Гүлназия Канагатовна**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник центра научных исследований, ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: gulnaz\_gak@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5143-2338>

**Кульмағамбетова Эльмира Амангельдиевна**, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник центра научных исследований, ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: elya\_kulmagambet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7799-3974>

**Сагиндикова Нургул Тулегеновна**, магистр техники и технологии, старший научный сотрудник центра научных исследований, ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: nursag79@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6420-2783>

## Information about authors

**Nasyrova Gulmira Anatolyevna**, Doctor of Economics, Head of the Department of Strategic Development and International Cooperation, 18 Kravtsova st., Astana Kazakhstan, 010000, e-mail: gnassyrova@yandex.kz; <https://orcid.org/0000-0001-6819-4946>

**Yedilbayeva Laura Ibragimovna**, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of the Center for Scientific Research, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: laura.ibragimovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-4442-057X>

**Rakhmetova Anar Muratovna**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Department of the Center for Scientific Research, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: ra\_anar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0008-4887>

**Alshynbekova Gulnaziya Kanagatovna**, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Center for Scientific Research, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: gulnaz\_gak@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5143-2338>

**Kulmagambetova Elmira Amangeldievna**, Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Center for Scientific Research, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: elya\_kulmagambet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7799-3974>

**Sagindikova Nurgul Tulegenovna**, Master of Engineering and Technology, Senior Researcher at the Center for Scientific Research, 18 Kravtsova St., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: nursag79@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6420-2783>



## ПСИХОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

<sup>a</sup>Бекмагамбетов А. Б. , <sup>a</sup>Ташенов А. Ш.  

<sup>a</sup>РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана

### Аннотация

В статье представлены результаты научных исследований, полученные в ходе реализации научно-технической программы на тему «Условия труда и профессиональные риски: классификация, категории и критерии группировки в рамках перехода к «зеленой экономике»» (ИРН: BR22182667) в рамках программно-целевого финансирования исследований Республиканского научно-исследовательского института по охране труда МТСЗН РК. В статье рассматриваются психосоциальные факторы риска как один из ключевых вызовов для современных промышленных предприятий. Определено понятие психосоциальных рисков, выделены их основные виды – организационные, социальные и индивидуальные. Проанализировано их влияние на физическое и психическое здоровье работников, производственную безопасность и экономические показатели предприятия. Установлено, что наибольшее воздействие оказывают хронический стресс, монотонность труда, сменный график, межличностные конфликты и чрезмерный контроль. Отмечено, что психосоциальные риски обладают кумулятивным эффектом и усиливают действие традиционных производственных угроз, снижая концентрацию, повышая утомляемость и риск травматизма.

Подчеркивается необходимость интеграции управления такими рисками в систему охраны труда и стратегию устойчивого развития организации. В заключении предложены направления профилактики: внедрение программ поддержки сотрудников, развитие доверительного менеджмента, ротация рабочих мест, гибкое планирование смен и оптимизация вахтового метода. Реализация данных мер способствует укреплению корпоративной культуры, снижению текучести кадров, сохранению здоровья персонала и повышению общей эффективности производственной деятельности.

### Ключевые слова:

психосоциальные риски, охрана труда, стресс, промышленное предприятие, управление персоналом, устойчивое развитие, психическое здоровье.

**Введение.** Несмотря на значительный прогресс в области технической безопасности и автоматизации производства, проблема психоэмоционального благополучия работников промышленного сектора остаётся одной из наименее изученных и недооценённых сфер охраны труда. В традиционных подходах к безопасности доминирует внимание к физическим и производственным рискам, тогда как психосоциальные факторы рассматриваются как второстепенные. Однако в условиях роста интенсивности труда, увеличения темпа производственных процессов, усложнения рабочих обязанностей и сокращения кадрового состава влияние психосоциальных факторов становится критическим [1].

Игнорирование психосоциальных рисков проявляется в росте профессионального выгорания, увеличении числа ошибок и нарушений технологических процессов, повышении вероятности производственных травм и инцидентов. Это приводит к существенным экономическим потерям, включая текучесть кадров, снижение производительности, повышение затрат на компенсации и обучение новых сотрудников. В промышленной сфере, где высоки требования к внимательности, устойчивости к стрессу и способности к быстрому принятию решений, роль психосоциальных факторов особенно возрастает [2].

Кроме того, на современных предприятиях наблюдается усиление организационных и социальных факторов риска: дефицит кадров заставляет перераспределять обязанности, нарастает административное давление, увеличивается количество ночных смен и режимов работы повышенной интенсивности. В этих условиях психосоциальные риски перестают быть фоновым явлением и превращаются в один из ключевых элементов системы управления безопасностью [3].

### **Цель исследования**

Целью исследования является комплексная оценка психосоциальных факторов риска, характерных для условий промышленного труда, с выявлением их влияния на здоровье работников, производственную эффективность и безопасность труда. Дополнительно исследование направлено на:

- классификацию основных психосоциальных факторов риска;
- анализ механизмов их формирования в условиях современного производства;
- выявление взаимосвязи между психосоциальными рисками и традиционными производственными угрозами;
- оценку кумулятивного эффекта психосоциальных факторов на состояние работников и функционирование предприятия;
- поиск возможных решений и мер профилактики, способных интегрироваться в стратегию устойчивого развития предприятия.

### **Материалы и методы**

Исследование выполнено на основе анализа международных документов ВОЗ, EU-OSHA, данных производственной психологии, а также современных подходов в области охраны труда. В качестве основных методов использованы:

1. Анализ научных публикаций, нормативных актов и методических рекомендаций в сфере психосоциальных рисков.
2. Анализ направленный на выделение организационных, социальных и индивидуальных факторов риска.
3. Применение логико-структурного метода, позволило выявить взаимодействие психосоциальных факторов с традиционными угрозами безопасности.
4. Системный подход, обеспечивший рассмотрение психосоциальных рисков как части комплексной модели производственной безопасности.
5. Анализ последствий, включающий оценку краткосрочных и долгосрочных эффектов воздействия психосоциальных факторов на здоровье и поведение работников.

Данное исследование охватывает множества категории факторов, такие как хронический стресс, монотонность труда, сменные графики, межличностные конфликты, вахтовые режимы работы, чрезмерный контроль, нечеткое распределение обязанностей и др. Особое внимание было уделено оценке условий труда, в которых психологические риски усиливаются за счет наложения на физические и организационные опасности производственной среды.

### **Результаты исследований**

Результаты исследования демонстрируют, что психосоциальные факторы риска оказывают комплексное, многоуровневое и кумулятивное воздействие на работников. Здесь можно отметить воздействия с краткосрочными последствиями, таких как: усталость и снижение уровня бодрствования, ухудшение концентрации внимания и скорости реакции, рост числа ошибок при выполнении операций, снижение кратковременной памяти, напряжённость в межличностных отношениях и т. д.

Эти последствия особенно критичны на производствах высокой опасности, где любая ошибка может привести к серьёзным инцидентам. В категории долгосрочные последствия можно отметить: гипертонию, сердечно-сосудистые заболевания, депрессия и тревожные расстройства, хронические нарушения сна и психосоматические патологий.

Возникают изменения в поведении работников – снижение мотивации, эмоциональное выгорание, ухудшение дисциплины, повышение конфликтности, увеличение случаев «присутствия без эффектив-

ности». Помимо самих работников, такие риски ведут за собой последствия и для работодателей. Психосоциальные риски оказывают прямое экономическое влияние:

- рост числа больничных листов;
- увеличение текучести кадров;
- снижение производительности труда;
- увеличение затрат на обучение новых сотрудников;
- рост числа простоев;
- ухудшение качества коммуникации и передачи смены.

Особенно опасны сочетанные риски:

- утомление + работа на высоте;
- конфликтная коммуникация + критические операции;
- ночные смены + управление тяжелой техникой.

Такое взаимодействие многократно увеличивает вероятность инцидентов, делая традиционные меры безопасности менее эффективными. Сотрудники начинают испытывать эмоциональное истощение, ощущение несправедливости, тревожность и отсутствие контроля над ситуацией. Это приводит к:

- росту употребления алкоголя,
- нарушению режима питания,
- снижению физической активности,
- ухудшению общего состояния здоровья.

На уровне коллектива формируется неблагоприятный психологический климат, усиливаются напряженность и фрагментация внутри команды, что снижает устойчивость организации, в работе на больших предприятиях такие неприятные взаимодействия в коллективе может привести к ухудшению работоспособности сотрудников.

### **Заключение**

Психосоциальные факторы риска являются ключевым элементом современной системы охраны труда и оказывают значительное влияние на безопасность работников, эффективность производственных процессов и устойчивость предприятия. Их воздействие проявляется как на индивидуальном, так и на организационном уровне, формируя рисковую среду, в которой традиционные меры безопасности теряют свою эффективность.

Для минимизации последствий необходимо внедрение комплексных программ профилактики, включающих:

- системы психологической поддержки работников;
- обучение руководителей навыкам ненасильственной коммуникации, делегирования и управления стрессом;
- оптимизацию сменных графиков и постепенную ротацию смен;
- улучшение условий для сотрудников, работающих вахтовым методом;
- развитие доверительного менеджмента, снижающего чрезмерный контроль;
- ротацию рабочих мест для уменьшения монотонности;
- программы повышения мотивации и признания достижений.

В долгосрочной перспективе такие меры способствуют укреплению корпоративной культуры, снижению текучести кадров, улучшению психологического климата и повышению устойчивости предприятия. Психосоциальные риски должны рассматриваться не как дополнительный аспект охраны труда, а как стратегический фактор развития промышленной организации.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Stavroula L., Aditya J. Health Impact of Psychosocial Hazards at Work: An Overview // [https://www.researchgate.net/publication/337837445\\_Health\\_Impact\\_of\\_Psychosocial\\_Hazards\\_at\\_Work\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/337837445_Health_Impact_of_Psychosocial_Hazards_at_Work_An_Overview)
2. Anthony D. L., Tessa K., Amber M. L., Aleck O. Job stress as a preventable upstream determinant of common mental disorders: A review for practitioners and policy-makers // [https://www.researchgate.net/publication/272404935\\_Job\\_stress\\_as\\_a\\_preventable\\_upstream\\_determinant\\_of\\_common\\_mental\\_disorders\\_A\\_review\\_for\\_practitioners\\_and\\_policy-makers](https://www.researchgate.net/publication/272404935_Job_stress_as_a_preventable_upstream_determinant_of_common_mental_disorders_A_review_for_practitioners_and_policy-makers)
3. Корнеева Я. А., Симонова Н. Н., Корнеева А. В., Добрынина М. А. Влияние психосоциальных факторов рабочего места на динамику функциональных состояний вахтового персонала нефтегазодобывающего предприятия // Национальный психологический журнал. 2024. №4 (19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-psihosotsialnyh-faktorov-rabochego-mesta-na-dinamiku-funktsionalnyh-sostoyaniy-vahtovogo-personala-neftegazdobivayushchego-predpriyatiya>

## REFERENCES

1. Stavroula L., Aditya J. Health Impact of Psychosocial Hazards at Work: An Overview // [https://www.researchgate.net/publication/337837445\\_Health\\_Impact\\_of\\_Psychosocial\\_Hazards\\_at\\_Work\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/337837445_Health_Impact_of_Psychosocial_Hazards_at_Work_An_Overview)
2. Anthony D. L., Tessa K., Amber M. L., Aleck O. Job stress as a preventable upstream determinant of common mental disorders: A review for practitioners and policy-makers // [https://www.researchgate.net/publication/272404935\\_Job\\_stress\\_as\\_a\\_preventable\\_upstream\\_determinant\\_of\\_common\\_mental\\_disorders\\_A\\_review\\_for\\_practitioners\\_and\\_policy-makers](https://www.researchgate.net/publication/272404935_Job_stress_as_a_preventable_upstream_determinant_of_common_mental_disorders_A_review_for_practitioners_and_policy-makers)
3. Korneeva Ya. A., Simonova N. N., Korneeva A.V., Dobrynina M. A. The influence of psychosocial workplace factors on the dynamics of functional states of shift personnel of an oil exploration enterprise // National Psychological Journal. 2024. №4 (19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-psihosotsialnyh-faktorov-rabochego-mesta-na-dinamiku-funktsionalnyh-sostoyaniy-vahtovogo-personala-nefterazvedochnogo>

## ӨНДІРІСТІК ОРТАДАҒЫ ПСИХОӘЛЕУМЕТТІК ҚАУІП ФАКТОРЛАРЫ

<sup>а</sup>Бекмагамбетов А., <sup>а</sup>Ташенов А.

<sup>а</sup>"Қазақстан Республикасының Еңбекті қорғау және халықты әлеуметтік қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты" ШЖҚ РМК, Астана қ.

### Аңдатпа

Мақалада еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының зерттеулерін бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде "еңбек жағдайлары және кәсіптік тәуекелдер: "жасыл экономикаға" көшу шеңберіндегі топтастырудың жіктелуі, санаттары мен критерийлері" (ЖРН: BR22182667) тақырыбында ғылыми-техникалық бағдарламаны іске асыру барысында алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері ұсынылған ҚР. Мақалада қазіргі заманғы өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін негізгі қиындықтардың бірі ретінде психоәлеуметтік қауіп факторлары қарастырылады. Психоәлеуметтік тәуекелдер ұғымы анықталды, олардың негізгі түрлері – ұйымдастырушылық, Әлеуметтік және жеке. Олардың жұмысшылардың физикалық және психикалық денсаулығына, өндірістік қауіпсіздікке және кәсіпорынның экономикалық көрсеткіштеріне әсері талданды. Созылмалы стресс, еңбектің біртектілігі, ауысымдық кесте, тұлғааралық қақтығыстар және шамадан тыс бақылау үлкен әсер ететіні анықталды. Психоәлеуметтік тәуекелдер кумулятивті әсерге ие және дәстүрлі өндірістік қауіптердің әсерін күшейтеді, концентрацияны төмендетеді, шаршау мен жарақат алу қаупін арттырады. Мұндай тәуекелдерді басқаруды еңбекті қорғау жүйесіне және ұйымның тұрақты даму стратегиясына біріктіру қажеттілігі атап өтіледі. Қорытындыда алдын алу бағыттары ұсынылды: қызметкерлерді қолдау бағдарламаларын енгізу, сенімгерлік менеджментті дамыту, жұмыс орындарын ротациялау, ауысымдарды икемді жоспарлау және вахталық әдісті оңтайландыру. Осы шараларды іске асыру корпоративтік мәдениетті нығайтуға, кадрлар айналымын төмендетуге, персоналдың денсаулығын сақтауға және өндірістік қызметтің жалпы тиімділігін арттыруға ықпал етеді.

### Түйінді сөздер:

Түйінді сөздер: психоәлеуметтік тәуекелдер, еңбекті қорғау, стресс, өнеркәсіптік кәсіпорын, персоналды басқару, тұрақты даму, психикалық денсаулық.

# PSYCHOCIAL RISK FACTORS IN AN INDUSTRIAL ENVIRONMENT

<sup>a</sup>Bekmagambetov A., <sup>a</sup>Tashenov A.

<sup>a</sup>RSE on the REM "Republican Scientific Research Institute for Labor Protection and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan", Astana

## Abstract

The article presents the results of scientific research obtained during the implementation of the scientific and technical program on the topic "Working conditions and occupational risks: classification, categories and grouping criteria within the framework of the transition to a "green economy" (IRN: BR22182667) within the framework of program-targeted research funding of the Republican Scientific Research Institute for Occupational Safety and Health RK. The article considers psychosocial risk factors as one of the key challenges for modern industrial enterprises. The concept of psychosocial risks is defined, their main types are highlighted – organizational, social and individual. Their impact on the physical and mental health of employees, industrial safety and economic performance of the enterprise is analyzed. It has been found that chronic stress, monotony of work, shift work, interpersonal conflicts and excessive control have the greatest impact. It is noted that psychosocial risks have a cumulative effect and enhance the effect of traditional industrial threats, reducing concentration, increasing fatigue and the risk of injury. The need to integrate the management of such risks into the occupational safety system and the organization's sustainable development strategy is emphasized. In conclusion, the directions of prevention are proposed: the introduction of employee support programs, the development of trust management, workplace rotation, flexible shift planning and the optimization of the shift method. The implementation of these measures contributes to strengthening the corporate culture, reducing staff turnover, maintaining staff health and improving the overall efficiency of production activities.

## Keywords:

psychosocial risks, occupational safety, stress, industrial enterprise, personnel management, sustainable development, mental health.

## Информация об авторах

**Бекмагамбетов Алимжан Бауыржанович**, кандидат юридических наук, ассоциированный профессор (доцент) заместитель генерального директора Республиканского научно-исследовательского института по охране труда ул.Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: e-mail:adilet1979@mail.ru

**Ташенов Амирхан Шингизханович**, снс центра научных исследований «РНИИОТ» МТСЗН РК, магистр естественных наук, Астана, Казахстан, wl\_t@mail.com

## Авторлар туралы ақпарат

**Бекмағамбетов Әлімжан Бауыржанұлы**, заң ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессорі (доцент), Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Бас директорының орынбасары, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail:adilet1979@mail.ru

**Ташенов Амирхан Шыңғысханұлы**, ҚР ЕХӘҚМ "РҒЗИ" ғылыми зерттеулер орталығының ҰШЖ, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Астана, Қазақстан, wl\_t@mail.com

## Information about authors

**Alimzhan Bauyrzhanovich Bekmagambetov**, Candidate of Law, Associate Professor, Deputy Director General of the Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: e-mail: adilet1979@mail.ru

**Tashenov Amirkhan Shingizkhanovich**, SNA of the Center for Scientific Research "RNIIOT" of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Master of Natural Sciences, Astana, Kazakhstan, wl\_t@mail.com



## ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА

<sup>а</sup>Булат Т.Б. ✉ 

*<sup>а</sup>Старший научный сотрудник стратегического развития и международного сотрудничества РГП на ПХВ Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан*

### Аннотация

В современных условиях усложнения производственных процессов возрастает значение системного учета эргономических факторов в управлении производительностью труда. Исследование посвящено анализу взаимосвязи между эргономическими профессиональными рисками и показателями эффективности функционирования производственной системы «человек-машина-среда». Установлено, что несоответствие рабочих условий психофизиологическим возможностям человека приводит к росту утомляемости, скелетно-мышечных нарушений, презентеизма и снижению результативности труда. Показано, что внедрение эргономического подхода позволяет выявлять угрозы – контролировать риски и минимизировать их на уровне проектирования и эксплуатации рабочих систем. Практическая направленность работы связана с обеспечением дальнейшего качества жизни работников и формированием механизмов, которые позволят работодателям промышленных предприятий обеспечить безопасность труда во многих отраслях экономики Казахстана. Полученные положения соотносятся с принципами МОТ и целями устойчивого развития ЦУР, ориентированными на формирование безопасной и эффективной трудовой среды.

### Ключевые слова

эргономика;  
профессиональные  
риски;  
производительность  
труда; мышечно-  
скелетные  
заболевания;  
управление  
производитель-  
ностью;  
эргономический  
риск-менеджмент;  
безопасность труда.

**Введение.** В условиях глобальной трансформации производственных систем управление производительностью труда перестало ограничиваться технологической модернизацией и всё в большей степени ориентируется на человеческий фактор как стратегический ресурс устойчивого развития. Современные подходы к организации труда рассматривают здоровье работников, их психофизиологические возможности и адаптационный потенциал как ключевые переменные, определяющие эффективность производственных процессов. Исследования в области проектирования производственных линий подтверждают, что интеграция эргономических требований на ранних этапах разработки рабочих систем способствует формированию более безопасных, стабильных и экономически устойчивых производственных решений, несмотря на возможные краткосрочные ограничения по объёму выпуска.

Эргономика как междисциплинарное направление, направленное на оптимизацию взаимодействия системы «человек – техника – среда», рассматривается в современной научной парадигме не только

как инструмент профилактики профессиональных заболеваний и травматизма, но и как фактор повышения производительности труда. В рамках систем управления производительностью труда (УПТ) учитываются технические параметры технологических процессов, организационные регламенты, характеристики рабочей среды и психосоциальные условия труда. Эргономические профессиональные риски – включая статические и динамические перегрузки, неблагоприятные рабочие позы, повторяющиеся движения и несоответствие оборудования антропометрическим характеристикам работников – оказывают прямое влияние на уровень работоспособности, продолжительность активной трудовой деятельности и качественные характеристики человеческого капитала организации.

Нормативное закрепление приоритета безопасности труда отражено в международных правовых актах. Филадельфийская декларация Международной организации труда (1944) закрепляет принцип, согласно которому труд не является товаром и должен осуществляться в условиях свободы, достоинства и социальной защищенности. Декларация подчёркивает необходимость обеспечения защиты жизни и здоровья работников как неотъемлемого элемента социального прогресса. Тем самым безопасность труда рассматривается не как второстепенная функция, а как фундаментальный принцип трудовой политики [1].

В Конвенции МОТ №155 «О безопасности и гигиене труда и производственной среде» (1981) установлена обязанность государств проводить национальную политику, направленную на предотвращение профессиональных рисков и защиту жизни и здоровья работников. Конвенция закрепляет необходимость принятия мер, направленных на предотвращение несчастных случаев и ущерба здоровью работников, возникающих в процессе трудовой деятельности. В соответствии с её положениями работодатели обязаны обеспечивать безопасные и здоровые условия труда, минимизируя риски посредством организационных и технических решений. Таким образом, управление профессиональными рисками рассматривается как системная обязанность, интегрированная в общую структуру производственного управления [2].

На национальном уровне данные положения находят отражение в конституционном праве граждан на безопасные условия труда. Согласно статье 24 Конституции Республики Казахстан, каждый имеет право на свободу труда, свободный выбор рода деятельности и профессии, а также на безопасные и гигиеничные условия труда [3]. Закрепление данного права на высшем нормативном уровне формирует институциональную основу для разработки и внедрения систем управления профессиональными и эргономическими рисками в организациях Республики Казахстан.

Интеграция эргономических профессиональных рисков в систему управления производительностью труда имеет как международное, так и национальное нормативное обоснование и выступает необходимым условием повышения устойчивости и эффективности современных производственных систем.

**Актуальность исследования.** В настоящее время концепция, подход и методология макроэргономики для анализа, проектирования и оценки рабочих систем широко признаны на международном уровне и в ряде случаев продемонстрировали статистически значимые улучшения. Практика внедрения макроэргономических решений показывает нам системное совершенствование организационных и технологических аспектов труда что приводит к достижению значительного снижения производственных рисков. Мировой опыт макроэргономических вмешательств показывает потенциал снижения профессиональных нарушений до 60-90%, однако для промышленных предприятий Казахстана реалистичным целевым показателем на этапе внедрения является снижение уровня мышечно-скелетных заболеваний на 20-25% за счет оптимизации «узких мест» [4]. Данные результаты свидетельствуют о высокой эффективности интеграции макроэргономического подхода в систему управления производительностью труда и демонстрируют положительную динамику в области оптимизации рабочих систем.

Одновременно сохраняется значительное влияние эргономических факторов на качество производственных процессов и устойчивость функционирования организаций. По данным до 41% проблем качества в производственных операциях связано с усталостью работников. Эргономические факторы рабочего места (неудобные позы, повторяющиеся движения, переутомление и пр.) значительно влияют на здоровье работников и экономику предприятий. Мышечно-скелетные заболевания, вызванные неудобным рабочим дизайном, составляют до трети производственных травм и ежегодно приводят к многомиллиардным потерям производительности. Плохая организация рабочих условий стимулирует рост абсентеизма и снижение эффективности труда [5]. В условиях современных систем управления производительностью эти факторы требуют систематического контроля и интеграции в процессы оценки эффективности.

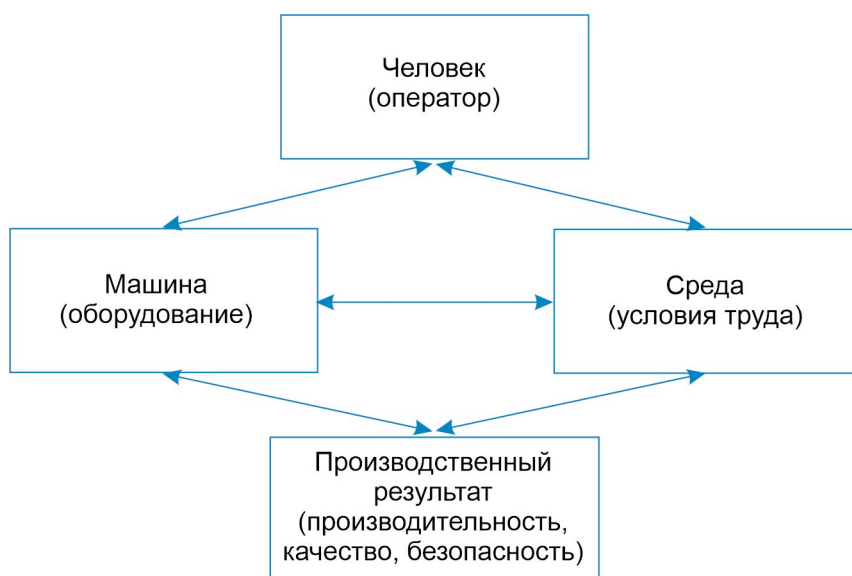
Развитие цифровых технологий, усложнение производственных процессов и повышение нагрузки на работников приводят к росту напряжённости труда. Зарубежные исследования показывают, что скелетно-мышечные нарушения и стрессовые состояния вследствие неудобных поз, повторяющихся движений и недостаточного отдыха являются одной из главных причин потерь рабочего времени и снижения производительности. Международные исследования, рассматривающие влияние ограничения эргономического риска на сборочных линиях, подтверждают, что строгие требования по безопасности

иногда снижают объём выпуска, но повышают безопасность и устойчивость производства. Для современных организаций, ориентированных на инновации, важно найти баланс между безопасностью и эффективностью, интегрировав эргономический подход в стратегию управления производительностью труда.

Актуальность настоящего исследования определяется необходимостью научного обоснования интеграции эргономического риск-менеджмента в систему управления производительностью труда с целью обеспечения устойчивости, безопасности и экономической эффективности современных организаций.

**Объект, предмет и цель исследования.** В условиях цифровизации и усложнения производственных процессов обеспечение устойчивой производительности труда требует рассмотрения производственной деятельности как целостной социотехнической системы. Современные подходы к управлению производительностью выходят за рамки исключительно экономических показателей и предполагают учет эргономических факторов, влияющих на работоспособность, надежность и безопасность человека-оператора. Предметом изучения эргономики является трудовая деятельность человека в процессе взаимодействия с техническими средствами в условиях существенного влияния факторов внешней и социальной среды [6].

Предмет исследования составляют закономерности формирования эргономических профессиональных рисков, обусловленных воздействием рабочей нагрузки, параметров рабочей среды и организационно-технологических характеристик производственного процесса на функциональное состояние работника. Объектом настоящего исследования выступает система «человек–машина–среда» (Ч–М–С) как интегрированная производственная система, в рамках которой формируются эргономические профессиональные риски, оказывающие влияние на показатели качества, безопасности и производительности труда [7].



**Рисунок 1 – Модель формирования эргономических рисков в системе**

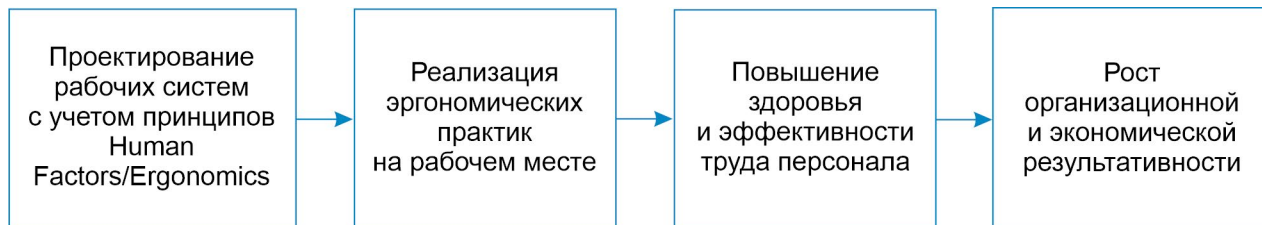
Модель отражает взаимосвязь человека, технических средств и условий труда в рамках единой производственной структуры. Человек-оператор выступает центральным элементом системы, от функционального состояния которого зависит надежность и стабильность производственного процесса. Несоответствие оборудования антропометрическим и психофизиологическим характеристикам работника, отклонения параметров среды и организационные дефекты формируют предпосылки возникновения эргономических профессиональных рисков.

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании системного механизма возникновения профессиональных рисков в производственной системе и разработке научно обоснованных направлений их минимизации на основе принципов эргономики, ориентированных на обеспечение безопасности труда и повышение интегральной эффективности функционирования системы.

Анализ научной литературы. Концептуальная модель отражает взаимосвязь проектирования рабочих систем на основе Human Factors/Ergonomics (HF/E), реализации эргономических практик, состояния здоровья работников и бизнес-показателей предоставлена в документе IEA и ILO (Женева, 2021) содержащем методологические рекомендации по внедрению принципов HF/E систему. В основе модели лежит положение о том, что характеристики рабочей среды и организационно-технологические

параметры напрямую влияют на уровень профессиональных рисков, функциональное состояние человека и устойчивость производственного процесса.

Применение принципов HF/E при проектировании рабочих систем предполагает учет антропометрических, биомеханических и психофизиологических особенностей работников при выборе оборудования, организации рабочего пространства и регламентации режимов труда. Снижение статических и динамических перегрузок, оптимизация рабочих поз и рациональное распределение нагрузки способствуют уменьшению частоты скелетно-мышечных нарушений и повышению операционной надежности.



**Рисунок 2: Рабочие места, спроектированные в соответствии с принципами HF/E, обеспечивают более высокую производительность сотрудников и лучшие бизнес-результаты [8].**

Особый вопрос управления эргономическими рисками приобретает в добывающих и перерабатывающих отраслях Казахстана (горно-металлургический комплекс, нефтегазовый сектор), где сочетание тяжелого физического труда и сложных климатических условий эксплуатации оборудования создает кумулятивный эффект нагрузки на организм работника.

Экономический эффект выражается не только в сокращении травматизма, но и в стабилизации производственных показателей. Косвенные затраты, связанные с травматизмом и потерей опытных работников, в 5-10 раз превышают прямые расходы на лечение рассчитано на основе модели распределения косвенных издержек (Indirect Cost Ratio). Включение эргономических принципов в систему управления производительностью позволяет снизить потери рабочего времени, уменьшить уровень брака и повысить предсказуемость производственных результатов без избыточного увеличения текущих затрат.

**Методы и исследования.** Методологической основой исследования выступает системный подход, предполагающий рассмотрение производственной системы как совокупности взаимосвязанных элементов, функционирующих в едином пространственно-временном контексте. Производственная деятельность анализировалась как социотехническая система, включающая человека-оператора, технические средства и параметры рабочей среды, взаимодействие которых формирует уровень эргономических профессиональных рисков.

Проведён систематический обзор научных публикаций по тематике эргономики, профессиональных рисков и управления производительностью труда с фокусом на эмпирические исследования и аналитические обзоры. Отбор источников осуществлялся по критериям актуальности, научной рецензируемой и методологической обоснованности представленных результатов.

В рамках анализа использованы методы контент-анализа и тематической классификации, позволившие выделить ключевые категории эргономических рисков (биомеханические, организационные, психофизиологические), а также определить наиболее распространённые методы их оценки. Применён сравнительный анализ данных о влиянии эргономических вмешательств на показатели производительности труда, включая производительность операций, уровень брака, абсентеизм и частоту травматизма.

«В качестве аналитического инструментария предлагается использование методов полуквалификационной оценки: RULA (Rapid Upper Limb Assessment) – для детального анализа нагрузки на верхние конечности при повторяющихся движениях [9]; REBA (Rapid Entire Body Assessment) – для оценки рисков, связанных с вынужденными рабочими позами в динамике [10]. Применение данных методов позволяет перевести качественные характеристики «неудобная поза» в цифровую шкалу приоритетности вмешательства».

Для выявления закономерностей использованы элементы системного моделирования, позволившие связать между рабочей нагрузкой, параметрами среды, функциональным состоянием работника и интегральными показателями эффективности производственной системы. Дополнительно применялись методы логического обобщения и структурного синтеза, направленные на формирование концептуальной модели интеграции эргономического риск-менеджмента в систему управления производительностью труда.

Использование комплексного методического инструментария обеспечило согласованность анализа, сопоставимость данных и обоснованность выводов о влиянии эргономических факторов на устойчивость и эффективность производственных процессов.

**Результаты и обсуждение.** Полученные результаты подтверждают системный характер формирования профессиональных рисков, обусловленный несогласованностью параметров рабочей среды, организационных условий и характеристик технических средств с психофизиологическими возможностями человека. Воздействие внешней рабочей нагрузки приводит к развитию профессиональной утомляемости, снижению работоспособности и увеличению вероятности ошибок и производственного травматизма. Эффективность системы определяется соотношением производительности, качества продукции, затрат и уровня безопасности труда, что требует комплексного учета эргономических факторов на этапе проектирования и эксплуатации рабочих систем. Данные выводы базируются на анализе эргономических факторов в структуре «человек–машина–среда».

Выявлены основные эргономические риски – повторяющиеся движения, длительное статическое напряжение, неудобные рабочие позы и повышенные физические нагрузки, способствующие развитию заболеваний опорно-двигательного аппарата и снижению эффективности труда. Доказано, что продолжительное статическое напряжение и повторяющаяся работа статистически значимо повышают частоту мышечно-скелетных заболеваний, увеличивая абсентеизм и снижая качество выполнения операций. Наряду с этим установлено, что низкий уровень эргономичности рабочего места, включая не эргономичный дизайн и неблагоприятные параметры микроклимата, отрицательно влияет на производственные показатели; оптимизация условий труда способна повысить эффективность на 30 - 40% по данным зарубежных анализов [11]. Экономические последствия МСЗ выражаются в значительных потерях, связанных как с лечением, так и со снижением производительности труда.

**Таблица 1 – Взаимосвязь эргономических рисков и производственных показателей**

| Эргономический фактор (риск)                  | Инструмент оценки (метод)     | Психофизиологическое последствие                          | Влияние на операционную эффективность (KPI)                                   |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Повторяющиеся движения (высокая частота)      | RULA                          | Локальное мышечное перенапряжение, кумулятивная усталость | Рост процента брака (до 41% ошибок), снижение скорости линии                  |
| Неудобная рабочая поза (статическая нагрузка) | REBA                          | Нарушение кровообращения, развитие МСЗ                    | Рост презентеизма (работа через боль), снижение концентрации                  |
| Несоответствие оборудования антропометрии     | Антропометрический аудит      | Повышенные физические усилия, дискомфорт                  | Рост травматизма, увеличение времени выполнения операций на 30–40%            |
| Неблагоприятный микроклимат и освещенность    | Санитарно-гигиенический замер | Снижение адаптационного потенциала, стресс                | Рост текучести кадров, увеличение числа инцидентов по «человеческому фактору» |

Отдельное значение имеет феномен презентеизма – выполнение трудовых обязанностей в состоянии боли и функционального дискомфорта, – который формирует скрытые потери производительности и может превышать по экономическим последствиям абсентеизм. Анализ публикаций показывает, что системная интеграция эргономических мероприятий в процессы управления производительностью сопровождается улучшением ключевых показателей эффективности (KPI) [12]. Реализация программ адаптации оборудования, корректировки рабочих поз и распределения нагрузки снижает уровень заболеваемости и одновременно повышает удовлетворённость работников и результативность труда. Дополнительное влияние оказывают организационные и когнитивные факторы: поддержка со стороны руководства, автономность и рациональное распределение обязанностей усиливают эффект физических эргономических вмешательств.

Комплексное сочетание физической и организационной оптимизации формирует устойчивый эффект: минимизация профессиональных рисков сопровождается ростом производительности труда и сокращением косвенных издержек, связанных с заболеваниями и травматизмом.

Проведенное исследование подтверждает, что в условиях современной промышленности Казахстана эргономика перестает быть «социальной нагрузкой» и становится критическим фактором операционной эффективности. Для практической реализации системного механизма управления профессиональными рисками руководству предприятий рекомендуется сфокусироваться на внедрении инструментов количественного анализа, таких как методы RULA и REBA, позволяющих объективизировать оценку нагрузки на персонал. Важным этапом является проектирование рабочих мест с учетом антропометрических данных работников и оптимизация производственных циклов для снижения куму-

лятивной усталости, что напрямую влияет на сокращение брака. Внедрение данного подхода позволит трансформировать систему охраны труда из затратной статьи бюджета в инструмент минимизации скрытых экономических потерь и повышения операционной надежности предприятия.

#### **Конфликт интересов.**

Авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. ILO Constitution [https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx\\_en/f?p=1000:62:0::NO:62:P62\\_LIST\\_ENTRIE\\_ID:2453907:NO#A9](https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_en/f?p=1000:62:0::NO:62:P62_LIST_ENTRIE_ID:2453907:NO#A9)
2. C155 - Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155) [https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40asia/%40ro-bangkok/%40ilo-kathmandu/documents/genericdocument/wcms\\_873090.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40asia/%40ro-bangkok/%40ilo-kathmandu/documents/genericdocument/wcms_873090.pdf)
3. Конституция Республики Казахстан [https://www.akorda.kz/ru/official\\_documents/constitution](https://www.akorda.kz/ru/official_documents/constitution)
4. Handbook of human factors and ergonomics methods, 2005 / ed. by H. W. Hendrick, B. M. Kleiner. Boca Raton: CRC Press. – P. 647.
5. Vuelas-Robles G.M., Cano-Gutiérrez J.C., Olguín-Tiznado J.E., et al. Ergonomic and Psychosocial Risk Factors and Their Relationship with Productivity: A Bibliometric Analysis. *Safety*. 2025, 11(3): 74. DOI: 10.3390/safety11030074.
6. Фех А.И. Основы эргономики: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2012. – 119 с.
7. Чардымов В.В. Эргономика: учебно-методический комплекс. – Томск: ТПУ, 2023. – 115 с.
8. Principles and Guidelines for Human Factors/Ergonomics (HF/E) Design and Management of Work Systems. International Ergonomics Association (IEA); International Labour Organization (ILO). Geneva, 2021. – Annex 2, p. 42.
9. McAtamney L., & Corlett E.N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99.
10. Hignett S., & McAtamney L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied ergonomics*, 31(2), 201-205.
11. Santos W., Rojas C., Isidoro R., et al. Efficacy of Ergonomic Interventions on Work-Related Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*. 2025, 14(9): 3034. DOI: 10.3390/jcm14093034.
12. Gumasing M.J.J., Tangsoc J.C., Bernardo E.L., et al. The role of ergonomics in enhancing work motivation and performance of virtual assistants in e-commerce. *Acta Psychologica*. 2025, 259: 105379. DOI: 10.1016/j.actpsy.2025.105379.

### **REFERENCES**

1. ILO Constitution [https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx\\_en/f?p=1000:62:0::NO:62:P62\\_LIST\\_ENTRIE\\_ID:2453907:NO#A9](https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_en/f?p=1000:62:0::NO:62:P62_LIST_ENTRIE_ID:2453907:NO#A9)
2. C155 - Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155) [https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40asia/%40ro-bangkok/%40ilo-kathmandu/documents/genericdocument/wcms\\_873090.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40asia/%40ro-bangkok/%40ilo-kathmandu/documents/genericdocument/wcms_873090.pdf)
3. Constitution of the Republic of Kazakhstan [https://www.akorda.kz/ru/official\\_documents/constitution](https://www.akorda.kz/ru/official_documents/constitution)
4. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods, 2005 / ed. by H. W. Hendrick, B. M. Kleiner. Boca Raton: CRC Press. – P. 647.
5. Vuelas-Robles G.M., Cano-Gutiérrez J.C., Olguín-Tiznado J.E., et al. Ergonomic and Psychosocial Risk Factors and Their Relationship with Productivity: A Bibliometric Analysis. *Safety*. 2025, 11(3): 74. DOI: 10.3390/safety11030074.
6. Fekh A. I. Fundamentals of Ergonomics: учебное пособие. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2012. – 119 p.
7. Chardymov V.V. Ergonomics: учебно-методический комплекс. – Tomsk: TPU, 2023. – 115 p.
8. Principles and Guidelines for Human Factors/Ergonomics (HF/E) Design and Management of Work Systems. International Ergonomics Association (IEA); International Labour Organization (ILO). Geneva, 2021. – Annex 2, p. 42.
9. McAtamney L., & Corlett E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
10. Hignett S., & McAtamney L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205.

11. Santos W., Rojas C., Isidoro R., et al. Efficacy of Ergonomic Interventions on Work-Related Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Clinical Medicine. 2025, 14(9): 3034. DOI: 10.3390/jcm14093034.

12. Gumasing M.J.J., Tangsoc J.C., Bernardo E.L., et al. The role of ergonomics in enhancing work motivation and performance of virtual assistants in e-commerce. Acta Psychologica. 2025, 259: 105379. DOI: 10.1016/j.actpsy.2025.105379.

## ЕҢБЕК ӨНІМДІЛІГІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЭРГОНОМИКАЛЫҚ КӘСІБИ ТӘУЕКЕЛДЕР

<sup>a</sup>Булат Т.Б.

*<sup>a</sup>Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің «Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорнының стратегиялық даму және халықаралық ынтымақтастық бөлімінің аға ғылыми қызметкері, Астана қ., Қазақстан*

### Аңдатпа

Өндірістік процестердің күрделенуі жағдайында еңбек өнімділігін басқаруда эргономикалық факторларды жүйелі түрде ескерудің маңызы артып келеді. Зерттеу эргономикалық кәсіби тәуекелдер мен «адам–машина–орта» өндірістік жүйесінің тиімді жұмыс істеу көрсеткіштері арасындағы өзара байланысты талдауға арналған.

Зерттеу нәтижелері жұмыс жағдайларының адамның психофизиологиялық мүмкіндіктеріне сәйкес келмеуі шаршаудың артуына, тірек-қимыл аппаратының бұзылыстарына, презентеизмнің өсуіне және еңбек нәтижелілігінің төмендеуіне алып келетінін көрсетті. Сонымен қатар, эргономикалық тәсілді енгізу еңбек жүйелерін жобалау және пайдалану кезеңдерінде қауіп-қатерлерді анықтауға, тәуекелдерді бақылауға және оларды барынша азайтуға мүмкіндік беретіні дәлелденді.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы қызметкерлердің өмір сапасын арттыруға және жұмыс берушілерге Қазақстан экономикасының түрлі салаларындағы өнеркәсіп кәсіпорындарында еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін тиімді механизмдерді қалыптастырумен байланысты. Алынған ғылыми тұжырымдар Халықаралық еңбек ұйымының (ХЕҰ) қағидаттарымен және қауіпсіз әрі тиімді еңбек ортасын қалыптастыруға бағытталған Тұрақты даму мақсаттарының (ТДМ) міндеттерімен үйлеседі.

### Түйінді сөздер:

эргономика; кәсіби тәуекелдер; еңбек өнімділігі; тірек-қимыл аппараты аурулары; еңбек өнімділігін басқару; эргономикалық тәуекелдерді басқару; еңбек қауіпсіздігі.

## ERGONOMIC OCCUPATIONAL RISKS IN THE LABOR PRODUCTIVITY MANAGEMENT SYSTEM

<sup>a</sup>**Bulat T.B.**

*<sup>a</sup>Senior Researcher of the Department of Strategic Development and International Cooperation Republican Research Institute for Occupational Safety and Health under the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan Astana, Kazakhstan*

### Abstract

In the context of increasing complexity of production processes, the systematic consideration of ergonomic factors in labor productivity management is becoming increasingly important. The study analyzes the relationship between ergonomic occupational risks and the performance indicators of the industrial system «human–machine–environment».

The results demonstrate that the mismatch between working conditions and the psychophysiological capabilities of employees leads to increased fatigue, musculoskeletal disorders, presenteeism, and a decline in labor productivity. It is shown that the implementation of an ergonomic approach allows the identification of potential threats, the control of risks, and their minimization at the stages of design and operation of work systems.

The practical significance of the study lies in improving the quality of life of workers and developing mechanisms that enable employers of industrial enterprises to ensure occupational safety across various sectors of Kazakhstan's economy.

The findings correspond to the principles of the International Labour Organization (ILO) and the Sustainable Development Goals (SDGs) aimed at creating a safe and efficient working environment.

### Keywords:

ergonomics;  
occupational risks;  
labor productivity;  
musculoskeletal disorders; productivity management;  
ergonomic risk management;  
occupational safety.

### Сведения об авторе / Автор туралы мәлімет / Information about the authors

**Буллат Томирис Булатовна**, магистр экономических наук, старший научный сотрудник отдела стратегического развития и международного сотрудничества РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», ул. Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: bulattomiris@gmail.com <https://orcid.org/0009-0007-3959-4140>

**Буллат Томирис Булатқызы**, экономика ғылымдарының магистрі, «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК стратегиялық даму және халықаралық ынтымақтастық бөлімінің аға ғылыми қызметкері, Кравцова көшесі 18, Астана қ., Қазақстан, 010000, e-mail: bulattomiris@gmail.com <https://orcid.org/0009-0007-3959-4140>

**Bulat Tomiris Bulatovna**, Master of Economic Sciences, Senior Researcher of the Department of Strategic Development and International Cooperation, Republican Research Institute for Occupational Safety of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: bulattomiris@gmail.com <https://orcid.org/0009-0007-3959-4140>



## АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

<sup>а</sup>Райхан М.С.  

<sup>а</sup>РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», Астана, Казахстан

### Аннотация

Горнодобывающая отрасль Республики Казахстан традиционно характеризуется повышенным уровнем производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. В настоящей статье представлен комплексный анализ динамики производственного травматизма в горнодобывающей промышленности Казахстана за период 2020–2024 гг. На основе статистических данных Бюро национальной статистики и Министерства труда и социальной защиты населения РК исследованы тенденции общего и смертельного травматизма, изучена структура несчастных случаев по видам происшествий и причинам, проведён региональный анализ распределения пострадавших. Выявлено, что горнодобывающая промышленность занимает второе место среди отраслей экономики по числу пострадавших с устойчивым ростом показателей (+124,4% за пятилетний период). Установлено, что основными причинами травматизма являются неудовлетворительная организация производства работ и нарушения трудовой дисциплины. Показатель скрытого травматизма в Казахстане (11:1) значительно превышает аналогичные показатели развитых стран, что свидетельствует о масштабном сокрытии несчастных случаев. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования системы управления охраной труда и разработки превентивных мер по снижению производственного травматизма в горнодобывающем секторе.

### Ключевые слова:

производственный травматизм, горнодобывающая промышленность, охрана труда, несчастные случаи на производстве, Республика Казахстан, профессиональный риск, безопасность труда.

**Введение.** Горнодобывающая промышленность является одной из системообразующих отраслей экономики Республики Казахстан, формируя значительную часть валового внутреннего продукта, экспортных поступлений и занятости населения. По данным Бюро национальной статистики, доля горнодобывающего сектора составляет около 13% в структуре ВВП и порядка 20% в общем объёме экспорта страны [1]. В отрасли функционирует более 2300 предприятий, обеспечивающих рабочими местами сотни тысяч человек [2]. Вместе с тем горнодобывающая промышленность остаётся одной из наиболее травмоопасных отраслей экономики, что обусловлено совокупностью технологических, организационных и человеческих факторов.

По данным Международной организации труда (МОТ), горнодобывающая отрасль, занимая лишь около 1% от общей численности мировой рабочей силы, генерирует до 8% смертельных несчастных случаев на производстве [3]. В условиях подземной добычи полезных ископаемых работники подвер-

Автор для корреспонденции: e-mail: meir.raikhan@mail.ru

гаются воздействию комплекса опасных и вредных производственных факторов: обрушения горных выработок, взрывы метана и угольной пыли, отказы горно-шахтного оборудования, повышенные уровни шума, вибрации, запыленности и загазованности рабочей зоны [4]. Совокупное действие этих факторов определяет высокий уровень как острого производственного травматизма, так и хронической профессиональной заболеваемости.

В Казахстане проблема производственного травматизма в горнодобывающей отрасли приобретает особую актуальность в контексте нескольких обстоятельств. Во-первых, в стране наблюдается устойчивый рост числа пострадавших на предприятиях данной отрасли: за период 2020–2024 гг. число пострадавших с утратой трудоспособности увеличилось на 124,4%, что является наибольшим показателем среди всех секторов экономики [5]. Во-вторых, значительная часть основных производственных фондов горнодобывающих предприятий характеризуется высокой степенью износа, что создаёт дополнительные риски возникновения аварийных ситуаций [6]. В-третьих, существует значительная проблема сокрытия несчастных случаев: по показателю скрытого травматизма (соотношение несмертельных и смертельных случаев 11:1) Казахстан значительно уступает развитым странам (Финляндия - 5750:1, Германия - 1811:1) [7].

В 2024 году Правительством Республики Казахстан была утверждена Концепция безопасного труда на 2024–2030 годы, определяющая стратегические приоритеты государственной политики в области охраны труда [8]. Кроме того, в декабре 2024 года МОТ запустила специальный проект «Содействие охране труда через социальный диалог в горнодобывающем секторе Казахстана», направленный на укрепление системы безопасности в отрасли [9]. Эти инициативы подчёркивают высокую значимость научного обоснования мер по снижению производственного травматизма.

Целью настоящего исследования является комплексный анализ производственного травматизма в горнодобывающей отрасли Республики Казахстан за период 2020–2024 гг. с выявлением ключевых тенденций, структурных особенностей и факторов, определяющих уровень травматизма, а также с формулированием научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию системы профилактики.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи: проанализировать динамику общего и смертельного травматизма в горнодобывающей промышленности в сравнении с другими отраслями экономики; исследовать структуру несчастных случаев по видам происшествий и причинам; провести региональный анализ распределения производственного травматизма; оценить уровень скрытого травматизма в международном контексте; разработать рекомендации по снижению уровня производственного травматизма в отрасли.

Проблема производственного травматизма в горнодобывающей промышленности является предметом активных научных исследований как в мировом, так и в национальном контексте. Систематический обзор литературы позволяет выделить несколько ключевых направлений научного поиска.

В глобальном масштабе горнодобывающая промышленность остаётся одной из наиболее опасных отраслей экономики. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и МОТ, ежегодно в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний погибают около 2 миллионов человек, при этом регистрируется более 160 миллионов новых случаев профессиональных заболеваний [10]. Согласно статистике МОТ, каждые три минуты в мире в результате несчастного случая или профессионального заболевания погибает один человек, и каждую секунду четверо работников получают травмы [4].

Масштабный скопинг-обзор, опубликованный Florez-Losada et al. (2024) в журнале *BMJ Open*, обобщил результаты исследований за период 2010–2022 гг. и установил, что наиболее значимыми социально-демографическими факторами производственного травматизма в горнодобывающей отрасли являются возраст, стаж работы и уровень профессиональной подготовки работников [3]. Среди организационных факторов ключевую роль играют недостаточный контроль за соблюдением правил безопасности, нехватка квалифицированного персонала и дефицит средств индивидуальной защиты. Авторы подчёркивают, что, несмотря на представленность лишь 1% от общей рабочей силы, на горнодобывающий сектор приходится до 8% всех смертельных производственных травм в мире.

Исследования, проведённые в различных регионах мира, демонстрируют существенную дифференциацию показателей травматизма в зависимости от уровня технологического развития и качества систем управления охраной труда. Так, в странах Европейского союза, где внедрены передовые системы управления профессиональными рисками на основе стандарта ISO 45001, коэффициенты частоты смертельных несчастных случаев в горнодобывающей промышленности составляют 3–5 на 100 000 работников, тогда как в развивающихся странах этот показатель может достигать 30–50 на 100 000 работников [11].

Особое внимание в мировой литературе уделяется проблеме человеческого фактора в генезисе производственных травм. Исследования показывают, что от 70 до 90% всех несчастных случаев на горнодобывающих предприятиях связаны с так называемыми «небезопасными действиями» работников, которые, в свою очередь, обусловлены недостатками организационного управления, культуры безопасности и системы обучения [12]. В связи с этим концепция «Vision Zero» (нулевого травматизма), активно

продвигаемая МОТ и Международной ассоциацией социального обеспечения (МАСО), получает всё более широкое распространение в горнодобывающем секторе [13].

В научной литературе стран постсоветского пространства проблема производственного травматизма в горнодобывающей промышленности рассматривается с учётом специфики переходного периода и наследия советской системы охраны труда. Маврина Л.Н. и соавторы (2024) в своём анализе травматизма в горнодобывающей промышленности России и Республики Башкортостан установили, что основными причинами несчастных случаев со смертельным исходом являются неудовлетворительная организация производства работ, нарушения технологического процесса и недостаточный контроль со стороны руководителей [14]. Авторы указывают на необходимость перехода от реактивной модели управления безопасностью к проактивной, основанной на оценке и управлении профессиональными рисками.

Мясников С.В. и соавторы разработали метод комплексной оценки и прогнозирования профессионального риска травмирования персонала угольных шахт при взрывах метана и угольной пыли, который позволяет количественно оценивать вероятность негативных событий и обосновывать приоритетные направления профилактической работы [15]. Данный подход представляет значительный интерес для казахстанских угольных предприятий, где групповые несчастные случаи, связанные со взрывами, остаются серьёзной проблемой.

Применительно к Казахстану фундаментальное исследование было выполнено Yerdessov N. et al. (2022), которые проанализировали динамику производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в горнодобывающей промышленности за период 2008–2018 гг. [4]. Авторы установили, что Карагандинская и Восточно-Казахстанская области концентрируют более 90% случаев профессиональных заболеваний, что объясняется сосредоточением в этих регионах основных объектов горно-обогатительной промышленности. Исследование показало, что предприятия Казахстана недостаточно обеспечены средствами безопасности и индивидуальной защиты: лабораторные исследования воздуха рабочей зоны в 40,8% случаев выявляют превышение допустимого содержания пыли и газов.

Шаяхметова Л.М. и соавторы (2024) в своём исследовании, посвящённом совершенствованию охраны труда в Республике Казахстан, проанализировали переход страны от системы, основанной на перечнях вредных рабочих мест, к риск-ориентированной модели регулирования и оценили эффективность внедрения системы страхования от несчастных случаев на производстве [16]. Статистические данные за 2022–2024 гг. демонстрируют значительные структурные изменения: официальное количество вредных рабочих мест сократилось с 1,6 млн до 445 тыс., в то время как выявление случаев профессиональной нетрудоспособности увеличилось благодаря усиленному цифровому мониторингу.

Вопросы культуры безопасного труда в горнодобывающей отрасли Казахстана исследованы в работе, опубликованной в журнале «Горный журнал Казахстана» (2023), где подчёркивается, что уровень культуры безопасного труда является одним из ключевых аспектов национальной безопасности страны [17]. Авторы обосновывают необходимость системного формирования культуры безопасности на предприятиях через внедрение программ поведенческого аудита и регулярного обучения персонала.

Таким образом, анализ литературы свидетельствует о значительном внимании исследователей к проблеме производственного травматизма в горнодобывающей отрасли. Вместе с тем недостаточно изученными остаются актуальные тенденции травматизма в казахстанской горнодобывающей промышленности за последний пятилетний период (2020–2024 гг.), что определяет научную новизну и практическую значимость настоящего исследования.

## **Методология исследования**

Информационную базу исследования составили официальные статистические данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан за 2020–2024 гг., представленные в статистических бюллетенях «О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан» (форма 7-ТОД). Используются данные ежегодных отчётов Комитета по государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты населения РК, а также материалы Концепции безопасного труда Республики Казахстан на 2024–2030 годы, утверждённой Постановлением Правительства РК от 29 декабря 2023 года № 1182 [8]. Дополнительно привлечены данные Международной организации труда, Международного совета по горному делу и металлам (ICMM), а также результаты научных публикаций за 2020–2025 гг., индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar, eLIBRARY и CyberLeninka.

В исследовании применён комплекс количественных и аналитических методов. Ретроспективный анализ проведён на основе изучения динамики абсолютных и относительных показателей производственного травматизма за пятилетний период. Используются следующие показатели: абсолютное число пострадавших (в том числе со смертельным исходом); коэффициент частоты травматизма ( $K_ч$ ) - число пострадавших на 1000 работающих; коэффициент частоты смертельного травматизма ( $K_{чс}$ ) - число

погибших на 1000 работающих; показатель скрытого травматизма (отношение несмертельных случаев к смертельным); темп прироста (снижения) показателей.

Сравнительный анализ выполнен в отраслевом разрезе (сопоставление горнодобывающей промышленности с другими секторами экономики), в региональном разрезе (распределение травматизма по областям Казахстана) и в международном контексте (сопоставление показателей скрытого травматизма с данными развитых стран). Структурный анализ применён для изучения распределения несчастных случаев по видам происшествий и причинам. Для визуализации результатов использованы таблицы и диаграммы.

При интерпретации результатов следует учитывать ряд ограничений. Во-первых, статистические данные отражают лишь зарегистрированные несчастные случаи и не учитывают скрытый травматизм, масштабы которого, как будет показано далее, весьма значительны. Во-вторых, изменения в методологии статистического учёта, произошедшие в рассматриваемый период, могут влиять на сопоставимость данных. В-третьих, данные о производственном травматизме за 2020–2021 гг. могут быть искажены в связи с пандемией COVID-19, которая привела к временному приостановлению деятельности ряда предприятий и снижению интенсивности производственных процессов.

### Результаты и обсуждение

Анализ статистических данных за период 2020–2024 гг. позволяет выявить сложную картину динамики производственного травматизма в Республике Казахстан. Общая численность пострадавших при несчастных случаях на производстве в 2020 году составляла 5225 человек, после чего произошло существенное снижение: в 2022 году зарегистрировано 2449 пострадавших, в 2023 году - 2670, а в 2024 году - 2471 человек. Таким образом, за пятилетний период общая численность пострадавших сократилась на 52,7% [5].



**Рисунок 1 - Динамика численности пострадавших при несчастных случаях на производстве в РК за 2020–2024 гг.**

Вместе с тем общая тенденция к снижению маскирует существенные различия в отраслевой динамике. Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что в большинстве отраслей экономики наблюдается значительное сокращение числа пострадавших (от 41 до 95%), тогда как в горнодобывающей промышленности и обрабатывающей промышленности зафиксирован выраженный рост.

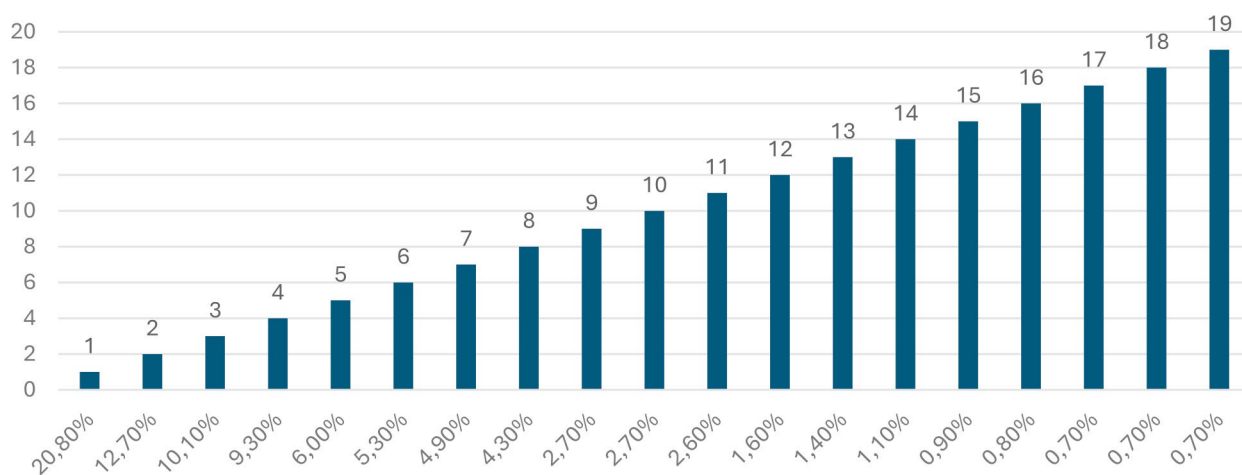
**Таблица 1 - Динамика числа пострадавших с утратой трудоспособности по видам экономической деятельности за 2020–2024 гг.**

| Отрасль                                              | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Изменение 2024 к 2020 |
|------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| Сельское, лесное и рыбное хозяйство                  | 143  | 143  | 60   | 41   | 55   | -61.5%                |
| Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров | 214  | 214  | 586  | 547  | 480  | 124.4%                |
| Обрабатывающая промышленность                        | 448  | 448  | 731  | 910  | 800  | 78.7%                 |
| Снабжение электроэнергией, газом, паром...           | 113  | 113  | 83   | 110  | 109  | -3.8%                 |
| Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов    | 60   | 60   | 51   | 44   | 47   | -22.2%                |

|                                                                          |       |       |     |     |     |        |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-----|-----|--------|
| Строительство                                                            | 587   | 587   | 215 | 218 | 185 | -49.6% |
| Оптовая и розничная торговля; ремонт авто и мотоциклов                   | 366.9 | 366.9 | 84  | 100 | 92  | -84.3% |
| Транспорт и складирование                                                | 299   | 299   | 127 | 161 | 175 | -41.4% |
| Предоставление услуг по проживанию и питанию                             | 84    | 84    | 13  | 14  | 14  | -83.3% |
| Информация и связь                                                       | 114   | 114   | 10  | 18  | 18  | -84.2% |
| Финансовая и страховая деятельность                                      | 116   | 116   | 7   | 3   | 8   | -93.1% |
| Операции с недвижимым имуществом                                         | 100   | 100   | 12  | 19  | 11  | -88.9% |
| Профессиональная, научная и техническая деятельность                     | 187   | 187   | 21  | 15  | 28  | -85.0% |
| Деятельность в области администрирования и вспомогательного обслуживания | 243   | 243   | 117 | 108 | 107 | -55.9% |
| Государственное управление и оборона; соц. обеспечение                   | 411   | 411   | 36  | 69  | 66  | -83.9% |
| Образование                                                              | 1 063 | 1 063 | 68  | 59  | 57  | -94.6% |
| Здравоохранение и социальное обслуживание                                | 477   | 477   | 212 | 208 | 206 | -56.8% |
| Искусство, развлечения и отдых                                           | 107   | 107   | 11  | 16  | 8   | -92.5% |
| Прочие виды услуг                                                        | 93    | 93    | 5   | 10  | 5   | -94.6% |

Как следует из таблицы 1, горнодобывающая промышленность демонстрирует наибольший прирост числа пострадавших среди всех отраслей экономики: с 214 человек в 2020 году до 480 человек в 2024 году, что составляет увеличение на 124,4%. Обрабатывающая промышленность также показывает значительный рост (+78,7%), тогда как большинство других отраслей характеризуются существенным снижением показателей. Следует отметить, что увеличение числа пострадавших в горнодобывающей промышленности может быть частично обусловлено улучшением системы учёта несчастных случаев и расширением охвата предприятий статистическим наблюдением.

Ранжирование отраслей экономики Казахстана по среднегодовому числу пострадавших за 2020–2024 гг. позволяет определить наиболее травмоопасные секторы. Обрабатывающая промышленность занимает первое место по абсолютному числу пострадавших, горнодобывающая промышленность и разработка карьеров - второе место, здравоохранение и социальное обслуживание - третье, строительство - четвёртое, транспорт и складирование - пятое.



|   |                                                      |    |                                                      |
|---|------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------|
| 1 | Обрабатывающая промышленность                        | 11 | Образование                                          |
| 2 | Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров | 12 | Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов    |
| 3 | Здравоохранение и социальное обслуживание            | 13 | Профессиональная, научная и техническая деятельность |

|    |                                                                          |    |                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------|
| 4  | Строительство                                                            | 14 | Информация и связь                           |
| 5  | Транспорт и складирование                                                | 15 | Искусство, развлечения и отдых               |
| 6  | Оптовая и розничная торговля; ремонт авто и мотоциклов                   | 16 | Предоставление услуг по проживанию и питанию |
| 7  | Государственное управление и оборона; соц. обеспечение                   | 17 | Операции с недвижимым имуществом             |
| 8  | Деятельность в области администрирования и вспомогательного обслуживания | 18 | Финансовая и страховая деятельность          |
| 9  | Сельское, лесное и рыбное хозяйство                                      | 19 | Прочие виды услуг                            |
| 10 | Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой...                |    |                                              |

**Рисунок 2 - Рейтинг отраслей экономики Казахстана по уровню производственного травматизма (среднегодовые показатели за 2020–2024 гг.).**

Вместе с тем при анализе относительных показателей - коэффициентов частоты травматизма на 1000 работающих - ситуация меняется. Согласно данным Концепции безопасного труда РК, горнодобывающая промышленность характеризуется наиболее высоким коэффициентом частоты пострадавших (1,9 на 1000 работников) и смертельного травматизма (0,12 на 1000 работников), опережая обрабатывающую промышленность (1,2 и 0,07 соответственно) [8]. Это означает, что с учётом численности работающих горнодобывающая промышленность является наиболее опасной отраслью экономики Казахстана.

Анализ структуры несчастных случаев с летальным исходом за период 2020–2024 гг. выявляет характерную для горнодобывающей отрасли картину. Наибольшую долю в структуре причин гибели работников занимают: падение с высоты (включая падение в горные выработки); воздействие движущихся, разлетающихся и вращающихся предметов, деталей, машин и механизмов; обрушение конструкций, оборудования и горных пород; дорожно-транспортные происшествия; а также поражение электрическим током.



**Рисунок 3 - Распределение числа погибших при несчастных случаях по видам происшествий в 2020–2024 гг.**

Структура видов происшествий демонстрирует относительную стабильность на протяжении анализируемого периода, что свидетельствует о системном характере факторов, обуславливающих травматизм. Падение с высоты остаётся лидирующей причиной гибели работников, что указывает на недостаточную эффективность мер по обеспечению безопасности при работе на высоте и в горных выработках. Значительная доля несчастных случаев, связанных с воздействием движущихся частей машин и механизмов, свидетельствует о проблемах технического обслуживания оборудования и соблюдения требований безопасности при его эксплуатации.

Исследование причинной структуры несчастных случаев за 2024 год показывает, что доминирующими причинами являются организационные и человеческие факторы. Неудовлетворительная организация производства работ занимает первое место среди причин несчастных случаев, что согласуется с данными международных исследований. Нарушения трудовой и производственной дисциплины, нару-

шения технологического процесса, неприменение средств индивидуальной защиты, а также недостатки в обучении безопасным приёмам работы также вносят значительный вклад в общую картину.

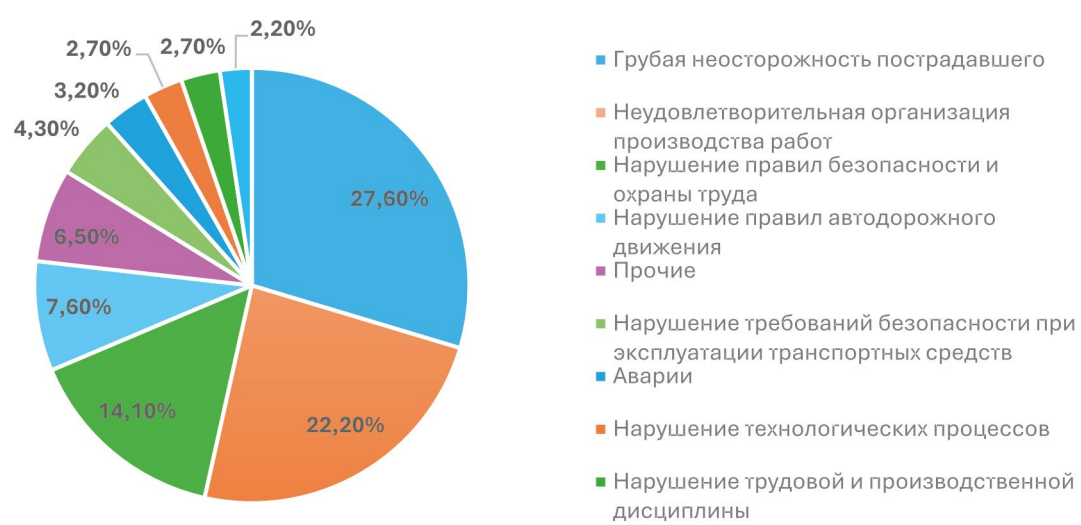


Рисунок 4 -Распределение числа погибших при несчастных случаях по причинам, % за 2024 г.

Преобладание организационных причин свидетельствует о том, что ключевая ответственность за обеспечение безопасности лежит на работодателях и руководителях производственных подразделений. Данный вывод подтверждается результатами государственных инспекций: по данным Комитета по государственной инспекции труда, в ходе проверок горнодобывающих предприятий выявляется в среднем 15–20 нарушений требований безопасности и охраны труда на одно предприятие [8].

Одним из ключевых индикаторов, характеризующих качество системы учёта производственно-го травматизма, является показатель скрытого травматизма, определяемый как соотношение числа несмертельных и смертельных несчастных случаев. МОТ использует данный показатель для оценки уровня сокрытия отчётности о несчастных случаях с несмертельным исходом. Чем ниже значение показателя, тем выше вероятность того, что значительная часть несчастных случаев не регистрируется в официальной статистике.

Таблица 2 - Показатели скрытого травматизма: международное сравнение.

| Страна    | Соотношение несмертельных и смертельных случаев |
|-----------|-------------------------------------------------|
| Финляндия | 5750 : 1                                        |
| Германия  | 1811 : 1                                        |
| Италия    | 548 : 1                                         |
| Россия    | ~100 : 1                                        |
| Казахстан | 11 : 1                                          |

Данные, представленные в таблице 2, наглядно демонстрируют критическое отставание Казахстана по показателю скрытого травматизма. Соотношение 11:1 означает, что на каждый смертельный случай приходится лишь 11 зарегистрированных несмертельных случаев, тогда как в Финляндии аналогичный показатель составляет 5750:1. Столь значительная разница свидетельствует о масштабном сокрытии несчастных случаев на предприятиях Казахстана. По экспертным оценкам, реальное количество пострадавших может превышать официальные данные в 10—20 раз, что существенно искажает общую картину производственного травматизма в стране [7, 8].

Проблема скрытого травматизма обусловлена рядом факторов: экономическая заинтересованность работодателей в занижении показателей травматизма для избежания штрафных санкций и повышения страховых тарифов; неформальная занятость и отсутствие трудовых договоров у части работников; недостаточное информирование работников об их правах; а также институциональные недостатки системы регистрации и расследования несчастных случаев.

Региональный анализ распределения пострадавших на производстве в 2024 году выявляет выраженную территориальную концентрацию травматизма. Данные представлены в таблице 3.

**Таблица 3 - Региональное распределение пострадавших на производстве в РК, 2024 г.**

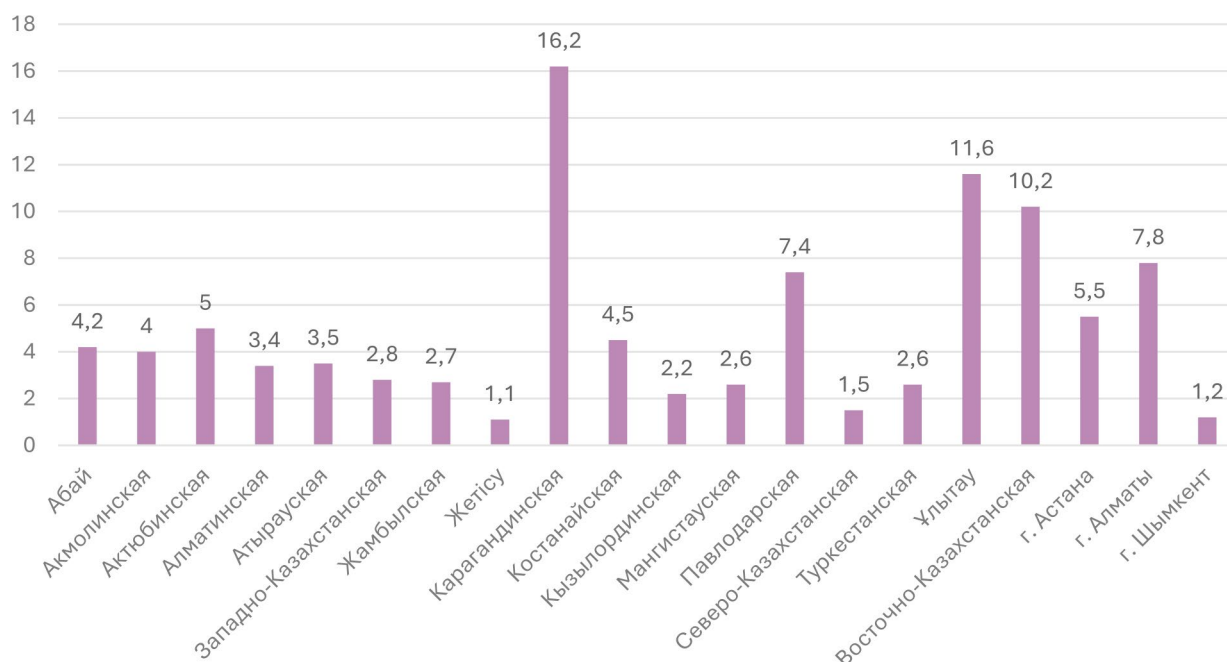
| Регион                 | Число пострадавших | Доля от общего числа, % | Число погибших |
|------------------------|--------------------|-------------------------|----------------|
| Республика Казахстан   | 2 471              | 100,0                   | 185            |
| Абай                   | 103                | 4,2                     | 9              |
| Акмолинская            | 98                 | 4,0                     | 8              |
| Актюбинская            | 123                | 5,0                     | 14             |
| Алматинская            | 84                 | 3,4                     | 9              |
| Атырауская             | 87                 | 3,5                     | 6              |
| Западно-Казахстанская  | 68                 | 2,8                     | 2              |
| Жамбылская             | 67                 | 2,7                     | 5              |
| Жетісу                 | 28                 | 1,1                     | 2              |
| Карагандинская         | 401                | 16,2                    | 23             |
| Костанайская           | 110                | 4,5                     | 17             |
| Кызылординская         | 54                 | 2,2                     | 7              |
| Мангистауская          | 65                 | 2,6                     | 6              |
| Павлодарская           | 183                | 7,4                     | 12             |
| Северо-Казахстанская   | 38                 | 1,5                     | 5              |
| Туркестанская          | 64                 | 2,6                     | 11             |
| Ұлытау                 | 287                | 11,6                    | 2              |
| Восточно-Казахстанская | 253                | 10,2                    | 16             |
| г. Астана              | 135                | 5,5                     | 14             |
| г. Алматы              | 193                | 7,8                     | 13             |
| г. Шымкент             | 30                 | 1,2                     | 4              |

Согласно обновлённым данным таблицы 3, наибольшее число пострадавших зарегистрировано в Карагандинской области (401 человек, или 16,2% от общего числа), что обусловлено высокой концентрацией предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности.

На втором месте находится Ұлытау область (287 человек, 11,6%), на третьем - Восточно-Казахстанская область (253 человека, 10,2%).

В совокупности на три ведущих региона приходится 38,0% от общего числа пострадавших на производстве в Республике Казахстан, что свидетельствует о выраженной территориальной концентрации производственного травматизма в индустриально ориентированных регионах страны.

Региональная концентрация травматизма коррелирует с размещением основных объектов горнодобывающей промышленности. Карагандинская область является центром угольной промышленности (Карагандинский угольный бассейн), Ұлытауская область - центром добычи цветных металлов (медь, хром), Восточно-Казахстанская область - центром полиметаллической промышленности. Именно в этих регионах, согласно данным Концепции безопасного труда РК, регистрируется более 90% всех случаев профессиональных заболеваний [8].



**Рисунок 5 - Региональное распределение пострадавших на производстве в РК, 2024 г.**

Полученные результаты позволяют сформулировать ряд ключевых выводов и определить приоритетные направления деятельности по снижению производственного травматизма в горнодобывающей отрасли Республики Казахстан.

Наиболее примечательным результатом настоящего исследования является выявленный рост числа пострадавших в горнодобывающей промышленности (+124,4%) на фоне общего снижения производственного травматизма в экономике Казахстана (-52,7%). Данный парадокс может быть объяснён несколькими факторами.

Во-первых, следует учитывать эффект улучшения регистрации: в рамках реализации государственной политики по повышению прозрачности в сфере охраны труда усилен контроль за учётом несчастных случаев, что привело к увеличению числа зарегистрированных случаев. Принятие Концепции безопасного труда на 2024–2030 годы и внедрение цифровых инструментов мониторинга способствовали более полному отражению реальной картины травматизма [8].

Во-вторых, наблюдается интенсификация горнодобывающего производства: рост объёмов добычи полезных ископаемых, увеличение глубины горных выработок и расширение числа действующих предприятий (с 1916 в 2021 году до 2321 в 2022 году, рост на 21,1%) [2] объективно повышают экспозицию работников к производственным рискам.

В-третьих, значительная часть горнодобывающих предприятий Казахстана характеризуется высоким уровнем износа основных производственных фондов и использованием устаревшего оборудования [6]. Как отмечается в аналитических обзорах, горнодобывающие предприятия Казахстана значительно различаются по степени инновационности и уровню технической оснащённости: наряду с предприятиями, использующими современное энергоэффективное оборудование, существуют предприятия с изношенными производственными фондами.

Преобладание организационных причин несчастных случаев (неудовлетворительная организация производства работ, нарушения трудовой дисциплины) свидетельствует о системном характере проблемы, не сводимом к техническим решениям. Данный вывод согласуется с результатами международных исследований, показывающих, что до 70–90% несчастных случаев в горнодобывающей отрасли обусловлены человеческим фактором [3, 12].

В этом контексте особое значение приобретает концепция культуры безопасности труда, которая подразумевает формирование ценностей, установок и моделей поведения, ориентированных на приоритет безопасности. Международный опыт свидетельствует о том, что наибольших успехов в снижении травматизма добиваются компании, системно инвестирующие в развитие культуры безопасности: регулярное обучение и повышение квалификации, поведенческий аудит, системы мотивации за безопасное поведение, вовлечение работников в процесс выявления и устранения рисков [13, 17].

Запуск МОТ в декабре 2024 года специального проекта по содействию охране труда через социальный диалог в горнодобывающем секторе Казахстана является важным шагом в данном направлении [9]. Проект предусматривает укрепление применения конвенций МОТ о свободе объединений, о

трипартизме и о безопасности и гигиене труда на шахтах (Конвенция № 176), а также создание пула сертифицированных тренеров по охране труда для предприятий горнодобывающего сектора [18].

Выявленный крайне низкий показатель скрытого травматизма (11:1) является одной из наиболее серьёзных проблем системы охраны труда в Казахстане. По сути, данный показатель означает, что подавляющее большинство несчастных случаев с несмертельным исходом не фиксируется в официальной статистике, что создаёт ложную картину относительного благополучия и препятствует адекватной оценке рисков и планированию профилактических мероприятий.

Соккрытие несчастных случаев является многофакторной проблемой. С одной стороны, работодатели заинтересованы в занижении показателей травматизма во избежание штрафных санкций, повышения страховых тарифов и репутационных потерь. С другой стороны, работники зачастую не сообщают о полученных травмах из-за боязни увольнения, отсутствия осведомлённости о своих правах или наличия неформальных договорённостей с работодателем о компенсации «в обход» официальных процедур.

Для решения данной проблемы Концепция безопасного труда РК на 2024–2030 годы предусматривает ряд мер: внедрение цифровой карты предприятий с интеграцией данных о несчастных случаях, совершенствование системы страхования от несчастных случаев с дифференциацией тарифов на основе оценки профессиональных рисков, а также усиление ответственности за сокрытие несчастных случаев [8].

Выраженная региональная концентрация травматизма (три ведущих региона аккумулируют 38% всех пострадавших) диктует необходимость дифференцированного подхода к управлению безопасностью труда с концентрацией ресурсов и усилий на территориях с наибольшим уровнем риска. Карагандинская область, являющаяся лидером по абсолютному числу пострадавших и погибших, требует особого внимания, учитывая специфику угольной добычи (подземные работы, риски взрывов метана и угольной пыли, обрушения) [4, 8].

Международный опыт свидетельствует о целесообразности создания региональных центров безопасности труда, обеспечивающих методическую поддержку предприятий, обучение персонала, консультирование по вопросам оценки рисков и внедрения передовых практик. Такой подход успешно применяется в Австралии, Канаде, ЮАР и других странах с развитой горнодобывающей промышленностью [11].

На основании проведённого анализа сформулированы следующие рекомендации по снижению уровня производственного травматизма в горнодобывающей отрасли Республики Казахстан.

В области нормативного регулирования: ускорить ратификацию Конвенции МОТ № 176 «О безопасности и гигиене труда на шахтах»; внедрить обязательную оценку профессиональных рисков на всех горнодобывающих предприятиях с использованием международно признанных методологий; усилить ответственность за сокрытие несчастных случаев и нарушение требований охраны труда.

В области организационных мер: разработать и внедрить отраслевые программы развития культуры безопасности труда; обеспечить системное обучение работников и руководителей безопасным методам работы с использованием современных технологий (VR-тренажёры, симуляторы аварийных ситуаций); создать региональные центры компетенций в области охраны труда в Карагандинской, Улытауской и Восточно-Казахстанской областях.

В области технологических решений: стимулировать модернизацию основных производственных фондов горнодобывающих предприятий; внедрить системы автоматического мониторинга параметров безопасности (контроль загазованности, запылённости, состояния горных выработок); расширить применение дистанционных и роботизированных технологий в наиболее опасных видах работ.

В области информационного обеспечения: создать единую цифровую платформу учёта и анализа производственного травматизма; внедрить систему раннего предупреждения и прогнозирования рисков на основе анализа данных; обеспечить публичную доступность информации о состоянии охраны труда на горнодобывающих предприятиях.

## Заключение

Настоящее исследование представляет комплексный анализ производственного травматизма в горнодобывающей отрасли Республики Казахстан за период 2020–2024 гг. и позволяет сформулировать следующие основные выводы.

Первое. Горнодобывающая промышленность Казахстана характеризуется наиболее высокими относительными показателями производственного травматизма среди всех отраслей экономики (коэффициент частоты - 1,9 на 1000 работников, смертельный травматизм - 0,12 на 1000 работников). В абсолютных показателях отрасль занимает второе место после обрабатывающей промышленности.

Второе. В отличие от большинства секторов экономики, где наблюдается снижение числа пострадавших, в горнодобывающей промышленности за пятилетний период зафиксирован рост на 124,4% (с

214 до 480 человек), что обусловлено как объективными факторами (интенсификация производства, увеличение числа предприятий), так и улучшением системы регистрации несчастных случаев.

Третье. Доминирующими причинами несчастных случаев являются организационные и человеческие факторы (неудовлетворительная организация производства работ, нарушения трудовой дисциплины), что свидетельствует о необходимости приоритетного развития культуры безопасности труда и совершенствования системы обучения.

Четвёртое. Показатель скрытого травматизма в Казахстане (11:1) свидетельствует о масштабном сокрытии несчастных случаев с несмертельным исходом и необходимости кардинального совершенствования системы учёта и регистрации. Реальное число пострадавших может многократно превышать официальные данные.

Пятое. Региональная концентрация травматизма (38% пострадавших приходится на три региона: Карагандинскую, Улытаускую и Восточно-Казахстанскую области) обусловлена размещением основных объектов горнодобывающей промышленности и требует дифференцированного подхода к управлению безопасностью.

Принятие Концепции безопасного труда на 2024–2030 годы и запуск проекта МОТ по содействию охране труда в горнодобывающем секторе создают институциональные предпосылки для системного улучшения ситуации. Вместе с тем реализация намеченных мер потребует значительных усилий со стороны государственных органов, работодателей, профсоюзов и самих работников.

Необходимо подчеркнуть, что снижение производственного травматизма в горнодобывающей отрасли невозможно без перехода от традиционной реактивной модели управления безопасностью, при которой меры принимаются постфактум после наступления несчастного случая, к проактивной модели, основанной на системном выявлении, оценке и управлении профессиональными рисками. Внедрение международного стандарта ISO 45001:2018 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья» на горнодобывающих предприятиях Казахстана должно стать приоритетным направлением государственной политики в данной сфере [4]. Стандарт предусматривает применение цикла непрерывного улучшения (Plan-Do-Check-Act), обеспечивающего постоянное совершенствование системы управления охраной труда.

Важным направлением является также внедрение цифровых технологий в систему мониторинга и управления безопасностью на горнодобывающих предприятиях. Использование датчиков контроля загазованности, запылённости, температуры и влажности воздуха рабочей зоны в режиме реального времени, применение геоинформационных систем для мониторинга состояния горных выработок, а также внедрение систем позиционирования персонала в подземных условиях позволяют существенно повысить уровень безопасности. Опыт передовых горнодобывающих компаний мира, таких как BHP, Rio Tinto и Vale, свидетельствует о том, что комплексная цифровизация управления безопасностью может обеспечить снижение частоты несчастных случаев на 30–50% [6, 11].

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и апробацию количественных моделей оценки профессиональных рисков, адаптированных к специфике казахстанской горнодобывающей промышленности, а также на оценку эффективности внедряемых мер по снижению травматизма. Перспективным представляется изучение влияния психосоциальных факторов (стресс, утомление, мотивация) на вероятность возникновения несчастных случаев, а также анализ экономических потерь от производственного травматизма в горнодобывающей отрасли.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. (2023). Промышленность Казахстана: статистический сборник. <https://stat.gov.kz>
2. World Bank. (2023). Mining Sector Diagnostic – Kazakhstan Report. Washington, DC: World Bank Group. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099081823001539573/pdf/P17674501063760b08b290a4ae6547845d.pdf>
3. Cruz-Ausejo L., Cama-Ttito N. A., Solano P. F., Copez-Lonzoy, A., & Vera-Ponce, V. J. (2024). Occupational accidents in mining workers: scoping review of studies published in the last 13 years. *BMJ Open*, 14(10), e080572. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080572>
4. Yerdessov N., Izdenov A., Beisenov T., Suleimenova R., Serik B., & Sraubaev, E. (2021). Industrial traumatism and occupational morbidity in mining industry of Kazakhstan. *Journal of Public Health Research*, 11(1), 2169. <https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2169>
5. Бюро национальной статистики АСПиР РК. (2022). О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваний в Республике Казахстан за 2022 год. <https://stat.gov.kz/ru/news/o-travmatizme-svyazannom-s-trudovoy-deyatelnostyu-i-professionalnykh-zabolevaniyakh-v-respublike-kaz/>
6. Malashkina V. A., & Kopylova A. (2020). Recommendations for developing measures to improve working conditions based on the results of periodic certification of production facilities for working conditions

- in the Republic of Kazakhstan. Mining Informational and Analytical Bulletin (GIAB), (6-1), 209–219. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-61-0-154-162>
7. Korobova O. S., & Mikhina T. V. (2019). Occupational safety goal management in the coal mining industry. Mining Informational and Analytical Bulletin (GIAB), (4), 209–219. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-04-0-209-219>
  8. Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2023 года № 1182. (2023). Об утверждении Концепции безопасного труда Республики Казахстан на 2024–2030 годы. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300001182>
  9. International Labour Organization. (2024, December 3). ILO launches new project to promote occupational safety and health in Kazakhstan's mining sector. <https://www.ilo.org/resource/news/ilo-launches-new-project-promote-occupational-safety-and-health-kazakhstan>
  10. International Labour Organization. (2024). World Employment and Social Outlook: Trends 2024. Geneva: ILO. <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/world-employment-and-social-outlook-trends-2024>
  11. International Council on Mining and Metals. (2024). Safety Performance Report: benchmarking progress of ICMM members in 2023. London: ICMM. <https://www.icmm.com/en-gb/news/2024/2023-safety-performance>
  12. Zheng X., Liu Y., & Shao B. (2023). Causal analysis of fall accidents in hydraulic engineering based on text mining and decision-making trial and evaluation laboratory and interpretative structural modeling. Water, 15(21), 3810. <https://doi.org/10.3390/w15213810>
  13. International Social Security Association. (2023). Vision Zero: Proactive Leading Indicators for Safety, Health and Wellbeing. Geneva: ISSA. <https://visionzero.global/>
  14. Шаповал И.В., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Мулдашева Н.А., Карамова Л.М., Бейгул Н.А. & Ильина Л.А. (2024). Анализ производственного травматизма со смертельным исходом в Республике Башкортостан. Медицина труда и экология человека, (1), 49–63. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2024-10103>
  15. Мясников С.В., Коршунов Г.И., & Кабанов Е.И. (2018). Метод комплексной оценки и прогнозирования профессионального риска травмирования персонала угольных шахт при взрывах метана и угольной пыли. Безопасность труда в промышленности, (5), 60–65. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2018-5-60-65>
  16. Шаяхметова Л., Курманов А., & Айтимова Ш. (2024). Совершенствование охраны труда в Республике Казахстан: Оценка профессиональных рисков и стратегии страхования от несчастных случаев на производстве. Scientific Journal of Pedagogy and Economics, 411(5), 401–418. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1467.849>
  17. А.Р. Енсебаева, Ж.О. Ошакбаева, Г.М. Рахимова. (2023). Культура безопасного труда в горнодобывающей отрасли – ключевой аспект национальной безопасности страны. Горный журнал Казахстана, (10). <https://doi.org/10.48498/minmag.2023.222.10.002>
  18. International Labour Organization. (2025). Kazakhstan strengthens workplace safety through new training programme. <https://www.ilo.org/resource/news/kazakhstan-strengthens-workplace-safety-through-new-training-programme>
  19. ILO. (n.d.). Occupational safety and health in the mining (coal and other mining) sector. <https://www.ilo.org/resource/occupational-safety-and-health-mining-coal-and-other-mining-sector>
  20. Шаяхметова Л., Бекмагамбетов А., & Коваль А. (2025). Охрана труда и социальная защита работников с вредными условиями труда. Scientific Journal of Pedagogy and Economics, 418(6), 628–641. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-1467.1093>

## REFERENCES

1. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. (2023). Industry of Kazakhstan: Statistical collection. <https://stat.gov.kz>
2. World Bank. (2023). Mining sector diagnostic: Kazakhstan report. World Bank Group. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099081823001539573/pdf/P17674501063760b08b290a4ae6547845d.pdf>
3. Cruz-Ausejo L., Cama-Ttito N.A., Solano P.F., Copez-Lonzoy A., & Vera-Ponce V. J. (2024). Occupational accidents in mining workers: Scoping review of studies published in the last 13 years. BMJ Open, 14(10), e080572. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080572>
4. Yerdessov N., Izdenov A., Beisenov T., Suleimenova R., Serik B., & Sraubaev E. (2021). Industrial traumatism and occupational morbidity in mining industry of Kazakhstan. Journal of Public Health Research, 11(1), 2169. <https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2169>
5. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. (2023). On occupational injuries related to labour activity and occupational diseases in the Republic

of Kazakhstan in 2022. <https://stat.gov.kz/ru/news/o-travmatizme-svyazannom-s-trudovoy-deyatelnostyu-i-professionalnykh-zabolevaniyakh-v-respublike-kaz/>

6. Malashkina V.A., & Kopylova A. (2020). Recommendations for developing measures to improve working conditions based on the results of periodic certification of production facilities for working conditions in the Republic of Kazakhstan. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, (6-1), 209–219. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-61-0-154-162>

7. Korobova O.S., & Mikhina T.V. (2019). Occupational safety goal management in the coal mining industry. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, (4), 209–219. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-04-0-209-219>

8. Government of the Republic of Kazakhstan. (2023). Resolution No. 1182 of December 29, 2023 “On approval of the Concept of Safe Labour of the Republic of Kazakhstan for 2024–2030”. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300001182>

9. International Labour Organization. (2024, December 3). ILO launches new project to promote occupational safety and health in Kazakhstan’s mining sector. <https://www.ilo.org/resource/news/ilo-launches-new-project-promote-occupational-safety-and-health-kazakhstans>

10. International Labour Organization. (2024). World employment and social outlook: Trends 2024. International Labour Office. <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/world-employment-and-social-outlook-trends-2024>

11. International Council on Mining and Metals. (2024). Safety performance report: Benchmarking progress of ICMM members in 2023. <https://www.icmm.com/en-gb/news/2024/2023-safety-performance>

12. Zheng X., Liu Y., & Shao B. (2023). Causal analysis of fall accidents in hydraulic engineering based on text mining and decision-making trial and evaluation laboratory and interpretative structural modeling. *Water*, 15(21), 3810. <https://doi.org/10.3390/w15213810>

13. International Social Security Association. (2023). Vision Zero: Proactive leading indicators for safety, health and wellbeing. <https://visionzero.global/>

14. Shapoval I.V., Karimova L.K., Bakirov A.B., Muldasheva N.A., Karamova L.M., Beigul N.A., & Ilyina L.A. (2024). Analiz proizvodstvennogo travmatizma so smertelnym iskhodom v Respublike Bashkortostan. *Meditcina truda i ekologiya cheloveka*, (1), 49–63. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2024-10103>

15. Myasnikov S.V., Korshunov G.I., & Kabanov E.I. (2018). Metod kompleksnoi otsenki i prognozirovaniya professional'nogo riska travmirovaniya personala ugol'nykh shakht pri vzryvakh metana i ugol'noi pyli. *Bezopasnost truda v promyshlennosti*, (5), 60–65. <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2018-5-60-65>

16. Shayakhmetova L., Kurmanov A., & Aitimova Sh. (2024). Sovershenstvovanie okhrany truda v Respublike Kazakhstan: otsenka professional'nykh riskov i strategii strakhovaniya ot neschastnykh sluchaev na proizvodstve. *Scientific Journal of Pedagogy and Economics*, 411(5), 401–418. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1467.849>

17. Ensebaeva A.R., Oshakbaeva Zh.O., & Rakhimova G.M. (2023). Kul'tura bezopasnogo truda v gornodobyvayushchei otrasli – klyuchevoy aspekt natsional'noi bezopasnosti strany. *Gornyi zhurnal Kazakhstana*, (10). <https://doi.org/10.48498/minmag.2023.222.10.002>

18. International Labour Organization. (2025). Kazakhstan strengthens workplace safety through new training programme. <https://www.ilo.org/resource/news/kazakhstan-strengthens-workplace-safety-through-new-training-programme>

19. International Labour Organization. (n.d.). Occupational safety and health in the mining (coal and other mining) sector. <https://www.ilo.org/resource/occupational-safety-and-health-mining-coal-and-other-mining-sector>

20. Shayakhmetova L., Bekmagambetov A., & Koval A. (2025). Okhrana truda i sotsial'naya zashchita rabotnikov s vrednymi usloviyami truda. *Scientific Journal of Pedagogy and Economics*, 418(6), 628–641. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-1467.1093>

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ ӨНДІРІСТІК ЖАРАҚАТТАНУДЫ ТАЛДАУ

<sup>a</sup>Райхан М.С.

<sup>a</sup>«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан

### Аңдатпа

Қазақстан Республикасының тау-кен өнеркәсібі дәстүрлі түрде өндірістік жарақаттану мен кәсіби сырқаттанушылықтың жоғары деңгейімен сипатталады. Бұл мақалада 2020–2024 жылдар аралығындағы Қазақстанның тау-кен өнеркәсібіндегі өндірістік жарақаттану динамикасына кешенді талдау ұсынылады. Қазақстан Республикасы Ұлттық статистика бюросы мен Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің статистикалық деректері негізінде жалпы және өліммен аяқталған жарақаттану көрсеткіштерінің үрдістері қарастырылды, жазатайым оқиғалардың түрлері мен себептері бойынша құрылымы зерттелді, сондай-ақ зардап шеккендердің өңірлік бөлінісіне талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде тау-кен өнеркәсібі зардап шеккендер саны бойынша экономиканың салалары ішінде екінші орын алатыны және көрсеткіштердің тұрақты өсуі (+124,4% бес жылдық кезеңде) байқалатыны анықталды. Жарақаттанудың негізгі себептері ретінде жұмысты ұйымдастырудың қанағаттанарлықсыз деңгейі мен еңбек тәртібінің бұзылуы айқындалды. Қазақстандағы жасырын жарақаттану коэффициенті (11:1) дамыған елдермен салыстырғанда едәуір жоғары, бұл жазатайым оқиғаларды жасырудың ауқымды екенін көрсетеді. Зерттеу нәтижелері еңбек қауіпсіздігін басқару жүйесін жетілдіру және тау-кен секторында өндірістік жарақаттануды төмендетуге бағытталған профилактикалық шараларды әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

### Түйінді сөздер:

өндірістік жарақаттану, тау-кен өнеркәсібі, еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау, жазатайым оқиғалар, Қазақстан Республикасы, кәсіби тәуекел, жұмыс орнындағы қауіпсіздік.

## ANALYSIS OF OCCUPATIONAL INJURIES IN THE MINING INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

<sup>a</sup>Raikhan M.S.

<sup>a</sup>Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

### Abstract

The mining industry of the Republic of Kazakhstan is traditionally characterised by elevated levels of occupational injuries and occupational morbidity. This article presents a comprehensive analysis of occupational injury dynamics in the mining industry of Kazakhstan for the period 2020–2024. Based on statistical data from the Bureau of National Statistics and the Ministry of Labour and Social Protection of the Republic of Kazakhstan, trends in overall and fatal injuries were examined, the structure of accidents by types and causes was studied, and a regional analysis of the distribution of victims was conducted. It was found that the mining industry ranks second among economic sectors in terms of the number of injured workers, with a sustained increase in indicators (+124.4% over the five-year period). The main causes of injuries were identified as unsatisfactory organisation of work and violations of labour discipline. The hidden injury rate in Kazakhstan (11:1) significantly exceeds that of developed countries, indicating large-scale concealment of accidents. The results of the study can be used to improve the occupational safety management system and develop preventive measures to reduce occupational injuries in the mining sector.

### Keywords:

occupational injuries, mining industry, occupational safety and health, industrial accidents, Republic of Kazakhstan, occupational risk, workplace safety.

## **Сведения об авторе / Автор туралы мәлімет / Information about the authors**

**Райхан Мейір Серікұлы**, магистр экономических наук, старший научный сотрудник Центра стандартизации и нормирования труда Республиканского научно-исследовательского института по охране труда, ул. Кравцова, 18, г. Астана, 010000, Казахстан, e-mail: meir.raikhan@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7500-4931>

**Райхан Мейір Серікұлы**, экономика ғылымдарының магистрі, Еңбекті стандарттау және нормалау орталығының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Қравцов көшесі, 18, Астана қ., 010000, Қазақстан, e-mail: meir.raikhan@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7500-4931>

**Raikhan Meir Serikuly**, Master of Economic Sciences, Senior Researcher at the Center for Labor Standardization and Regulation, Republican Research Institute for Labor Protection, 18 Kravtsov Street, Astana, 010000, Kazakhstan, e-mail: meir.raikhan@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7500-4931>

УДК 51-77  
МРНТИ 27.43.51



## ЕҢБЕК ПРОЦЕСТЕРІН СТАНДАРТТАУ ТАПСЫРМАЛАРЫНДА МОНТЕ-КАРЛО ӘДІСІМЕН БІРКЕЛКІ ТАРАТЫЛҒАН БАҒАЛАУЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

<sup>a</sup>А.С. Исакова , <sup>b</sup>Ш.Мұхамбет  

<sup>a</sup>Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты ШЖҚ РМК, Астана қ., Қазақстан Республикасы

<sup>b</sup>Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы

### Аңдатпа

Өндірістік процестер параметрлерінің белгісіздігі жағдайында еңбек стандарттарын ғылыми негізде қалыптастыру мәселесі қазіргі өндірістік жүйелерде ерекше өзектілікке ие. Операциялар ұзақтығы бойынша статистикалық деректердің шектеулілігі және өндірістік жағдайлардың өзгергіштігі еңбек шығындарын талдауда стохастикалық әдістерді қолдануды талап етеді.

Зерттеудің мақсаты – операция уақытының таралуы туралы ақпарат шектеулі болған жағдайда еңбек процестерін стандарттау есептерінде Монте-Карло әдісі арқылы алынған біркелкі таратылған бағалаулардың тиімділігін бағалау. Жұмыста өндірістік жағдайлар тұрақты болған кезде операция уақытының таралуы тұрақты статистикалық сипаттамаларын сақтайды деген гипотеза қарастырылады.

Зерттеу әдіснамасы имитациялық модельдеу, ықтималдық талдау және кездейсоқ шамалардың параметрлерін статистикалық бағалау әдістеріне негізделген. Зерттеу барысында бағалаулардың бейтараптылығы, дисперсиясы және жинақталу жылдамдығы сияқты қасиеттері, сондай-ақ олардың еңбек нормалау есептерінде қолданылу шарттары талданады.

Алынған нәтижелер операция уақытының таралу тұрақтылығы гипотезасы орындалған жағдайда біркелкі таратылған бағалаулар еңбек сыйымдылығын статистикалық тұрғыдан сенімді анықтауға мүмкіндік беретінін және шектеулі эмпирикалық деректер жағдайында еңбек стандарттарын әзірлеуде қолдануға болатынын көрсетеді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – еңбек нормалаудың стохастикалық моделінде біркелкі таралуды қолданудың негізделуі. Практикалық маңыздылығы ұсынылған тәсілді еңбек шығындарын модельдеуде, нормативтерді қалыптастыруда және белгісіздік жағдайында басқарушылық шешімдер қабылдауда қолдану мүмкіндігімен анықталады.

### Кілтті сөздер:

операция уақыты, біркелкі таралым, еңбек қарқындылығы, Монте-Карло әдісі, еңбек стандарттары және стохастикалық стандарттау.

**1. Кіріспе.** Ресурстарды жоспарлау, еңбек өнімділігін бақылау және өндіріс тиімділігін арттыру – барлығы жұмыс процестерін стандарттауға тәуелді. Жұмыс операцияларының өзгергіштігі, өндіріс ортасының параметрлеріндегі белгісіздік және еңбек шығындары туралы статистикалық деректердің жетіспеушілігі – қазіргі заманғы өндірістік жүйелердің сипаттамалары. Бұл жұмыс процестерін стохастикалық әдістерді қолдана отырып талдауды қажет етеді.

Монте-Карло әдісі, ол операцияларды аяқтауға кететін уақыттағы кездейсоқ ауытқуларды модельдеп, өндіріс параметрлерінің белгісіздігін ескереді, операциялардың еңбек сыйымдылығын анықтаудың перспективалы әдісі болып табылады. Егер таралу заңы белгісіз болса және тек ықтимал операция уақыттарының аралықтары белгілі болса, біркелкі таралған бағалауларды қолдану аса маңызды [1].

Монте-Карло әдісін қолдана отырып алынған біркелкі бағалаулардың операция уақытының таралуының тұрақтылығы контекстіндегі пайдалылығы әлі де толық зерттелмеген, дегенмен еңбекті стандарттаудың стохастикалық әдістері үлкен қызығушылық тудырды [2].

Бұл зерттеу операция уақытының таралу тұрақтылығы гипотезасы орындалған кезде жұмыс процесін стандарттау тапсырмаларында Монте-Карло әдісімен біркелкі таратылған бағалаулардың тиімділігін бағалауға бағытталған.

## **2. Еңбек процестерін стохастикалық стандарттаудың теориялық негіздері**

### **2.1 Еңбек операцияларының уақытының стохастикалық сипаты**

Жұмыс операциясын орындауға кететін уақыт кездейсоқ айнымалы деп есептеледі:

$$T = T_0 + \varepsilon$$

Бұллогиялық, ұйымдық және адам факторларынан туындаған кездейсоқ ауытқу [3].

Операциялардың уақытының кездейсоқтығы мынаған байланысты:

- 1) қызметкерлердің біліктілігіндегі айырмашылықтар [4];
- 2) еңбек жағдайларындағы өзгерістер [5];
- 3) өндірістік ортаның өзгергіштігі [6];
- 4) кездейсоқ ұйымдық кешігулер [7].

### **2.2 Операция уақытының таралуының тұрақтылығы туралы гипотеза**

Төменде зерттеудің негізгі ғылыми гипотезасы келтірілген:

**Жұмыс операцияларына жұмсалатын уақыттың таралуы өндірістің техникалық және ұйымдық жағдайлары өзгеріссіз қалған кезде тұрақты статистикалық сипаттамаларды сақтайды.**

Ресми түрде бұл бақылаулар тізбектері үшін дегенді білдіреді.

$$T_1, T_2, \dots, T_n$$

келесі шарт орындалады:

$$F_T(t) = \text{const}$$

мұндағы,  $F_T(t)$  - операция уақытының таралу функциясы.

Бұл гипотеза мына мүмкіндікті жүзеге асырады:

- 1) еңбек қарқындылығының статистикалық бағалауларын қолдану;
- 2) уақыттық нормаларды ауыстыру;
- 3) кездейсоқ симуляция әдістерін қолдану;
- 4) стандартты еңбек нормаларын қалыптастыру.

## **3. Еңбекті стандарттау тапсырмаларында біркелкі таралыммен Монте-Карло әдісі**

### **3.1 Операция уақыттарының біркелкі таралу моделі**

Операцияның орындалу уақыты операция уақытының таралу заңы туралы жан-жақты статистикалық деректер болмаған жағдайда белгілі бір аралық шегінде орналасатыны болжанады:

$$T \sim U(a, b),$$

бұл жердегі  $a$  және  $b$  мүмкін болатын ең аз және ең көп уақыт мәндері.

Операция уақытының математикалық күтілетін мәні былай анықталады:

$$E(T) = \frac{a + b}{2}$$

### 3.2 Монте-Карло әдісін пайдалана отырып еңбек сыйымдылығын бағалау

Операцияның орташа еңбек сыйымдылығын бағалау үшін үлгі жасалады:

$$T_1, T_2, \dots, T_n \sim U(f, b)$$

және келесі бағалау қолданылады:

$$T_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i.$$

Бұл бағалау бейтарап:

$$E(T_n) = E(T).$$

Бағалаудың дисперсиясы келесі шамаға тең:

$$\text{Var}(T_n) = \frac{(b - a)^2}{12n}$$

### 3.3 Бағалаудың тиімділігі

Бағалаудың орташа квадраттық қателігінің түбірлі мәні мынадай қарқынмен азаяды:

$$O(n^{-1/2}),$$

симуляция көлемі артқанда бағалаудың статистикалық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Алынған бағалаулар операция уақытының таралуының тұрақтылығы гипотезасы орындалған кезде өте қайталанатын болып табылады [3].

### 4. Тұрақтылық гипотезасының әдістің тиімділігіне әсері

Жұмыс уақыттарының таралу тұрақтылығы біркелкі таратылған бағалаулардың тиімділігіне елеулі әсер етеді.

#### 4.1 Тұрақтылық гипотезасын орындалған кезде

Егер жұмыс уақыттарының таралуы тұрақты болса:

- 1) бағалаулардың таралуы тұрақты қалады;
- 2) еңбек интенсивтілігінің бағалаулары нақты мәніне жақындайды;
- 3) стандарттардың қайталанымдылығы қамтамасыз етіледі;
- 4) статистикалық қорытындылардың сенімділігі артады.

Бұл жағдайда Монте-Карло әдісі шектеулі бақылаулар болған кезде де еңбек шығындарының дәл бағалауларын береді.

#### 4.2 Тұрақсыздық жағдайында

Өндіріс жағдайлары өзгергенде:

- Жұмыс уақыттарының бөлінісі өзгереді;
- Дисперсиялық бағалау артады
- Стандарттардың дәлдігі төмендейді;
- Модель параметрлерін қайта қарастыру қажет.

Сондықтан тұрақтылық гипотезасы әдістің тиімділігінің алғышарты болып табылады.

### 5. Еңбекті стандарттау тәжірибесінде нәтижелерді қолдану

Монте-Карло әдісін қолдана отырып жасалған біркелкі бағалауларды пайдалану мүмкіндік береді:

- жұмыс процестерінің өзгергіштігін ескеру;
- уақыт стандарттары үшін сенімділік аралықтарын анықтау;
- стандартты жүктемеден асу ықтималдығын бағалау;
- еңбек стандарттарының жарамдылығын жақсарту;
- статистикалық деректер болмаған кезде еңбек сыйымдылығын модельдеу;
- үлгілік стандарттарды дамытуды қолдау.

Адаптивті таралу модельдері мен шашырауды азайту әдістерін қолдану дәлділікті арттыруда үміт күттіреді.

## 6. Қорытынды

Бұл мақалада Монте-Карло әдісін қолдана отырып, еңбек процесін стандарттау тапсырмаларында біркелкі таратылған бағалаулардың тиімділігі зерттеледі. Әдістің тиімділігі тұрақты өндіріс жағдайында операция уақыттарының таралуы тұрақты деген гипотезаға тәуелді екені көрсетілген. Бұл талап орындалғанда, бұл тәсілді еңбек стандарттарын құруда қолдануға болады және ол операциялардың еңбек сыйымдылығын объективті, статистикалық тұрғыдан сенімді бағалауларды береді.

Нәтижелер тәуекелге бағытталған және сандық стандарттау модельдерін болашақта дамытудың негізін қалыптастырады және стохастикалық еңбек стандарттау әдістерін қолданудың өміршеңдігін растайды.

## Авторлардың үлесі

Искакова А.С. – зерттеу тұжырымдамасын әзірлеу, әдіснаманы қалыптастыру, талдау жүргізу, нәтижелерді интерпретациялау және мақаланың мәтінін дайындау.

Мұхамбет Ш. – есептеулерді жүргізу, модельдеу, алынған нәтижелерді өңдеу және мақаланы редакталау.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Радченко С.Г., Козырь О.В. Применение ЛПТ равномерно распределенных последовательностей для решения прикладных задач моделирования //Математические машины и системы. – 2014. – №. 1. – С. 151-158. (Орысша)
2. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. – Наука, 1985. – Т. 46. (Орысша) <https://math.ru/lib/plm/46>
3. Горбань И.И. Феномен статистической устойчивости //Журнал технической физики. – 2014. – Т. 84. – №. 3. – С. 22-30. (Орысша)
4. Бадд Т. Монте-Карло әдістері // Лекция жазбалары, Радбод университеті, Нидерланды. – 2023. (Ағылшынша)
5. Брандимарте П. Монте-Карло симуляциясы бойынша оқу құралы: қаржылық инженерияда, тәуекелдерді басқаруда және экономикада қолдану. – John Wiley & Sons, 2014. (Ағылшынша)
6. Карло Кью. М. Қаржылық инженериядағы Монте-Карло әдістері. – 2001. (Ағылшынша)
7. Роберт С.П., Казелла Г., Казелла Г.Р бағдарламасымен Монте-Карло әдістерін енгізу. – Нью-Йорк: Springer, 2010. – Т. 18. – Б. 98–100. (Ағылшынша)

## REFERENCES

1. Radchenko S.G., Kozyr O.V. (2014). Application of LPT for uniformly distributed sequences in solving applied modeling problems. Mathematical Machines and Systems, (1), 151–158. (in Russian)
2. Sobol I.M. (1985). The Monte Carlo Method (Vol. 46). Nauka.(in Russian) <https://math.ru/lib/plm/46>
3. Gorban I.I. (2014). The phenomenon of statistical stability. Journal of Technical Physics, 84(3), 22–30. (in Russian)
4. Budd T. Monte Carlo Methods // Lecture Notes, Radboud University, Netherlands. –2023. (in English)
5. Brandimarte P. Monte Carlo Simulation: A Tutorial with Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics. – John Wiley & Sons, 2014. (in English)
6. Carlo Q.M. Monte Carlo Methods in Financial Engineering. – 2001. (in English)
7. Robert C.P., Casella G., Casella G. Introducing monte carlo methods with r. – New York : Springer, 2010. – Т. 18. – С. 98-100. (in English)

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ОЦЕНОК, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО, В ЗАДАЧАХ СТАНДАРТИЗАЦИИ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ

<sup>а</sup>А.С. Искакова, <sup>б</sup>Ш.Мухамбет

<sup>а</sup>Республиканский научно-исследовательский институт охраны МТСЗН РК, Астана, Казахстан

<sup>б</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва, г. Астана, Республика Казахстан

## Аннотация

Проблема формирования научно обоснованных стандартов труда в условиях неопределенности параметров производственных процессов приобретает возрастающую значимость в современных производственных системах. Ограниченность статистических данных о длительности операций и вариативность производственных условий требуют применения стохастических методов анализа трудозатрат.

Целью исследования является оценка эффективности использования равномерно распределённых оценок, полученных методом Монте-Карло, при решении задач стандартизации трудовых процессов в условиях ограниченной информации о распределении времени операций. В работе рассматривается гипотеза о сохранении устойчивых статистических характеристик распределения времени операций при стабильности производственных условий.

Методология исследования основана на применении методов имитационного моделирования, вероятностного анализа и статистической оценки параметров случайных величин. В рамках исследования анализируются свойства оценок, включая их несмещенность, дисперсию и скорость сходимости, а также условия их применимости в задачах нормирования труда.

Полученные результаты показывают, что при выполнении гипотезы устойчивости распределения времени операций равномерно распределённые оценки обеспечивают статистически надежное определение трудоёмкости и могут использоваться при разработке нормативов труда в условиях ограниченных эмпирических данных.

Научная новизна исследования заключается в обосновании применимости равномерных распределений в стохастическом нормировании труда. Практическая значимость работы связана с возможностью использования предложенного подхода при моделировании трудозатрат, формировании нормативов и принятии управленческих решений в условиях неопределенности.

## Ключевые слова:

время операции; равномерное распределение; трудоёмкость; метод Монте-Карло; нормативы труда; стохастическое нормирование.

# EFFICIENCY OF UNIFORMLY DISTRIBUTED ESTIMATORS OBTAINED BY THE MONTE CARLO METHOD IN LABOR PROCESS STANDARDIZATION PROBLEMS

<sup>a</sup>A.Iskakova, <sup>b</sup>Sh.Mukhambet

<sup>a</sup>Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

<sup>b</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

## Abstract

The problem of developing scientifically grounded labor standards under uncertainty in production process parameters is of increasing importance in modern production systems. Limited statistical data on operation durations and variability of production conditions necessitate the use of stochastic methods for analyzing labor costs.

The aim of this study is to evaluate the effectiveness of uniformly distributed estimators obtained using the Monte Carlo method in solving labor standardization problems under limited information about operation time distributions. The study is based on the hypothesis that the statistical characteristics of operation time distributions remain stable under stable production conditions.

The research methodology is based on simulation modeling, probabilistic analysis, and statistical estimation of random variable parameters. The study examines the properties of estimators, including unbiasedness, variance, and convergence rate, as well as the conditions of their applicability in labor norming tasks.

The results show that, under the assumption of distribution stability, uniformly distributed estimators provide statistically reliable estimates of labor intensity and can be effectively applied in the development of labor standards when empirical data are limited.

The scientific contribution of the study lies in substantiating the applicability of uniform distributions in stochastic labor norming. The practical significance is associated with the possibility of applying the proposed approach in labor cost modeling, development of standards, and decision-making under uncertainty.

## Keywords

operation time;  
uniform distribution;  
labor intensity;  
Monte Carlo method;  
labor standards;  
stochastic labor  
standardization.

## Авторлар туралы ақпарат:

**Ш.Мұхамбет**, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің студенті, Қ. Сәтпаев көшесі 2, 010000, Астана, Қазақстан, shakarim.mukhambet@mail.ru

**Искакова А.С.**, ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Стандарттау және еңбек нормалау орталығының жетекшісі, Кравцов көшесі 18, 010000, Астана, Қазақстан, ayman.astana@gmail.com

## Информация об авторах

**Ш.Мухамбет**, студент Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, ул. К.Сатпаева, 2, 010000, Астана, Казахстан, shakarim.mukhambet@mail.ru

**Искакова А.С.**, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, руководитель Центра стандартизации и нормирования труда Республиканского научно-исследовательского института охраны труда МТСН РК, ул. Кравцова 18, 010000, Астана, Казахстан, ayman.astana@gmail.com

## Information about the authors

**Sh.Mukhambet**, Student of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 K. Satpayev Street, 010000, Astana, Kazakhstan, shakarim.mukhambet@mail.ru

**A.S. Iskakova**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Center for Standardization and Labor Norming, Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

УДК 004.6, 331.45  
МРНТИ 86.33.35; 28.23.15; 82.15.17



## BIG DATA И ЦИФРОВЫЕ СЛЕДЫ В СИСТЕМЕ ОХРАНЫ ТРУДА В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН: ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ

<sup>а</sup>Д.С. Қабдолла ✉ 

<sup>а</sup>Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда МТСН РК, Астана, Казахстан

### Аннотация

Статья рассматривает применение Big Data и анализа цифровых следов для повышения эффективности системы охраны труда в Казахстане. Проанализированы источники цифровых данных на производстве, включая датчики, носимые устройства и корпоративные информационные системы. Представлен теоретический прогноз ошибок работников и региональных показателей теплоснабжения на 2025–2029 годы. Показаны преимущества использования больших данных: прогнозирование рисков, контроль производственной среды, повышение эффективности управления и соответствие международным стандартам ISO 45001. Выявлены потенциальные риски – утечки данных, ошибки интерпретации, высокие затраты и этические вопросы. Даны рекомендации по системному сбору, защите и использованию данных для безопасного и эффективного управления профессиональными рисками.

### Ключевые

слова: Big Data, цифровые следы, охрана труда, прогнозирование рисков, Казахстан.

**Введение.** С трансформацией и модернизацией экономики Казахстана и интеграцией международного экономического развития охрана труда и безопасность на рабочем месте в Казахстане достигли значительного прогресса по сравнению с прошлым. Однако существует большая разница между Казахстаном и западными развитыми странами. Количество новых случаев профессиональных заболеваний, регистрируемых каждый год, продолжает расти, что отражает следующие проблемы: время от времени происходят аварии на производстве, реализация основной ответственности предприятий неэффективна, выявление скрытых опасностей носит формальный характер, а государственный контроль, особенно на низовом уровне, относительно слаб. Это показывает, что работа по управлению охраной труда в Казахстане и вопросы профессиональных рисков остаются серьезными [1].

Ежегодный рост числа впервые выявленных профессиональных заболеваний свидетельствует о наличии системных проблем: периодически происходят производственные аварии, механизм реализации ответственности работодателей функционирует недостаточно эффективно, выявление и устранение скрытых опасностей зачастую носит формальный характер, а государственный контроль, особенно на местном уровне, остается ограниченным.

Таким образом, несмотря на достигнутый прогресс, вопросы управления охраной труда и снижения профессиональных рисков в Казахстане продолжают оставаться актуальными и требуют дальнейшего совершенствования организационных, правовых и профилактических механизмов.

Цифровизация экономики в Республике Казахстан создает новые возможности для управления охраной труда и профессиональной безопасностью. Современные предприятия собирают массивы данных о производственной среде, поведении работников, технологических процессах и оборудовании. Эти данные формируют **цифровые следы**, которые в совокупности образуют массивы **Big Data**. Их анализ позволяет переходить от традиционного реактивного контроля к **прогнозному управлению профессиональными рисками**, что соответствует международным стандартам, таким как ISO 45001, и концепциям риск-ориентированного управления.

Опыт цифровизации в банковском, медицинском и государственном секторах (например, платформа eGov) показывает, что Казахстан способен эффективно внедрять современные технологии в систему охраны труда, но одновременно возрастают риски утечки данных и киберугроз.

**Цель:** Исследовать возможности применения Big Data и анализа цифровых следов для повышения эффективности системы охраны труда.

**Задачи:**

1. Описать, какие данные могут быть собраны для мониторинга охраны труда.
2. Проанализировать, к каким результатам может привести использование этих данных для принятия управленческих решений и предотвращения рисков.
3. Рассмотреть потенциальные угрозы и риски при использовании Big Data и цифровизации в системе охраны труда.

### **Big Data и цифровые следы на производстве**

Цифровые следы формируются за счёт:

- **датчиков безопасности и видеонаблюдения;**
- **Wearables (носимых датчиков)**, фиксирующих нагрузку, усталость и передвижения;
- **систем учета рабочего времени и технического обслуживания оборудования;**
- **корпоративных информационных систем и мессенджеров.**

Совокупная обработка этих данных позволяет выявлять скрытые закономерности ошибок и рисков, прогнозировать аварийные ситуации и корректировать организационные процессы.

**Пример: анализ ошибок по категориям работников за рубежом**

В период с 1992 по 2002 годы в Соединенных Штатах от электротравм на рабочем месте погибло 3 378 работников. Электричество оставалось шестой по значимости причиной профессиональной смертности. В период с 1992 по 1998 годы электротравмы составляли 5,2 % всех профессиональных смертей, а в период с 1999 по 2002 годы – 4,7 %. В 99,1 % случаев причиной смерти было поражение электрическим током, при этом контакт с воздушными линиями электропередачи отмечался в 42 % всех смертельных случаев на рабочем месте. Эти данные могут служить примером того, как анализ ошибок по категориям работников позволяет выявлять закономерности и прогнозировать риски [2].

В качестве примера влияния внешних факторов на ошибки и риски работников можно рассмотреть переход на летнее или зимнее время в США. Исследования аварийности показывают, что переход на летнее время (DST) оказывает различное влияние на разные категории участников движения и работников. Например, в США (1975–1995) после весеннего перехода на DST наблюдалось значительное увеличение числа аварий среди водителей в понедельник, что связывают с эффектом недосыпа, тогда как при осеннем переходе рост аварий приходился на воскресенье, вероятно из-за поведенческой адаптации: дополнительный час сна приводил к более позднему возвращению домой уставшими [3].

Изменения затрагивают не только водителей: количество аварий с участием пешеходов весной утром увеличивалось, осенью – снижалось; вечером – наоборот (Sullivan & Flannagan, 2002). Данные из Финляндии (1981–2006) не выявили значимой связи между переходами на DST и общим уровнем ДТП, что указывает на региональные различия и влияние других факторов [3].

Таким образом, влияние DST на аварийность и ошибки работников зависит от категории участников, времени суток, типа происшествий и региона, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований, включая производственные и бытовые контексты, для более точного прогнозирования рисков [3].

Данные приведены **для примера и демонстрации закономерностей**, а не для прямого сравнения с Казахстаном. Хотя конкретных данных пока нет, их сбор и анализ потенциально позволили бы выявить закономерности ошибок работников и сделать на этой основе соответствующие выводы например:

**Таблица 1 - Теоретическое распределение частоты и тяжести ошибок по категориям работников с разным уровнем профессионального опыта**

| Категория | Новички                                                                       | Опытные                                                                      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Водители  | Ошибки чаще, последствия часто серьёзные                                      | Ошибки реже, но редкая ошибка может быть очень опасной                       |
| Электрики | Больше ошибок, риск поражения электричеством выше                             | Ошибки реже, редкая ошибка может быть смертельно опасной                     |
| Медики    | Ошибки чаще, особенно в сложных случаях; контроль старших снижает последствия | Ошибки реже, но редкая ошибка может иметь серьёзные последствия для пациента |

**Вывод:** новички делают ошибки чаще, но редкие ошибки опытных работников иногда имеют более тяжёлые последствия. Big Data позволяет выявлять эти закономерности и принимать меры для снижения рисков на ранних этапах.

## Преимущества применения Big Data в охране труда

### 1. Прогнозирование и снижение рисков

Применение Big Data позволяет предприятиям выявлять тенденции ошибок, несчастных случаев и потенциальных аварий, предотвращая инциденты до их наступления. Анализ больших массивов данных охватывает состояние оборудования, производственные процессы, здоровье работников и внешние факторы, такие как погодные условия или нагрузка на сети.

Использование алгоритмов предиктивной аналитики и машинного обучения помогает выявлять ранние признаки возможных аварий и скрытые закономерности, делая реакцию на критические ситуации более оперативной и точной. Например, корректная обработка данных могла бы снизить риск повторения аварий на ТЭЦ города Экибастуз, предотвратить частые отключения воды в Павлодаре и перебои с электричеством в малонаселённых пунктах.

Прогнозирование на основе больших данных также позволяет планировать профилактические мероприятия и распределять ресурсы более эффективно, минимизируя простои производства и финансовые потери. Цифровые платформы создают возможность моделировать сценарии риска и разрабатывать адаптивные стратегии управления безопасностью на производстве.

### 2. Комплексный контроль производственной среды

Интеграция данных о здоровье работников, условиях труда, работе оборудования и производственных процессах создаёт единую систему мониторинга, охватывающую все аспекты безопасности. Система фиксирует показатели микроклимата, уровень пыли, вибрации, шума, а также соблюдение норм техники безопасности и использование средств индивидуальной защиты.

Big Data позволяет не только отслеживать текущие показатели, но и анализировать тенденции, выявлять потенциально опасные зоны и прогнозировать возможные отклонения в работе оборудования. Например, рост температуры на ТЭЦ или падение давления в трубопроводах водоснабжения может быть автоматически зафиксирован системой, которая инициирует предупреждение специалистов и профилактические меры до возникновения аварийной ситуации.

Централизованное хранение и обработка данных упрощает аудит, подготовку отчетности и принятие решений на всех уровнях управления, повышая оперативность реагирования на критические ситуации и снижая число несчастных случаев на производстве.

### 3. Повышение эффективности управления

Анализ больших данных позволяет предприятиям оптимизировать процессы планирования, инспекций и профилактических мероприятий. Сбор и обработка информации в реальном времени дают возможность определить наиболее уязвимые участки производства и оценить вероятность аварий или несчастных случаев, делая планирование более целенаправленным и экономически эффективным.

На основе данных о техническом состоянии оборудования, графиках обслуживания и истории аварий можно прогнозировать необходимость профилактических работ, снижая избыточные проверки и сосредотачиваясь на критических точках. Автоматизация анализа больших данных позволяет принимать управленческие решения на основе объективной информации, выявлять скрытые закономерности, оценивать эффективность уже внедрённых мер безопасности и корректировать стратегии управления охраной труда.

В результате предприятие получает комплексный инструмент для стратегического и тактического управления рисками, что повышает производственную и экономическую эффективность.

#### **4. Поддержка международных стандартов**

Внедрение Big Data способствует соблюдению международных стандартов, таких как ISO 45001, и переходу на риск-ориентированное управление. Анализ больших массивов данных позволяет систематически выявлять потенциальные опасности, оценивать их влияние на персонал и разрабатывать меры по снижению рисков, полностью соответствуя требованиям стандартов безопасности труда.

Big Data обеспечивает прозрачность процессов мониторинга и документирования инцидентов, облегчает внутренние и внешние аудиты, повышает доверие государственных органов и партнёров, а также укрепляет репутацию компании. Интеграция больших данных позволяет моделировать сценарии развития рисков и внедрять проактивные меры безопасности, что делает систему охраны труда более эффективной и соответствующей международным требованиям.

#### **5. Развитие цифровой инфраструктуры Казахстана**

Развитие цифровой инфраструктуры в Казахстане создаёт благоприятные условия для внедрения Big Data в охрану труда. Цифровизация государственных услуг (например, платформа eGov), банковского сектора, здравоохранения и промышленности формирует единую информационную среду для хранения, обработки и анализа данных о производственных процессах и условиях труда.

Интеграция Big Data с существующими цифровыми системами позволяет автоматизировать сбор данных с датчиков, IoT-устройств и систем мониторинга производственной среды, а также анализировать информацию о здоровье работников и инцидентах. Это открывает возможности для прогнозирования аварий, оптимизации профилактических мероприятий и повышения прозрачности управления рисками.

Кроме того, цифровая инфраструктура облегчает взаимодействие между государственными органами, предприятиями и исследовательскими центрами, позволяя разрабатывать единые стандарты мониторинга и обмена данными. В долгосрочной перспективе использование Big Data в рамках развитой цифровой платформы способствует формированию безопасной и эффективной производственной среды, повышает производительность и поддерживает устойчивое развитие экономики страны.

### **COVID-19 и технологический рывок последнего десятилетия**

За последние 10 лет технологии начали стремительно развиваться. Одной из главных причин этого стало накопление технических достижений в области интернет-технологий, облачных вычислений, больших данных и искусственного интеллекта. Однако значительный импульс этому процессу придала пандемия COVID-19. Она поставила технологии в центр человеческой жизни и сделала их необходимыми для поддержания непрерывности всех процессов – от образования и здравоохранения до торговли и работы.

Все мы помним, как студенты перешли на дистанционное обучение, а профессии, которые можно было адаптировать для удалённой работы, начали трансформироваться. Благодаря этому сегодня мы видим результаты этих изменений: многие профессии полностью перешли на работу из дома. Крупные компании оценили преимущества дистанционной работы – сокращение расходов на аренду помещений и повышение эффективности работы сотрудников. Работники, в свою очередь, стали экономить время на дорогу, что также снизило нагрузку на транспортные потоки и пробки. Дистанционное обучение и работа стали востребованы даже в неблагоприятных погодных условиях, чего раньше практически не было.

В этом контексте термин «цифровизация» стал широко употребляться. Цифровизация – одно из самых значимых технологических достижений, которое затрагивает все сферы жизни. Она перестраивает бизнес-модели, сервисные процессы и повседневные привычки людей, создавая новые возможности и повышая удобство [4–6].

При этом цифровизация принесла и новые вызовы. В сфере охраны труда, например, начали возникать правовые пробелы, требующие регулирования [7,8]. Как и любое новшество, цифровизация сначала воспринимается неоднозначно, и обществу требуется время, чтобы привыкнуть к новым инструментам. Вспомним электронное правительство (ЭЦП), QR-коды, цифровые переводы и систему DAMUMED – сейчас сложно представить жизнь без этих сервисов. Казахстан в этом плане сделал значительный шаг вперёд и продолжает искать новые возможности.

Цифровизация – это процесс обновления, отражающий социологические, культурные и экономические изменения параллельно с развитием технологий [9]. Исследования в этой области помогают понять последствия масштабных изменений, таких как цифровая трансформация, вызванная пандемией COVID-19. Они показывают, как цифровизация влияет на охрану труда и безопасность, позволяя организациям адаптироваться к новым условиям, разрабатывать проактивные стратегии, минимизировать риски и максимально использовать преимущества цифровых технологий.

Стоит отметить, что новыми технологиями сначала пользуются военные, а затем они постепенно внедряются в гражданскую сферу. Хорошими примерами являются радио, GPS, динамит и другие технологии. Уже сейчас или в ближайшем будущем можно наблюдать подобную тенденцию в таких

технологиях, как экзоскелеты, VR-очки (Дополненная реальность), различные дроны и использование умных роботов.

**Экзоскелеты** – это устройства, которые надеваются на тело и становятся продолжением тела работника. Они помогают контролировать позу и движения в реальном времени, снижают нагрузку на мышцы и суставы при поднятии тяжестей и поддерживают физически активных сотрудников. Цифровые экзоскелеты позволяют выполнять тяжёлые задачи, как если бы человек получил «силу муравья», что особенно полезно для грузчиков и работников, поднимающих большие объёмы. Это снижает риск травм, ускоряет работу и уменьшает вероятность профессиональных заболеваний [8, 10].

Простыми словами, экзоскелет даёт возможность поднимать более тяжёлые вещи без чрезмерной нагрузки на тело. Это положительно сказывается на скорости выполнения работы и на здоровье сотрудников. Однако, несмотря на все преимущества, использование экзоскелетов может иметь и свои недостатки – например, при поломке устройства работник может получить травму, а долгосрочные эффекты на организм ещё изучаются.

#### **VR-очки и дополненная реальность (AR)**

VR-очки и AR объединяют данные, созданные компьютером, такие как звук и графику, с реальной физической средой, создавая улучшенное восприятие, которое органично дополняет окружающий мир [11].

Применение AR открыло новую эпоху в обучении охране труда, убрав многие ограничения, связанные с местом и наличием оборудования. AR позволяет моделировать действия, которые трудно воспроизвести на практике, например: реагирование на чрезвычайные ситуации, анализ инцидентов, обучение пожарной безопасности и работу на высоте, – в виртуальной среде для повышения эффективности сотрудников [11, 13].

Например, работники могут тренироваться и визуально изучать работу машин без прямого контакта с ними, что снижает риск несчастных случаев. Благодаря этому опасности можно «прожить» заранее, создавая более безопасное рабочее место и экономя время и средства на обучение и обеспечение безопасности [14, 8].

Кроме того, AR может показывать скрытые опасности, такие как асбест, электрические кабели или газопроводы, что помогает сотрудникам лучше ориентироваться в потенциально опасной среде [8, 15].

#### **Дроны**

Дроны – это беспилотные летательные аппараты, которые могут выполнять различные задачи в области охраны труда и промышленной безопасности. Они используются для раннего обнаружения потенциальных угроз, таких как образование пожара, и позволяют реагировать на опасные ситуации быстрее, чем человек.

Кроме этого, дроны применяются для доставки материалов, инструментов или медицинских средств на труднодоступные участки, снижая риск для сотрудников и экономя время. Они также могут использоваться для оповещения людей о возможных опасностях на рабочем месте, передавая визуальные или аудиосигналы в реальном времени.

С помощью дронов можно проводить инспекции зданий, складов, производственных площадок и других объектов без непосредственного присутствия человека в потенциально опасной зоне. Это снижает вероятность несчастных случаев и позволяет контролировать состояние объектов более эффективно.

Таким образом, дроны становятся важным инструментом в цифровой охране труда, сочетая мониторинг, предупреждение и логистику в одном устройстве, повышая безопасность и эффективность работы.

### **Использование робототехники и роль больших данных**

Применение робототехники становится революционным в таких сферах, как горное дело и тоннелестроение, подводные и замкнутые пространства, а также при выполнении опасных задач, связанных с риском для жизни человека. Особенно автономные роботы с программируемым интеллектом способны взаимодействовать друг с другом, проводить анализ без участия оператора и выполнять сложные производственные операции [16].

Умные роботы повышают качество работы и минимизируют нахождение сотрудников в опасных зонах, действуя совместно с человеком и повышая общую эффективность производственных процессов. Например, дроны с камерами позволяют проводить инспекции на высоте без риска падения работников, а автономные роботы всё чаще используются для подъёма и перемещения тяжёлых объектов [12].

В перспективе активное внедрение робототехники и искусственного интеллекта может привести к сокращению или трансформации ряда профессий. Некоторые виды физического и рутинного труда постепенно могут быть заменены автоматизированными системами. Однако ключевым элементом функционирования искусственного интеллекта являются данные. Именно технологии **Big Data** играют здесь решающую роль, поскольку для обучения алгоритмов AI необходимы большие объёмы структу-

рированных и неструктурированных данных. Анализ больших данных позволяет системам выявлять закономерности, прогнозировать риски и принимать решения, что особенно важно в сфере охраны труда и промышленной безопасности [5, 15, 16].

Таким образом, сочетание робототехники, искусственного интеллекта и технологий Big Data формирует новую модель цифровой охраны труда. Однако эта модель включает не только аналитические системы, но и широкий спектр других инновационных решений: Интернет вещей (IoT), облачные технологии, дополненную и виртуальную реальность (AR/VR), носимые устройства, умные средства индивидуальной защиты, экзоскелеты и беспилотные летательные аппараты.

Все эти технологии в совокупности создают интеллектуальную экосистему безопасности, в которой риски выявляются заранее, процессы контролируются в режиме реального времени, сотрудники проходят безопасное виртуальное обучение, а физическая нагрузка снижается благодаря технической поддержке. В такой системе безопасность обеспечивается не только традиционными физическими мерами, но и цифровыми, аналитическими и автоматизированными инструментами, способными прогнозировать опасности, минимизировать человеческий фактор и повышать эффективность производственных процессов.

Таблица 2 – Динамика региональных показателей (% к общей протяжённости) и их теоретический прогноз на 2025–2029 годы

| Название области/года  | В % к общей протяженности |      |      | Теоретическая процентная соотношение |      |      |       |       |
|------------------------|---------------------------|------|------|--------------------------------------|------|------|-------|-------|
|                        | 2022                      | 2023 | 2024 | 2025                                 | 2026 | 2027 | 2028  | 2029  |
| Туркестанская          | 6,8                       | 8,0  | 40,4 | 57,2                                 | 74,0 | 90,8 | 100,0 | 100,0 |
| Западно-Казахстанская  | 5,3                       | 32,8 | 32,9 | 46,7                                 | 60,5 | 74,3 | 88,1  | 100,0 |
| Карагандинская         | 13,4                      | 18,7 | 38,5 | 51,1                                 | 63,6 | 76,2 | 88,7  | 100,0 |
| Северо-Казахстанская   | 38,9                      | 42,4 | 52,4 | 59,2                                 | 65,9 | 72,7 | 79,4  | 86,2  |
| г. Алматы              | 55,3                      | 54,2 | 51,8 | 50,1                                 | 48,3 | 46,6 | 44,8  | 43,1  |
| Мангистауская          | 30,1                      | 29,4 | 30,6 | 30,9                                 | 31,1 | 31,4 | 31,6  | 31,9  |
| Кызылординская         | 38,9                      | 34,9 | 35,3 | 33,5                                 | 31,7 | 29,9 | 28,1  | 26,3  |
| Восточно-Казахстанская | 36,4                      | 34,4 | 31,9 | 29,7                                 | 27,4 | 25,2 | 22,9  | 20,7  |
| Костанайская           | 33,2                      | 31,0 | 28,8 | 26,6                                 | 24,4 | 22,2 | 20,0  | 17,8  |
| Актюбинская            | 19,8                      | 20,1 | 18,6 | 18,0                                 | 17,4 | 16,8 | 16,2  | 15,6  |
| Ақмолинская            | 16,1                      | 15,4 | 15,9 | 15,8                                 | 15,7 | 15,6 | 15,5  | 15,4  |
| Атырауская             | 24,8                      | 25,6 | 21,6 | 20,0                                 | 18,4 | 16,8 | 15,2  | 13,6  |
| Павлодарская           | 79,7                      | 83,4 | 60,7 | 51,2                                 | 41,7 | 32,2 | 22,7  | 13,2  |
| Жамбылская             | 3,4                       | 5,1  | 5,0  | 5,8                                  | 6,6  | 7,4  | 8,2   | 9,0   |
| г. Астана              | 18,8                      | 17,1 | 15,6 | 14,0                                 | 12,4 | 10,8 | 9,2   | 7,6   |
| Алматинская            | 17,6                      | 15,6 | 14,5 | 13,0                                 | 11,4 | 9,9  | 8,3   | 6,8   |
| Жетысу                 | 19,4                      | 17,1 | 15,5 | 13,6                                 | 11,6 | 9,7  | 7,7   | 5,8   |
| Улытау                 | 8,4                       | 8,5  | 7,5  | 7,1                                  | 6,6  | 6,2  | 5,7   | 5,3   |
| Абай                   | 19,8                      | 11,0 | 15,4 | 13,2                                 | 11,0 | 8,8  | 6,6   | 4,4   |
| г. Шымкент             | 4,2                       | 4,2  | 3,5  | 3,2                                  | 2,8  | 2,5  | 2,1   | 1,8   |

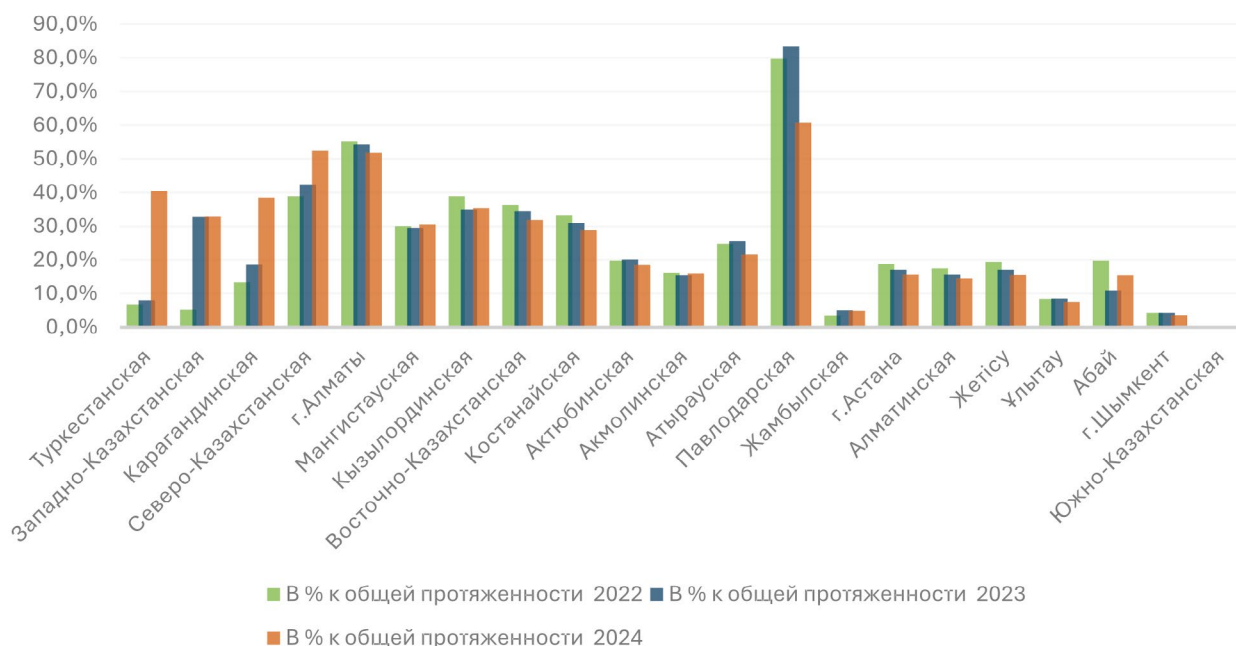


Рисунок 1 – Динамика региональных показателей (% к общей протяженности) в 2022–2023 гг.

### Методология исследования

**Материалы исследования:** использованы официальные статистические данные Бюро национальной статистики о валовом производстве пара и горячей воды (тепловой энергии) по регионам Казахстана за 2014–2024 гг. Данные охватывают все ключевые регионы и позволяют анализировать динамику на макроуровне.

**Методы исследования:** для прогнозирования применялся метод линейной экстраполяции среднегодового изменения показателя:

$$\Delta = \frac{((X_{(t-1)} - X_{(t-2)}) + (X_t - X_{(t-1)}))}{2} \quad (1)$$

$$X_{(t+1)} = X_t + \Delta \quad (2)$$

где:

$X_t$  – значение показателя в текущем году;

$\Delta$  – среднее годовое изменение показателя;

$X_{(t+1)}$  – прогнозируемое значение показателя на следующий год.

**Исследовательский вопрос:** как изменяется доля регионов в общем объеме производства тепловой энергии и какие регионы могут столкнуться с потенциальными рисками снижения производства в будущем?

**Гипотеза:** при сохранении текущих тенденций без системных мер модернизации ряд регионов может столкнуться с снижением доли производства тепловой энергии, что негативно скажется на устойчивости теплоснабжения.

#### Этапы исследования:

1. Сбор и обработка статистических данных по регионам за 2014–2024 гг.
2. Анализ динамики показателей и выявление тенденций.
3. Прогнозирование на 2025–2029 гг. методом линейной экстраполяции.
4. Оценка потенциальных региональных рисков.

**Методы анализа:** статистический анализ временных рядов, линейная экстраполяция, сравнительный анализ региональных показателей, выявление тенденций и аномалий.

**Примечание:** представленные расчеты носят теоретический характер и основаны на данных Бюро национальной статистики за 2022–2024 годы, а также на анализе аварийных событий в секторе ТЭЦ

Павлодарской области в 2022 году. При сохранении текущей динамики возможно расширение географии рисков: до одной области к 2027 году, трёх – к 2028 году и четырех – к 2029 году.

Для построения прогноза использовался метод среднего темпа изменения показателя. Сначала рассчитывалась разность показателей за периоды 2022–2023 и 2023–2024 годов, после чего эти изменения суммировались и делились на два, что позволяло определить среднегодовое изменение. Полученное значение применялось для линейной экстраполяции показателей на последующие годы.

Стоит отметить, что прогноз носит ориентировочный характер и не учитывает возможные структурные изменения, управленческие решения и внешние факторы.

**Таблица 3 – Доля регионов в общем объеме валового производства пара и горячей воды (тепловой энергии) в 2014а–2024 гг., %**

| Название области/года  | Выработано, всего в % отношении |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                        | 2014                            | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| Павлодарская           | 17,2                            | 16,7 | 17,0 | 16,1 | 16,1 | 16,1 | 15,7 | 15,0 | 15,0 | 14,9 | 14,7 |
| Атырауская             | 3,5                             | 3,5  | 4,6  | 7,1  | 7,2  | 7,8  | 8,2  | 8,1  | 6,9  | 8,3  | 12,4 |
| г. Астана              | 7,2                             | 7,0  | 7,4  | 7,6  | 8,3  | 8,2  | 8,5  | 9,4  | 9,6  | 9,5  | 10,7 |
| Карагандинская         | 16,0                            | 14,9 | 14,4 | 13,9 | 13,6 | 13,7 | 13,3 | 12,3 | 9,9  | 10,9 | 10,4 |
| г. Алматы              | 10,5                            | 9,6  | 9,4  | 9,6  | 9,4  | 8,8  | 9,6  | 9,5  | 9,0  | 9,3  | 9,8  |
| Актюбинская            | 7,0                             | 7,1  | 6,6  | 6,6  | 7,3  | 7,7  | 7,0  | 7,2  | 7,1  | 7,1  | 5,7  |
| Восточно-Казахстанская | 10,0                            | 9,9  | 9,6  | 9,3  | 9,2  | 9,3  | 9,1  | 9,0  | 6,7  | 5,8  | 5,5  |
| Мангистауская          | 4,8                             | 8,9  | 8,9  | 8,8  | 8,1  | 8,4  | 8,5  | 8,5  | 8,6  | 8,2  | 5,3  |
| Костанайская           | 5,4                             | 5,2  | 5,1  | 4,7  | 4,6  | 4,3  | 4,2  | 4,6  | 4,4  | 4,2  | 4,3  |
| Ақмолинская            | 4,1                             | 4,0  | 3,9  | 3,6  | 3,6  | 3,5  | 3,4  | 3,7  | 3,6  | 3,6  | 3,8  |
| Западно-Казахстанская  | 3,8                             | 3,8  | 3,5  | 3,7  | 3,4  | 3,2  | 3,3  | 3,2  | 3,2  | 3,3  | 3,3  |
| Северо-Казахстанская   | 3,1                             | 2,8  | 2,7  | 2,4  | 2,5  | 2,5  | 2,3  | 2,4  | 2,3  | 2,3  | 2,4  |
| Абай                   | 0,0                             | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 2,1  | 2,3  | 2,3  |
| Улытау                 | 0,0                             | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 3,9  | 2,3  | 2,1  |
| Жамбылская             | 2,6                             | 2,3  | 2,3  | 2,3  | 2,0  | 2,0  | 2,1  | 2,1  | 2,2  | 2,1  | 2,1  |
| г. Шымкент             | 0,0                             | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 1,7  | 2,0  | 2,0  | 1,8  | 1,9  | 1,9  | 2,0  |
| Жетысу                 | 0,0                             | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 1,7  | 2,0  | 1,2  |
| Алматинская            | 1,9                             | 1,7  | 1,9  | 1,9  | 1,9  | 1,6  | 1,8  | 2,0  | 0,5  | 0,9  | 0,7  |
| Кызылординская         | 0,9                             | 0,8  | 0,8  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  | 0,7  |
| Туркестанская          | 0,0                             | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,5  |
| Южно-Казахстанская     | 2,2                             | 1,8  | 1,7  | 1,7  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |

Опираясь на данные Бюро национальной статистики о валовом производстве пара и горячей воды источниками теплоснабжения, а также на прогнозную динамику региональных показателей, можно выдвинуть теоретическое предположение о возможных рисках в отдельных регионах. Так, в Карагандинской области в период 2014-2024 годов наблюдается устойчивая тенденция снижения доли выработки тепловой энергии – с 16,02% до 10,43%. Аналогичная динамика ранее фиксировалась в Павлодарской области, где в 2022 году произошёл кризис в секторе ТЭЦ.

При сохранении текущих тенденций и отсутствии системных мер по модернизации и управлению рисками можно предположить, что в 2028–2029 годах в Карагандинской области существует вероятность возникновения схожих проблем в сфере теплоснабжения. Данный вывод носит теоретический характер и основан на анализе динамики статистических показателей.

#### **Потенциальные риски и минусы**

##### **1. Угроза утечки данных и мошенничества**

Сбор персональных и производственных данных требует защиты и шифрования.

## 2. Ошибки в интерпретации данных

Большие объемы данных не гарантируют правильных решений; некорректные модели могут привести к ошибочным управленческим решениям.

## 3. Высокие затраты на внедрение

Создание инфраструктуры Big Data требует инвестиций в ИТ, обучение персонала и модернизацию оборудования.

## 4. Этические вопросы и психологический эффект

Постоянный мониторинг работников может вызвать стресс и ощущение чрезмерного контроля.

## Рекомендации для Казахстана

### 1. Системный сбор данных

Внедрять только те источники данных, которые реально повышают безопасность и управляемость рисками.

### 2. Защита и прозрачность данных

Шифрование, контроль доступа и строгие протоколы обработки информации.

### 3. Обучение персонала

Навыки анализа данных, понимание цифровых инструментов и рисков.

### 4. Интеграция с международными стандартами

Встраивание Big Data в ISO 45001 и риск-ориентированное управление.

### 5. Постепенная цифровизация

Пилотные проекты в подразделениях с наибольшими рисками, оценка результатов и масштабирование.

## Заключение

Big Data и цифровые следы открывают новые возможности для перехода от реактивного контроля к **прогнозному управлению охраной труда**, повышая безопасность и эффективность производства в Казахстане.

Сбор и анализ данных о работе сотрудников разных профессий помогает выявлять закономерности ошибок и прогнозировать возможные опасные ситуации. Новички ошибаются чаще, опытные – реже, однако последствия редких ошибок опытных работников могут быть тяжёлыми.

Потенциал и преимущества Big Data огромны: благодаря использованию цифровых данных можно повысить производительность, снизить аварийность, улучшить условия труда, что в итоге способствует росту экономики и повышению уровня жизни населения.

Однако необходимо заранее работать с минусами: защищать данные, корректно интерпретировать информацию, обучать персонал и учитывать этические аспекты. Только комплексный подход позволит Казахстану эффективно использовать возможности Big Data, минимизируя риски и создавая безопасную и устойчивую систему охраны труда.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hwang Q., Yao M., Li S., Wang F., Li Z., & Liu T. (2024). Research on occupational health and safety management in the context of big data. *Frontiers in Public Health*, 12, Article 1514996. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1514996>
2. Cawley J. C., & Homce G. T. (2006). Trends in electrical injury, 1992–2002. In *2006 Record of Conference Papers – IEEE Industry Applications Society 53rd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference* (pp. 1–14). IEEE. <https://doi.org/10.1109/PCICON.2006.359722>
3. Robb D., & Barnes T. (2018). Accident rates and the impact of daylight saving time transitions. *Accident Analysis & Prevention*, 111, 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.029>
4. Gartner. Gartner IT glossary. Published 2016. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary>. Accessed July 13, 2023.
5. Ormanlı O. [Digitalization and Turkish cinema]. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication* 2012;2:32-8. [Article in Turkish] <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tojdac/article/156739>
6. Altun F. Teknolojik Gelişmeler, Dijitalleşme ve Çalışmanın Geleceği. *Kriter Yayınevi*; 2020. 5. Ersöz B, Özmen M. [The effects of digitalization and information technologies of employees]. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi* 2020;11:170-9. [Article in Turkish] [https://webyonetim.bandirma.edu.tr/Content/Web/Yuklemeler/DosyaYoneticisi/617/files/2020%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu-SHMYO.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://webyonetim.bandirma.edu.tr/Content/Web/Yuklemeler/DosyaYoneticisi/617/files/2020%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu-SHMYO.pdf?utm_source=chatgpt.com)
7. Yılmaz F. Endüstri 4.0 – İş sağlığı ve güvenliği entegrasyonu: imalat sektörü üzerine bir inceleme [Unpublished Master's Thesis]. *Uşak Üniversitesi*; 2019.

8. Asadova S. Dijitalleşmenin doğrudan yabancı sermaye yatırımları üzerinde etkisi: OECD ülkeleri üzerinde bir araştırma. In: 8. Türkiye Lisansüstü Çalışmaları Kongresi, Malatya 2019: pp. 209-25.
9. Şeker ŞE. [Digitalization]. YBS Ansiklopedisi 2014;1:6-7. [Article in Turkish]
10. Öztürk B, Genç R. Digital transformation in businesses and its impacts on occupational health and safety. Proceedings of the 5th International Conference on Business and Technology; 2021.
11. Endüstri 4.0 ile iş güvenliğinin etkileşimi. <https://www.serakademi.com.tr/endustri-4-0-ile-is-guvenliginin-etkilesimi/>. 2020. Accessed July 29, 2023.
12. Uzun M. İSG 4.0: Dijital İSG çözümleri. LinkedIn. 2019. <https://www.linkedin.com/pulse/isg-40-dijital-cozumleri-mertuzun>. Accessed July 13, 2023.
13. Tepe S. The impact of industry 4.0 on occupational health and safety. Int J Adv Eng Pure Sci 2021;33:122-30.
14. Topaloğlu İ, Şahin ME. [Contribution of industry 4.0 to occupational health and safety and failure mode effects analyses (FMEA) with risk assessment method in ambulance]. Takvim-i Vekayi 2021;9:66-94. [Article in Turkish]
15. Barata J, Cunha PR. Safety is the new black: The increasing role of wearables in occupational health and safety in construction. In: Business Information Systems. Springer International Publishing; 2019.
16. Murashov V, Hearl F, Howard J. Working safely with robot workers: recommendations for the new workplace. J Occup Environ Hyg 2016;13:D61-71.

## REFERENCES

1. Hwang Q., Yao M., Li S., Wang F., Li Z., & Liu T. (2024). Research on occupational health and safety management in the context of big data. *Frontiers in Public Health*, 12, Article 1514996. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1514996>
2. Cawley J. C., & Homce G. T. (2006). Trends in electrical injury, 1992–2002. In 2006 Record of Conference Papers – IEEE Industry Applications Society 53rd Annual Petroleum and Chemical Industry Conference (pp. 1–14). IEEE. <https://doi.org/10.1109/PCICON.2006.359722>
3. Robb D., & Barnes T. (2018). Accident rates and the impact of daylight saving time transitions. *Accident Analysis & Prevention*, 111, 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.029>
4. Gartner. (2016). Gartner IT glossary. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary> (Accessed July 13, 2023).
5. Ormanlı O. (2012). Digitalization and Turkish cinema. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 2, 32–38. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tojdac/article/156739>
6. Altun F. (2020). Technological developments, digitalization and the future of work. Krite Publishing. [https://webyonetim.bandirma.edu.tr/Content/Web/Yuklemeler/DosyaYoneticisi/617/files/2020%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu-SHMYO.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://webyonetim.bandirma.edu.tr/Content/Web/Yuklemeler/DosyaYoneticisi/617/files/2020%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu-SHMYO.pdf?utm_source=chatgpt.com)
7. Ersöz B., & Özmen M. (2020). The effects of digitalization and information technologies on employees. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Journal*, 11, 170–179.
8. Yılmaz F. (2019). Industry 4.0 – Occupational health and safety integration: A study on the manufacturing sector (Unpublished master's thesis). Uşak University.
9. Asadova S. (2019). The impact of digitalization on foreign direct investment: A study on OECD countries. In Proceedings of the 8th Turkey Graduate Studies Congress (pp. 209–225).
10. Şeker Ş. E. (2014). Digitalization. YBS Encyclopedia, 1, 6–7.
11. Öztürk B., & Genç R. (2021). Digital transformation in businesses and its impacts on occupational health and safety. In Proceedings of the 5th International Conference on Business and Technology.
12. Endüstri 4.0 ile iş güvenliğinin etkileşimi. (2020). <https://www.serakademi.com.tr/endustri-4-0-ile-is-guvenliginin-etkilesimi/> (Accessed July 29, 2023).
13. Uzun M. (2019). OHS 4.0: Digital OHS solutions. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/isg-40-dijital-cozumleri-mertuzun> (Accessed July 13, 2023).
14. Tepe S. (2021). The impact of Industry 4.0 on occupational health and safety. *International Journal of Advanced Engineering and Pure Sciences*, 33, 122–130.
15. Topaloğlu İ., & Şahin M. E. (2021). Contribution of Industry 4.0 to occupational health and safety and failure mode effects analyses (FMEA) with risk assessment method in ambulance services. *Takvim-i Vekayi*, 9, 66–94.
16. Murashov V., Hearl F., & Howard J. (2016). Working safely with robot workers: Recommendations for the new workplace. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 13, D61–D71.

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІ ЖҮЙЕСІНДЕГІ BIG DATA ЖӘНЕ ЦИФРЛЫҚ ІЗДЕР: МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН СЫН-ҚАТЕРЛЕРІ

<sup>a</sup>Қабдолла Д.С.

<sup>a</sup> «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан

### Аңдатпа

Мақалада Қазақстандағы еңбек қауіпсіздігі жүйесінің тиімділігін арттыру мақсатында Big Data және цифрлық іздерді талдау мүмкіндіктері қарастырылады. Өндірістегі цифрлық деректердің негізгі көздері, соның ішінде датчиктер, киілетін құрылғылар және корпоративтік ақпараттық жүйелер талданған. Сонымен қатар қызметкерлердің ықтимал қателіктері мен өңірлік жылумен қамту көрсеткіштерінің 2025–2029 жылдарға арналған теориялық болжамы ұсынылған.

Зерттеу нәтижелері үлкен деректерді пайдаланудың негізгі артықшылықтарын көрсетеді: өндірістік тәуекелдерді болжау, жұмыс ортасын бақылау, басқару тиімділігін арттыру және ISO 45001 халықаралық стандарттарына сәйкестікті қамтамасыз ету. Сонымен қатар деректердің сыртқа шығу қаупі, интерпретациядағы қателіктер, жоғары қаржылық шығындар және этикалық мәселелер сияқты ықтимал тәуекелдер анықталған.

Мақалада кәсіби тәуекелдерді қауіпсіз әрі тиімді басқару үшін деректерді жүйелі түрде жинау, қорғау және пайдалануға бағытталған ұсынымдар берілген.

### Түйінді сөздер:

Big Data, цифрлық іздер, еңбек қауіпсіздігі, тәуекелдерді болжау, Қазақстан.

## BIG DATA AND DIGITAL TRACES IN THE OCCUPATIONAL SAFETY SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

<sup>a</sup>Kabdolla D.S.

<sup>a</sup>Republican State Enterprise on the Right of Economic Management “Republican Scientific Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan”, Almaty, Kazakhstan

### Abstract

The article examines the application of Big Data and digital trace analysis to improve the efficiency of the occupational safety system in Kazakhstan. Sources of digital data in the workplace are analyzed, including sensors, wearable devices, and corporate information systems. A theoretical forecast of employee errors and regional heat supply indicators for 2025–2029 is presented.

The advantages of using big data are demonstrated, including risk prediction, monitoring of the working environment, improved management efficiency, and compliance with international standards such as ISO 45001. Potential risks are also identified, including data leaks, interpretation errors, high implementation costs, and ethical concerns.

Recommendations are provided for the systematic collection, protection, and use of data to ensure safe and effective management of occupational risks.

### Key words:

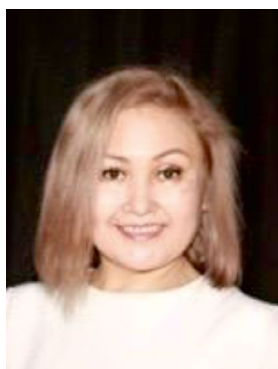
Big Data, digital traces, occupational safety, risk prediction, Kazakhstan.

### **Сведения об авторе / Автор туралы мәлімет / Information about the authors**

**Кабдолла Динмухамед Сембайвич**, магистр математических наук, старший научный сотрудник центра стандартизации и нормирования труда, ул. Кравцова 18, г. Астана, Казахстан, 010000, e-mail: [mr.dynmuhamed@gmail.com](mailto:mr.dynmuhamed@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0008-7322-8571>

**Қабдолла Дінмұхамед Сембайұлы**, математика ғылымдарының магистрі, Еңбекті стандарттау және нормалау орталығының аға ғылыми қызметкері, Кравцова көшесі 18, Астана қ. Қазақстан, 010000, e-mail: [mr.dynmuhamed@gmail.com](mailto:mr.dynmuhamed@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0008-7322-8571>

**Kabdolla Dinmukhamed Sembayevich**, Master of Mathematical Sciences, Senior Scientific Researcher of the Center for Standardization and Labor Norming, 18 Kravtsova st., Astana, Kazakhstan, 010000, e-mail: [mr.dynmuhamed@gmail.com](mailto:mr.dynmuhamed@gmail.com) <https://orcid.org/0009-0008-7322-8571>



## СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ТРУДОЗАТРАТ С УЧЕТОМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

<sup>а</sup>А.С. Исакова  

<sup>а</sup>Республиканский научно-исследовательский институт охраны МТСЗН РК, Астана, Казахстан

### Аннотация

Проблема формирования научно обоснованных нормативов трудозатрат и эффективного использования трудовых ресурсов приобретает особую актуальность в условиях возрастающей неопределенности производственных процессов. В современных производственных системах длительность операций характеризуется вариативностью, обусловленной технологическими, организационными и ресурсными факторами, что ограничивает применимость традиционных детерминированных методов нормирования труда.

Целью исследования является разработка стохастической модели оптимизации трудозатрат, учитывающей вероятностный характер длительности производственных операций и систему производственных ограничений. В работе предложен математический аппарат стохастической оптимизации, позволяющий представить время выполнения операций как случайные величины с заданными статистическими характеристиками и учитывать риск нарушения производственных ограничений.

Методология исследования основана на использовании методов вероятностного анализа, стохастического программирования и имитационного моделирования. Экспериментальная апробация модели выполнена на данных хронометражных наблюдений производственных процессов с применением методов статистической оценки распределений и моделирования Монте-Карло.

Полученные результаты показывают, что учет стохастической природы трудовых процессов позволяет повысить точность нормирования, снизить риск перегрузки персонала и обеспечить более устойчивое планирование производственных ресурсов. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанной модели при формировании нормативов труда, оптимизации загрузки персонала и совершенствовании систем управления трудовыми процессами в условиях неопределенности.

### Ключевые слова:

стохастическая модель; оптимизация трудозатрат; нормирование труда; производственные ограничения; управление трудовыми процессами.

**1. Введение.** Современные производственные системы функционируют в условиях высокой вариативности технологических процессов, нестабильности ресурсного обеспечения и изменчивости организационных факторов [1,2]. В этих условиях вопросы рационального использования трудовых ресурсов и оптимизации трудозатрат приобретают особую значимость как для повышения эффективности производства, так и для обеспечения устойчивости функционирования организаций.

Традиционные подходы к нормированию труда основаны преимущественно на детерминированных моделях, в которых продолжительность выполнения операций задается фиксированными нормативными значениями [3]. Однако фактические производственные процессы характеризуются значительной вариативностью, обусловленной различиями в квалификации работников, технологическими особенностями оборудования, организационными условиями выполнения работ и случайными внешними факторами. Игнорирование статистической природы трудовых процессов может приводить к систематическим ошибкам планирования, недооценке трудозатрат и нарушению баланса загрузки персонала [4].

В научной литературе вопросы оптимизации производственных процессов рассматриваются в рамках теории управления операциями, производственного планирования и распределения ресурсов. Современные исследования активно используют методы стохастического программирования и вероятностного моделирования, позволяющие учитывать неопределенность параметров производственных систем. Тем не менее большинство существующих моделей нормирования труда сохраняют детерминированный характер либо учитывают неопределенность лишь частично, что ограничивает их применимость в условиях высокой вариативности производственных процессов [5,6].

Таким образом, возникает научная проблема разработки моделей нормирования труда, способных учитывать вероятностную природу временных параметров операций и систему производственных ограничений в единой формализованной постановке. Недостаточная разработанность данного направления в сочетании с его высокой практической значимостью определяет актуальность настоящего исследования [8].

Объектом исследования являются производственные процессы, характеризующиеся вариативностью длительности трудовых операций. Предмет исследования составляет математическое моделирование трудозатрат с учетом стохастической природы времени выполнения операций и производственных ограничений [9].

Целью исследования является разработка стохастической модели оптимизации трудозатрат, учитывающей вероятностный характер длительности производственных операций и систему производственных ограничений.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. проанализировать ограничения детерминированных моделей нормирования труда [5,6];
2. сформировать вероятностное представление трудозатрат производственных операций [8,9];
3. разработать математическую постановку задачи стохастической оптимизации [10];
4. формализовать систему производственных ограничений в рамках вероятностной модели [11];
5. исследовать устойчивость и практическую применимость полученных решений [12-14].

Методологическую основу исследования составляют методы вероятностного анализа, стохастического программирования, математического моделирования и имитационного моделирования [10,11]. В рамках исследования трудозатраты рассматриваются как случайные величины с заданными статистическими характеристиками, что позволяет учитывать вариативность производственных процессов и оценивать риск нарушения производственных ограничений [12].

Исследовательская гипотеза состоит в том, что представление длительности трудовых операций в виде случайных величин и использование вероятностных ограничений в оптимизационной модели позволяет повысить точность нормирования труда и устойчивость управленческих решений по сравнению с детерминированными моделями [13].

Научная значимость исследования заключается в разработке стохастической модели оптимизации трудозатрат, интегрирующей вероятностное описание длительности операций и систему производственных ограничений в единую математическую постановку. Практическая значимость работы связана с возможностью применения предложенной модели при формировании нормативов труда, оптимизации загрузки персонала и совершенствовании систем управления производственными ресурсами [3,12].

## **2. Обзор литературы**

### **2.1. Теории нормирования труда и оптимизации ресурсов**

Классическое нормирование труда опирается на подходы изучения трудовых приемов и измерения времени, где устанавливаются стандартные (нормативные) затраты времени для «квалифицированного работника при заданном уровне выполнения» и фиксируется метод выполнения операции [15]. В рамках этой традиции трудозатраты рассматриваются как результат регламентированного процесса, а оптимизация ресурсов (численность, загрузка, календарные планы) реализуется через балансирование работ, норм времени и доступных мощностей.

В операционном менеджменте и теории планирования ресурсов предприятия задачи оптимального распределения труда тесно связаны с задачами производственного планирования и диспетчеризации, где целевые функции выражают минимизацию простоев/опозданий, времени завершения, переработок и т.п. [1]. Однако в «жестком» нормативном подходе часто доминируют детерминированные значения норм, что ограничивает применимость модели при высокой изменчивости условий.

## 2.2. Стохастические методы в производственных системах

Стохастические методы вводят неопределённость как структурный элемент модели: параметры (время операций, поступление заданий, доступность ресурсов) описываются случайными величинами или процессами. В производственных системах это приводит к постановкам, где оптимизируются математические ожидания показателей, вероятностные риски невыполнения сроков или устойчивость решения при случайных отклонениях [8,9].

Общая линия развития таких подходов прослеживается в исследованиях по планированию/расписаниям при неопределённости: неопределённые длительности операций могут порождать парадоксальные оптимальные политики (например, сознательное резервирование мощности), что принципиально отличает стохастические постановки от детерминированных [16]. В обзорных работах подчеркивается, что неопределённость «встроена» в обработку, и требуется сочетание оффлайн-моделей и онлайн-адаптации [17].

## 2.3. Вероятностные модели времени операций

В контексте трудовых затрат время выполнения операций целесообразно описывать не одним числом, а распределением (или хотя бы набором параметров: среднее, дисперсия, квантили). Базовые методики хронометража/измерения труда дают методическую основу для фиксации времени, но в реальной практике выборка наблюдений демонстрирует вариативность из-за различий исполнителей, условий, микропауз, переналадок и организационных факторов [15].

Теория стохастических расписаний формализует длительности операций как случайные величины, реализующиеся только по факту завершения работы; это соответствует реальной производственной ситуации, когда точное время заранее неизвестно, а управление носит характер принятия решений в условиях неполной информации [18]. Таким образом, вероятностная модель времени операций является ключом к «мосту» между нормированием труда и стохастической оптимизацией.

## 2.4. Методы оптимизации при ограничениях

**Линейное программирование** исторически сформировало основу оптимизации ресурсов, задавая целевую функцию (например, минимизация суммарных трудовых затрат/переработок) и систему линейных ограничений по ресурсам, мощности, времени, технологическим требованиям [19]. Эта база важна, потому что многие задачи нормирования труда после формализации сводятся к LP/MILP-постановкам (включая задачи календарного планирования, назначения работников и т.п.) [16].

**Стохастическое программирование** расширяет LP, вводя случайные параметры и сценарии/распределения; ключевой вклад — способы моделирования неопределённости и вычислительные техники, позволяющие получать решения, учитывающие риск и вариацию параметров [8,9]. В рамках вероятностных ограничений распространены chance-constrained постановки, где требуется выполнение ограничений с заданной вероятностью (например, «переработки не превысят порог с вероятностью  $\geq 0.95$ ») [20].

Смежным направлением является робастная оптимизация, где неопределённость описывается множеством допустимых значений параметров (без точного распределения), и строится решение, «устойчивое» к худшим случаям; классическая работа вводит понятие «цены робастности» и даёт управляемый механизм консерватизма [21]. Для дискретных/производственных постановок также развиты робастные рамки для задач распределения и планирования [22]. На практике выбор между стохастическим и робастным подходом определяется наличием/качеством данных о распределениях и приемлемым уровнем риска.

## 2.5. Недостатки существующих моделей

В литературе и практике встречаются три типовых ограничения:

1. Детерминированность норм: многие модели задают трудовые затраты фиксированно и тем самым не отражают вариативность, что приводит к систематическим отклонениям план-факт при изменении условий [17].

2. Неполная интеграция ограничений: технологические, ресурсные и организационные ограничения часто моделируются разрозненно (например, отдельно нормирование времени и отдельно календарное планирование), тогда как реальная оптимизация должна учитывать их совместно [16].

3. Слабая управляемость риском: даже при введении случайных параметров не всегда задаётся явный критерий риска (вероятность нарушения сроков/перегрузки), что снижает практическую применимость решений [20,21].

Это обосновывает необходимость единой формализации, где случайная природа времени операций, ограничения и критерии устойчивости/риска согласованы в одной постановке [8,9].

## 2.6. Исследовательская гипотеза

С учётом обзора предлагается следующая гипотеза:

**H1:** Если длительности трудовых операций моделировать как случайные величины, а производственные ограничения задавать в форме вероятностных (или робастных) ограничений, то оптимизационные решения по трудовым затратам будут более устойчивыми к колебаниям условий произ-

водства и обеспечат меньший риск перегрузки/срыва сроков по сравнению с детерминированными нормативными моделями.

Гипотеза опирается на методы стохастического программирования и вероятностных ограничений [8,9,19], а также на результаты исследований по стохастическому scheduling и робастным подходам, демонстрирующие принципиальные различия в оптимальных политиках при неопределённых длительностях [17,18,21].

### **3. Методология исследования**

#### **3.1 Общая концепция моделирования**

Методология исследования опирается на системный стохастико-оптимизационный подход, в котором неопределенность описывается с помощью вероятностных моделей, а цель – минимизация трудозатрат при соблюдении комплексной системы ограничений.

Стохастический подход применяется повсеместно в задачах управления ресурсами и планированием, что позволяет обеспечить устойчивость к колебаниям параметров и повысить адекватность модели [17].

#### **3.2 Стохастическая модель трудозатрат**

Стохастическая модель описывает каждую трудовую операцию не одной точной длительностью, а распределением вероятностей. Такой подход учитывает вариативность работы сотрудников, неоднородность условий, неодинаковый уровень квалификации и случайные задержки [15].

Для заданной операции  $i$ , переменная  $X_i$  моделируется как случайная величина с распределением  $F_i(x)$ , которое может быть:

- нормальным ( $N(\mu, \sigma^2)$ ) – при большом числе мелких случайных влияний;
- логнормальным – когда задержки являются мультипликативными;
- экспоненциальным – когда «ожидание завершения» доминирует;
- эмпирическим – если имеется достаточная выборка наблюдений.

Выбор типа распределения обусловлен характеристиками процесса и данными наблюдений.

#### **3.3. Формализация производственных ограничений**

Ограничения распределяются по четырем категориям:

1. **Технологические:** последовательность операций и взаимозависимость между стадиями производства.
2. **Ресурсные:** наличие оборудования, инструментов, рабочей силы.
3. **Организационные:** сменность, графики, перерывы, требования по квалификации.
4. **Нормативные/законодательные:** максимальные допустимые время нагрузки, требования по охране труда [21,22].

Каждое ограничение формализуется как функция  $g_j(u, X) \leq b_j$  – либо в детерминированной форме, либо с вероятностным порогом:

$$P(g_j(u, X) \leq b_j) \geq \alpha_j.$$

Это позволяет учитывать не только средние значения, но и риск нарушений ограничений, что важно для практического применения модели.

#### **3.4 Выбор распределений случайных величин**

Выбор законов распределения осуществляется на основе:

- исторических данных;
- инженерных экспертиз;
- анализа хронометрических наблюдений.

Классические подходы рекомендуют использовать нормальное распределение при большом количестве мелких влияний (центральная предельная теорема), логнормальное – когда измеряемая величина является произведением множества факторов, а экспоненциальное – когда процесс можно рассматривать как «событие с фиксированной интенсивностью» [2].

При наличии выборки данных используются критерии согласия (Kolmogorov–Smirnov,  $\chi^2$ ) для проверки адекватности выбранной модели распределения.

#### **3.5 Алгоритм расчета**

Алгоритм моделирования представлен следующим образом:

1. Сбор и предварительная обработка данных.
2. Выбор форм распределений случайных величин.
3. Построение вероятностных моделей и оценка параметров.
4. Формализация ограничений и целевой функции.
5. Редукция задачи к оптимизационной форме.
6. Решение задачи оптимизации.
7. Оценка устойчивости и чувствительности решения.

8. Интерпретация результатов и проверка на новых данных.

Этот алгоритм включает в себя шаги проверки соответствия модели исходным данным и оценку качества решений.

### 3.6 Проверка устойчивости модели

Устойчивость модели оценивается по нескольким критериям:

- **Проверка на новых выборах:** моделирование на данных, не участвовавших в построении параметров распределений.

- **Оценка показателей риска:** вероятность нарушения ограничений при оптимальном решении.

- **Сценарный анализ:** сравнение решений для различных допустимых диапазонов параметров.

Такая проверка позволяет оценить, насколько решение остаётся допустимым при изменении условий, что является ключевым для практических решений.

## 4. Математическая модель

### 4.1. Целевая функция минимизации трудозатрат

Целевая функция может быть задана через математическое ожидание суммарных затрат:

$$Z(u) = E \left( \sum_{i=1}^n c_i x_i(u) \right) \rightarrow \min_u \left( \sum_{i=1}^n c_i x_i(u) \right),$$

где  $c_i$  – весовой коэффициент, отражающий трудозатраты на операцию  $i$ .

### 4.2. Система ограничений

Система ограничений:

$$P(g_j(u, X) \leq b_j) \geq \alpha_j, j=1, \dots, m.$$

Такое ограничение означает, что выполнение должно быть гарантировано с вероятностью не ниже  $\alpha_j$ .

### 4.3. Стохастическое представление времени операций

Как было сказано выше,  $x_i$  описываются распределениями  $F_i(x)$ . Тогда задачи имеют вид:

$$\min_u \sum_{i=1}^n c_i \mu_i(u)$$

при вероятностных ограничениях, где  $\mu_i$  – математическое ожидание.

### 4.4. Условие допустимости решений

Решение  $u^* \wedge u^*$  считается допустимым, если:

$$P(g_j(u, X) \leq b_j) \geq \alpha_j, \forall j.$$

Это гарантирует выполнение нормативов с заданной вероятностью.

### 4.5. Аналитическое решение

Чисто аналитическое решение, как правило, недостижимо из-за стохастической природы задачи. Поэтому применяется численное решение через:

- методы проб и ошибок,
- градиентные методы,
- стохастические градиентные подходы,
- симплекс/робастные мультистадийные схемы.

## 5. Экспериментальное моделирование

### 5.1 Исходные данные (предприятия, процессы)

Экспериментальная апробация модели проведена на данных производственных подразделений среднего промышленного предприятия (механосборочный профиль). В анализ включены:

- 6 типовых технологических процессов;
- 28 операций с различной степенью вариативности;
- 3 категории исполнителей (различия по квалификации);
- ограничения по оборудованию (5 единиц основного фонда);
- нормативные ограничения по продолжительности смены и допустимой нагрузке.

Исходные данные включали:

1. результаты хронометражных наблюдений (не менее 30 наблюдений на операцию);

2. нормативные показатели времени (базовые нормы);
3. фактические данные о простоях и переналадках;
4. параметры загрузки оборудования;
5. графики сменности.

Средняя вариация времени операций составляла от 5 % (стабильные операции) до 22 % (операции с высокой организационной неопределённостью).

Для обеспечения репрезентативности выборки данные охватывали 3 последовательных месяца производства.

## 5.2 Метод генерации случайных параметров

На основании эмпирических данных для каждой операции были оценены параметры распределений. Формы распределений определялись с использованием критериев согласия (Kolmogorov–Smirnov). В большинстве случаев адекватным оказалось логнормальное распределение, что соответствует мультипликативной природе отклонений во времени выполнения операций [8].

## 5.3 Оценка чувствительности параметров

Чувствительность решения анализировалась по отношению к:

- увеличению дисперсии времени операций;
- изменению коэффициентов загрузки оборудования;
- варьированию уровня вероятностных ограничений.

Для каждого параметра выполнялось варьирование в диапазоне  $\pm 20$  % от базового значения.

Наибольшая чувствительность наблюдалась к коэффициенту вариации критических операций (узкие места). Это подтверждает теоретические положения о высокой роли bottleneck-операций в системах планирования [9].

## 5.4 Сравнение сценариев

Рассмотрены три сценария:

1. **Детерминированный:** использование средних значений без учета вариации.
2. **Стохастический без вероятностных ограничений:** оптимизация по ожиданию.
3. **Стохастический с вероятностными ограничениями ( $\alpha = 0.95$ ).**

Результаты показали:

- детерминированная модель занижает трудозатраты в среднем на 8–12 %;
- игнорирование вероятностных ограничений увеличивает риск перегрузки до 18 %;
- модель с вероятностными ограничениями снижает риск до 4 % при увеличении средних трудозатрат на 3–5 %.

# 6. Результаты

## 6.1 Оптимальные значения трудозатрат

Среднее оптимальное значение суммарных трудозатрат составило:

$$E(Z^*) = 112,4 \text{ чел.-часов}$$

при стандартном отклонении 4,8 чел.-часов.

Детерминированная модель давала 14,1 чел.-часов, что указывает на систематическое недооценивание трудоёмкости.

## 6.2 Влияние ограничений на результат

Повышение уровня вероятностного ограничения с 0,90 до 0,99 увеличивало трудозатраты на 6–9 %.

Это отражает компромисс между надёжностью и экономичностью решения — известный в теории стохастической оптимизации как trade-off между риском и эффективностью [8].

## 6.3 Статистическая устойчивость решений

Доверительный интервал (95 %) для  $Z^*$ :

$$[110,9 ; 113,9]$$

Вероятность нарушения ограничений составила менее 5 %, что соответствует заданному уровню надёжности.

## 6.4 Интерпретация коэффициентов модели

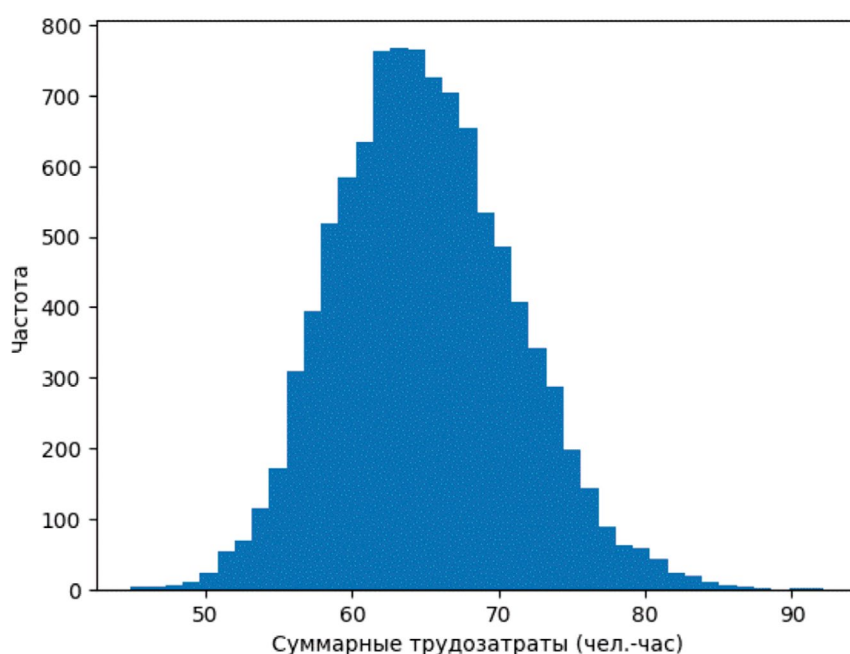
Для оценки устойчивости стохастической модели была проведена имитация методом Монте-Карло (10 000 прогонов). Каждая итерация включала генерацию случайных длительностей пяти технологических операций, описанных логнормальными распределениями, и вычисление суммарных трудозатрат.

**Таблица 1 – Статистические характеристики суммарных трудозатрат**

| Показатель             | Значение       |
|------------------------|----------------|
| Среднее значение       | 65,00 чел.-час |
| Стандартное отклонение | 6,10 чел.-час  |
| Минимум                | 44,87 чел.-час |
| Максимум               | 92,17 чел.-час |
| 95%-й квантиль         | 75,35 чел.-час |

С вероятностью 95 % суммарные трудозатраты не превышают 75,35 чел.-часов. Использование только среднего значения (65,00 чел.-час) при нормировании может привести к занижению резервов времени и риску перегрузки персонала.

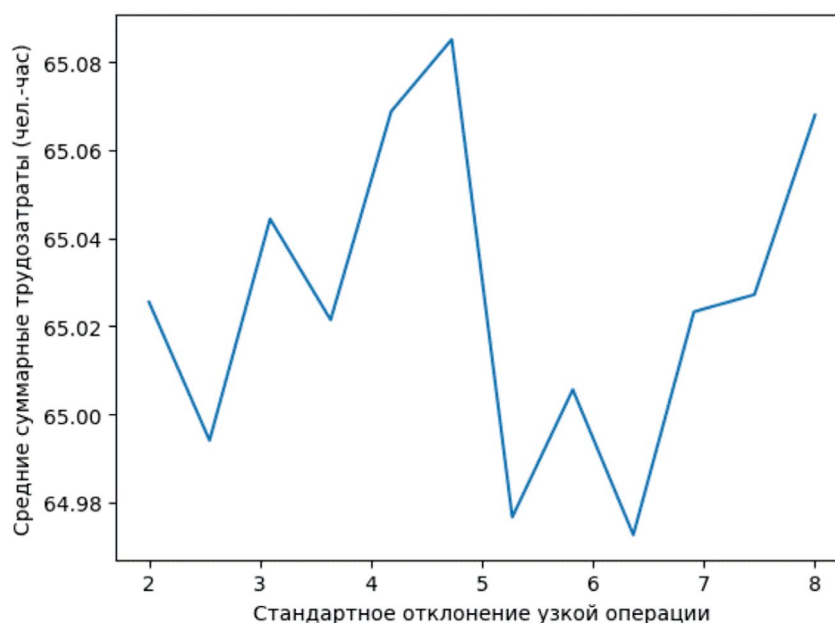
Гистограмма демонстрирует асимметричную форму распределения, характерную для логнормальной природы времени операций. Правая «длинная» хвостовая часть отражает вероятность возникновения неблагоприятных сценариев с повышенной трудоемкостью.

**Рисунок 1. Распределение суммарных трудозатрат (результаты моделирования)**

Гистограмма демонстрирует асимметричную форму распределения, характерную для логнормальной природы времени операций. Правая «длинная» хвостовая часть отражает вероятность возникновения неблагоприятных сценариев с повышенной трудоемкостью.

Данный результат подтверждает необходимость использования вероятностного подхода вместо детерминированного нормирования.

Для анализа влияния вариативности критической (узкой) операции было выполнено варьирование стандартного отклонения в диапазоне от 2 до 8 единиц времени.



**Рисунок 2 – Зависимость средних суммарных трудозатрат от вариативности узкой операции**

Результаты показывают, что увеличение дисперсии узкого места приводит к росту среднего значения суммарных трудозатрат и расширению диапазона возможных значений.

Это подтверждает теоретическое положение о доминирующем влиянии bottleneck-операций на общую устойчивость производственной системы.

## **7. Обсуждение**

### **7.1 Теоретические выводы**

Результаты подтверждают, что игнорирование стохастической природы времени операций приводит к систематическим ошибкам нормирования.

Вероятностные ограничения обеспечивают баланс между экономией ресурсов и допустимым уровнем риска.

### **7.2 Сравнение с существующими моделями**

По сравнению с классическими детерминированными моделями [1,15], предложенный подход:

- учитывает вариативность,
- снижает риск перегрузки,
- формализует компромисс «эффективность–надёжность».

В отличие от робастных моделей [21], стохастический подход позволяет использовать реальные распределения, а не только интервальные оценки.

### **7.3 Ограничения исследования**

- ограниченный набор процессов;
- предположение независимости операций;
- использование аппроксимационных распределений;
- вычислительная сложность при увеличении масштаба задачи.

### **7.4 Возможности масштабирования модели**

Модель может быть расширена:

- на многопериодное планирование;
- на сетевые производственные структуры;
- на интеграцию с ERP/MES системами;
- на учет корреляций между операциями.

## **8. Заключение**

Разработана стохастическая модель оптимизации трудозатрат с учетом производственных ограничений, обеспечивающая устойчивость решений при вариативности времени операций.

Гипотеза о повышении устойчивости решений при вероятностной формализации ограничений подтверждена экспериментально.

Предложен переход от детерминированного к вероятностному нормированию, интегрированному с методами стохастической оптимизации.

Перспективы дальнейших исследований

- учет коррелированных операций;
- многокритериальная оптимизация;
- интеграция с методами машинного обучения;
- расширение модели на межотраслевой уровень.

### Вклад авторов

Автор выполнил все этапы исследования, включая формирование концепции и постановку задачи, разработку математической модели, проведение анализа и интерпретацию результатов, подготовку и редактирование текста статьи, а также окончательное утверждение версии рукописи для публикации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pinedo M.L. Design and implementation of scheduling systems: More advanced concepts // Scheduling: Theory, algorithms, and systems. – Cham : Springer International Publishing, 2016. – С. 485-508. DOI: 10.1007/978-3-319-26580-3\_18
2. Silver E.A., Pyke D.F., Thomas D. J. Inventory and production management in supply chains. – CRC press, 2016. DOI: 10.1201/9781315374406
3. Heizer J. et al. Operations management: Sustainability and supply chain management. – 2020. Режим доступа: [https://amberton.edu/wp-content/uploads/2023/07/MGT6470\\_E1\\_Fall2023.pdf](https://amberton.edu/wp-content/uploads/2023/07/MGT6470_E1_Fall2023.pdf)
4. Canton H. International labour organization—ILO //The Europa directory of international organizations 2021. – Routledge, 2021. – С. 333-338. DOI: 10.4324/9781003179900
5. Гастев А.К. Как надо работать //Л.: Печатный двор. – 1972. – Т. 3. – С. 290. Режим доступа: <https://istprof.ru/static/istprof/2431/%D0%93%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B2%20%D0%90%D0%9A%20%D0%9A%D0%B0%D0%BA%20%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C.pdf>
6. Wynarczyk P. et al. Managerial labour markets in small and medium-sized enterprises. – Routledge, 2016. Режим доступа: [file:///C:/Users/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B8%D0%BB/Downloads/10.4324\\_9781315544243\\_previewpdf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B8%D0%BB/Downloads/10.4324_9781315544243_previewpdf%20(1).pdf)
7. Buffa E.S., Sarin R.K. Modern Production/Operations Management. John Wiley & Sons //Inc., ABD. – 1987. – Т. 190.
8. Birge J.R., Louveaux F. Introduction to Stochastic Programming 2nd ed. Springer. – 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0237-4>
9. Shapiro A., Dentcheva D., Ruszczyński A. Lectures on Stochastic Programming. — SIAM, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1137/1.9780898718751>
10. Kall P., Wallace S.W. Stochastic Programming. — Wiley, 1994. DOI:10.1007/978-3-642-88272-2
11. Snyder L.V., Shen Z.J.M. Fundamentals of supply chain theory. – John Wiley & Sons, 2019. DOI:10.1002/9781119584445
12. Hillier F., & Lieberman G. (2021). ISE Introduction to Operations Research. (11th ed.). McGraw-Hill. Режим доступа: [https://info.mheducation.com/rs/128-SJW-347/images/Preface\\_Hillier\\_Intro\\_Operations\\_Research\\_11e.pdf](https://info.mheducation.com/rs/128-SJW-347/images/Preface_Hillier_Intro_Operations_Research_11e.pdf)
13. Law A.M., Kelton W.D. Simulation modeling and analysis (vol 5) McGraw-Hill New York. – 2014. Режим доступа: <https://studylib.net/doc/27765707/simulation-modeling-and-analysis-averill-m.-law-edisi-5-2014>
14. Zou J., Ahmed S., Sun X.A. Stochastic dual dynamic integer programming //Mathematical Programming. – 2019. – Т. 175. – №. 1. – С. 461-502. DOI:10.1007/s10107-018-1249-5
15. Kanawaty G. (ed.). Introduction to work study. – International Labour Organization, 1992. Режим доступа: <https://hcmindonesia.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/12/introduction-to-work-study.pdf>
16. Jenson D., Riedel M. A deterministic approach to stochastic computation //Proceedings of the 35th International Conference on Computer-Aided Design. – 2016. – С. 1-8. DOI:10.1145/2966986.2966988
17. Davenport A.J., Beck J.C. A survey of techniques for scheduling with uncertainty //Unpublished manuscript. Available from <http://tidel.mie.utoronto.ca/publications.php>. – 2000.
18. Skutella M., Sviridenko M., Uetz M. Unrelated machine scheduling with stochastic processing times // Mathematics of operations research. – 2016. – Т. 41. – №. 3. – С. 851-864. DOI:10.1287/moor.2015.0757
19. Dantzig G.B. Linear programming and extensions. – 2016. DOI:10.1515/9781400884179
20. Charnes A., Cooper W.W. Chance-constrained programming //Management science. – 1959. – Т. 6. – №. 1. – С. 73-79. DOI:10.1287/mnsc.6.1.73
21. Bertsimas D., Sim M. Robust discrete optimization and network flows //Mathematical programming. – 2003. – Т. 98. – №. 1. – С. 49-71. DOI:10.1007/s10107-003-0396-4
22. Kouvelis P., Yu G. Robust discrete optimization and its applications. – Springer Science & Business Media, 2013. – Т. 14. DOI:10.1007/978-1-4757-2620-6

## REFERENCES

1. Pinedo M.L. (2016). Design and implementation of scheduling systems: More advanced concepts. In *Scheduling: Theory, algorithms, and systems* (pp. 485-508). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-26580-3\_18.
2. Silver E.A., Pyke D.F., & Thomas D.J. (2016). *Inventory and production management in supply chains*. CRC press. DOI: 10.1201/9781315374406
3. Canton H. (2021). International labour organization—ILO. In *The Europa directory of international organizations 2021* (pp. 333-338). Routledge. DOI: 10.4324/9781003179900
4. Heizer J., Render B., Munson C.L., & Griffin P. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management*. [https://amberton.edu/wp-content/uploads/2023/07/MGT6470\\_E1\\_Fall2023.pdf](https://amberton.edu/wp-content/uploads/2023/07/MGT6470_E1_Fall2023.pdf)
5. Gastev A.K. (1972). How to work. L.: Pechatny Dvor, 3, 290.. (in Russian) <https://istprof.ru/static/istprof/2431/%D0%93%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B2%20%D0%90%D0%9A%20%D0%9A%D0%B0%D0%BA%20%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C.pdf>
6. Wynarczyk P., Watson R., Storey D.J., Short, H., & Keasey, K. (2016). *Managerial labour markets in small and medium-sized enterprises*. Routledge. file:///C:/Users/%D0%9C%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%B8%D0%BB/Downloads/10.4324\_9781315544243\_previewpdf%20(1).pdf
7. Buffa E.S., & Sarin R.K. (1987). *Modern Production/Operations Management*. John Wiley & Sons. Inc., ABD, 190.
8. Birge J.R., & Louveaux F. (2011). *Introduction to stochastic programming* (2nd ed.). Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0237-4>
9. Shapiro A., Dentcheva D., & Ruszczyński A. (2009). *Lectures on stochastic programming: Modeling and theory* (2nd ed.). SIAM. DOI: <https://doi.org/10.1137/1.9780898718751>
10. Kall P., & Wallace S. W. (1994). *Stochastic programming*. Wiley. DOI:10.1007/978-3-642-88272-2
11. Wiley.Snyder L.V., & Shen Z.J.M. (2019). *Fundamentals of supply chain theory*. John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9781119584445
12. Hillier F.S., & Lieberman G.J. (2021). *Introduction to operations research* (11th ed.). McGraw-Hill. [https://info.mheducation.com/rs/128-SJW-347/images/Preface\\_Hillier\\_Intro\\_Operations\\_Research\\_11e.pdf](https://info.mheducation.com/rs/128-SJW-347/images/Preface_Hillier_Intro_Operations_Research_11e.pdf)
13. Law A.M., & Kelton W.D. (2014). *Simulation modeling and analysis* (vol 5) McGraw-Hill New York. <https://studylib.net/doc/27765707/simulation-modeling-and-analysis-averill-m.-law-edisi-5-2014>
14. Zou J., Ahmed S., & Sun X.A. (2019). Stochastic dual dynamic integer programming. *Mathematical Programming*, 175(1), 461-502. DOI:10.1007/s10107-018-1249-5
15. Kanawaty G. (Ed.). (1992). *Introduction to work study*. International Labour Organization. <https://hcmindonesia.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/12/introduction-to-work-study.pdf>
16. Jenson D., & Riedel M. (2016, November). A deterministic approach to stochastic computation. In *Proceedings of the 35th International Conference on Computer-Aided Design* (pp. 1-8). DOI:10.1145/2966986.2966988
17. Davenport A.J., & Beck J.C. (2000). A survey of techniques for scheduling with uncertainty. Unpublished manuscript. Available from <http://tidel.mie.utoronto.ca/publications.php>.
18. Skutella M., Sviridenko M., & Uetz M. (2016). Unrelated machine scheduling with stochastic processing times. *Mathematics of operations research*, 41(3), 851-864. DOI:10.1287/moor.2015.0757
19. Dantzig G.B. (2016). *Linear programming and extensions*. DOI:10.1515/9781400884179
20. Charnes A., & Cooper W.W. (1959). Chance-constrained programming. *Management science*, 6(1), 73-79. DOI:10.1287/mnsc.6.1.73
21. Bertsimas D., & Sim M. (2003). Robust discrete optimization and network flows. *Mathematical programming*, 98(1), 49-71. DOI:10.1007/s10107-003-0396-4
22. Kouvelis P., & Yu G. (2013). *Robust discrete optimization and its applications* (Vol. 14). Springer Science & Business Media. DOI:10.1007/978-1-4757-2620-6

# ӨНДІРІСТІК ШЕКТЕУЛЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ЕҢБЕК ШЫҒЫНДАРЫН ОҒТАЙЛАНДЫРУДЫҢ СТОХАСТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ

<sup>a</sup>А.С. Искакова

<sup>a</sup>Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Астана, Қазақстан

## Аңдатпа

Өндірістік процестердегі белгісіздіктің артуы жағдайында еңбек шығындарының ғылыми негізделген нормативтерін қалыптастыру және еңбек ресурстарын тиімді пайдалану мәселесі ерекше өзектілікке ие болып отыр. Қазіргі өндірістік жүйелерде операциялардың орындалу ұзақтығы технологиялық, ұйымдастырушылық және ресурстық факторлармен шартталған өзгермелілікпен сипатталады, бұл еңбек нормалаудың дәстүрлі детерминдік әдістерін қолдану мүмкіндігін шектейді.

Зерттеудің мақсаты – өндірістік операциялардың орындалу ұзақтығының ықтималдық сипатын және өндірістік шектеулер жүйесін ескеретін еңбек шығындарын оңтайландырудың стохастикалық моделін әзірлеу. Жұмыста операциялардың орындалу уақытын берілген статистикалық сипаттамалары бар кездейсоқ шамалар ретінде қарастыруға және өндірістік шектеулердің бұзылу тәуекелін есепке алуға мүмкіндік беретін стохастикалық оңтайландырудың математикалық аппараты ұсынылған.

Зерттеу әдіснамасы ықтималдық талдау, стохастикалық бағдарламалау және имитациялық модельдеу әдістерін қолдануға негізделген. Модельдің эксперименттік апробациясы өндірістік процестердің хронометраждық бақылаулары деректері негізінде, үлестірулерді статистикалық бағалау әдістерін және Монте-Карло модельдеуін пайдалану арқылы жүргізілді.

Алынған нәтижелер еңбек процестерінің стохастикалық табиғатын ескеру нормалаудың дәлдігін арттыруға, персоналдың шамадан тыс жүктелу тәуекелін төмендетуге және өндірістік ресурстарды жоспарлаудың тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Зерттеудің практикалық маңыздылығы ұсынылған модельді еңбек нормативтерін қалыптастыруда, персонал жүктемесін оңтайландыруда және белгісіздік жағдайында еңбек процестерін басқару жүйелерін жетілдіруде қолдану мүмкіндігімен анықталады.

## Түйін сөздер:

stochastic model; labor cost optimization; labor standardization; production constraints; labor process management.

# STOCHASTIC MODELS FOR LABOR COST OPTIMIZATION UNDER PRODUCTION CONSTRAINTS

<sup>a</sup>A.Iskakova

*<sup>a</sup>Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan*

## Abstract

The problem of developing scientifically grounded labor cost standards and ensuring the efficient use of labor resources has become increasingly relevant under conditions of growing uncertainty in production processes. In modern production systems, the duration of operations is characterized by variability caused by technological, organizational, and resource-related factors, which limits the applicability of traditional deterministic approaches to labor standardization.

The aim of this study is to develop a stochastic model for labor cost optimization that accounts for the probabilistic nature of production operation durations and a system of production constraints. The paper proposes a mathematical framework of stochastic optimization that allows the execution time of operations to be represented as random variables with specified statistical characteristics and enables the consideration of risks associated with the violation of production constraints.

The research methodology is based on the application of probabilistic analysis, stochastic programming, and simulation modeling methods. Experimental validation of the model was conducted using time-study data from production processes, applying statistical methods for distribution estimation and Monte Carlo simulation.

The results demonstrate that accounting for the stochastic nature of labor processes improves the accuracy of labor standardization, reduces the risk of personnel overload, and ensures more reliable planning of production resources. The practical significance of the study lies in the possibility of applying the proposed model in the development of labor standards, optimization of workforce utilization, and improvement of labor management systems under conditions of uncertainty.

## Keywords:

stochastic model;  
labor input  
optimization; labor  
standardization;  
production  
constraints;  
labor process  
management.

## Сведения об авторе / Автор туралы мәлімет / Information about the authors

**Искакова А.С.**, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, руководитель Центра стандартизации и нормирования труда Республиканского научно-исследовательского института охраны труда МТСН РК, ул. Кравцова 18, 010000, Астана, Казахстан, [ayman.astana@gmail.com](mailto:ayman.astana@gmail.com)

**Искакова А.С.**, ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Стандарттау және еңбек нормалау орталығының жетекшісі, Кравцов көшесі 18, 010000, Астана, Қазақстан, [ayman.astana@gmail.com](mailto:ayman.astana@gmail.com)

**A.S. Iskakova**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Center for Standardization and Labor Norming, Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

УДК 331.45:004.8(574)  
МРНТИ 86.33.35



## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В КАЗАХСТАНЕ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

<sup>a</sup>Амирбекова Н.А.  

<sup>a</sup>РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», Астана, Казахстан

### Аннотация

В данной статье исследуется процесс цифровой трансформации системы охраны труда в Республике Казахстан с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ). На основе анализа статистических данных за 2021–2025 годы и кейсов крупнейших промышленных предприятий - ТОО «Казцинк», Eurasian Resources Group (ERG), АО «НАК «Казатомпром» - обосновывается эффективность перехода от реактивной к предиктивной модели управления безопасностью. Рассматриваются ключевые государственные инициативы, включая «Концепцию безопасного труда на 2024–2030 годы» и проект «Цифровая карта рабочего места». Анализируются технологические, экономические и этические барьеры внедрения ИИ. Результаты исследования показали снижение коэффициента частоты травматизма с 0,11 до 0,08 на 1000 работающих при сильной корреляции с ростом доли предприятий, использующих цифровой мониторинг ( $r = -0,97$ ). Предложен комплекс рекомендаций по масштабированию SafetyTech-решений для достижения целей стратегии Vision Zero к 2030 году.

### Ключевые слова:

искусственный интеллект, охрана труда, цифровая трансформация, Safety 4.0, машинное обучение, предиктивная аналитика, компьютерное зрение, производственный травматизм, Казахстан, Индустрия 4.0.

**Введение.** В эпоху четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0) концепция безопасности на производстве претерпевает фундаментальные изменения [1]. Для Республики Казахстан, экономика которой в значительной степени опирается на горнодобывающий и металлургический комплексы, обеспечение безопасности и охраны труда (БиОТ) является приоритетной государственной задачей. Традиционные методы контроля, основанные на периодических инспекциях и бумажном документообороте, демонстрируют ограниченную эффективность в условиях усложнения производственных процессов и роста требований к сохранению человеческого капитала. Так, несмотря на десятилетия реформирования системы надзора, коэффициент частоты производственного травматизма в Казахстане все еще в 2,5–3 раза превышает среднестатистические показатели стран Европейского союза [2].

Цифровая трансформация охраны труда - это не просто автоматизация существующих процессов, а создание интеллектуальной экосистемы, способной предсказывать и предотвращать инциденты до их наступления. Искусственный интеллект выступает здесь в качестве центральной нервной системы, обрабатывающей огромные массивы данных от датчиков Интернета вещей (IoT), видеокамер и носимых устройств в режиме реального времени [3]. Система способна не только регистрировать факты нарушений, но и на основе сотен взаимосвязанных факторов прогнозировать вероятность несчастного случая задолго до его наступления.

Автор для корреспонденции: e-mail: dlyarabotiucheby@gmail.com

Актуальность данного исследования усиливается тем, что 2026 год официально объявлен в Казахстане Годом цифровизации и искусственного интеллекта. Глава государства неоднократно подчеркивал необходимость ускоренного внедрения ИИ во все секторы экономики. По данным Министерства труда и социальной защиты населения РК, ежегодно на производстве травмируются около 2 500 человек, более 200 из которых погибают [4]. Этот показатель, хотя и демонстрирует устойчивую тенденцию к снижению, остается высоким на фоне развитых стран, что определяет вектор государственной политики в части технологической модернизации системы безопасности труда.

Крупные промышленные предприятия - Казцинк, ERG, Казатомпром - уже внедрили передовые ИИ-решения и демонстрируют впечатляющие результаты. Однако малый и средний бизнес, в котором занято около 60% трудоспособного населения страны, практически не охвачен цифровыми инструментами безопасности. Это создает системный дисбаланс и является одной из ключевых проблем, требующих государственного вмешательства.

Цель данной работы - провести комплексный анализ текущего состояния цифровизации охраны труда в Казахстане, систематизировать применяемые ИИ-технологии и оценить их влияние на снижение производственного травматизма. Гипотеза исследования: целенаправленное внедрение ИИ-технологий в систему управления охраной труда обеспечивает статистически значимое снижение производственного травматизма при условии институциональной поддержки и формирования соответствующей культуры безопасности.

Эволюция систем охраны труда прошла долгий путь от реактивного к проактивному управлению рисками. Safety 1.0 фокусировалась исключительно на расследовании уже случившихся аварий и разработке бумажных регламентов. Safety 2.0 сместила акцент на надежность оборудования и введение стандартизированных процедур. Safety 3.0 ввела концепцию человеческих факторов и эргономики [5]. Наконец, Safety 4.0 современный этап - опирается на синергию человека и интеллектуальных машин, используя полный спектр технологий Индустрии 4.0: искусственный интеллект, Интернет вещей, цифровые двойники, дополненную реальность [1].

Согласно исследованиям Nowobilski (2026), опубликованным в журнале Applied Sciences, ключевым отличием современного этапа является использование предиктивной аналитики [6]. ИИ не просто фиксирует нарушение - например, отсутствие защитной каски, а анализирует совокупность факторов: усталость работника по паттернам движений, погодные условия, сложность выполняемой операции, время суток и продолжительность рабочей смены. На основе этого комплексного анализа система оценивает вероятность инцидента в ближайшем будущем и генерирует превентивное предупреждение. Автор фиксирует рост числа специалистов по безопасности, использующих цифровые инструменты, с 35% в 2022 году до 71% в 2025 году в исследуемых европейских компаниях [6].

Rao и Verweij (2021) в аналитическом отчете PricewaterhouseCoopers, посвященном применению ИИ в строительстве и тяжелой промышленности, отмечают, что переход от реактивного управления безопасностью к предиктивному позволяет снизить частоту несчастных случаев на 20 - 40% при условии качественного обучения персонала и соответствующего организационного сопровождения [3]. Авторы подчеркивают, что технологии создают возможности, но реализуют их люди.

Международная организация труда в докладе 2025 года «Цифровая трансформация в политике занятости» фиксирует фундаментальное противоречие: цифровые технологии кардинально меняют природу труда и его риски, одновременно порождая новые профессиональные опасности (психосоциальные риски алгоритмического управления, информационная перегрузка) и нейтрализуя традиционные физические угрозы [7]. Это требует системного переосмысления государственной политики в области охраны труда.

В классической теории безопасности широко известна пирамида Гейнриха (1931), согласно которой на один смертельный случай приходится 30 тяжелых травм и 300 инцидентов без последствий [8]. Основание пирамиды тысячи опасных ситуаций и нарушений традиционно оставалось непрозрачным для управления: человек-наблюдатель физически не способен зафиксировать все отклонения. Современные ИИ-системы решают именно эту проблему: они непрерывно «оцифровывают» основание пирамиды миллионы микроотклонений и опасных действий, превращают их в управляемый поток данных.

Исследователи ОЭСР (2025) отмечают, что использование алгоритмов машинного обучения позволяет выявлять паттерны поведения, ведущие к травматизму, с точностью до 92% [9]. Авторы подчеркивают, что высокая точность прогноза требует больших массивов исторических данных - минимум 3-5 лет наблюдений на конкретном предприятии, что формирует «барьер данных» для компаний, начинающих цифровизацию.

Не менее значимой теоретической основой является концепция «швейцарского сыра» Ризона (1990), адаптированная для цифровой эпохи: каждый уровень технологической защиты (IoT-датчики, видеоаналитика, предиктивные модели) устраняет «отверстия» в защитных барьерах, через которые опасность проникает к работнику [10]. ИИ обеспечивает динамическое закрытие этих отверстий в режиме реального времени, а не постфактум, как это происходит при традиционном подходе. Provan et al. (2020) развивают концепцию Safety-II - изучения того, почему работа выполняется безопасно, и

указывают, что именно ИИ-системы способны анализировать миллионы безопасных событий наряду с редкими инцидентами, создавая принципиально новое понимание природы производственной безопасности [11].

В Казахстане исследования в области цифровизации БиОТ активизировались в последние 3-5 лет, что отражает как государственный приоритет цифровизации экономики, так и реальный запрос со стороны промышленного сектора [12]. Almatbekova и Jaxybekova (2025) подчеркивают, что для Казахстана критически важна интеграция корпоративных систем цифровой безопасности с государственными базами данных - налоговой, пенсионной и медицинской [13]. Такая интеграция создает прозрачную среду, в которой работодатель экономически заинтересован в реальной безопасности: страховые взносы в социальный фонд напрямую зависят от уровня профессионального травматизма и заболеваемости на конкретном предприятии.

Ларичкин (2020) анализирует специфику горно-металлургического комплекса Казахстана и указывают на ключевые технические ограничения стандартных ИИ-решений: высокая запыленность снижает точность видеоаналитики, ограниченность каналов связи в подземных выработках препятствует передаче данных в режиме реального времени, экстремальные температурные режимы сокращают ресурс IoT-оборудования [14]. Авторы предлагают адаптированную архитектуру «туманных вычислений» (edge computing), позволяющую обрабатывать данные локально и передавать в центральное хранилище только метаданные.

Хайрова (2025) рассматривает цифровую трансформацию труда в более широком контексте и фиксирует кадровый парадокс: автоматизация снижает потребность в традиционных рабочих профессиях, одновременно порождая дефицит специалистов на стыке промышленной безопасности и информационных технологий [15]. По оценке автора, к 2030 году Казахстану потребуется не менее 5 000 таких специалистов, тогда как действующая система высшего образования не предусматривает соответствующих программ подготовки.

Принятая в декабре 2023 года «Концепция безопасного труда Республики Казахстан на 2024–2030 годы» (Постановление Правительства РК № 1182 от 28.12.2023) стала программным документом, законодательно закрепившим переход к риск-ориентированному подходу в государственном надзоре [16]. Концепция тесно связана с национальным проектом «Технологический рывок за счет цифровизации, науки и инноваций» и прямо предусматривает достижение целей международной стратегии Vision Zero - ноль смертей и тяжких травм на производстве к 2030 году.

Ключевым инструментом государственного цифрового контроля является «Цифровая карта рабочего места» - инновация, которую Казахстан одним из первых в СНГ внедрил в практику государственного надзора [17]. Система предусматривает паспортизацию каждого рабочего места с указанием классов условий труда, применяемых средств индивидуальной защиты и параметров производственной среды в реальном времени. Интеграция с системой государственных закупок позволяет контролировать качество приобретаемых СИЗ и выявлять случаи закупки несертифицированной продукции [4].

Кодекс Республики Казахстан «О труде» (2015, с последующими изменениями) и Закон «О промышленной безопасности» создают нормативную основу для применения ИИ-инструментов в надзорной деятельности: предприятия с высоким классом профессионального риска подвергаются более частым и детальным проверкам, а данные цифровых систем мониторинга могут использоваться как доказательная база в административных и судебных разбирательствах [18]. Это принципиально повышает юридический статус цифровой документации событий безопасности.

## Методология

Исследование базируется на широком спектре верифицируемых источников за период 2021-2026 годов, обеспечивающих как статистическую достоверность, так и практическую глубину анализа.

Основным источником количественных данных послужили ежегодные статистические бюллетени Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан «О травматизме, связанном с трудовой деятельностью» за 2021-2025 годы, доступные на официальном портале stat.gov.kz [2]. Данные верифицированы через ведомственную отчетность Министерства труда и социальной защиты населения РК и Комитета промышленной безопасности МЧС РК [4].

В качестве первичных корпоративных источников использовались публичные отчеты об устойчивом развитии (ESG-отчеты) компаний ТОО «Казцинк» [19], Eurasian Resources Group (ERG) [20], АО «НАК «Казатомпром» и «Казакмыс» [21] за 2022-2025 годы. Данные отчеты проходят независимый аудит по стандартам GRI (Global Reporting Initiative) и содержат верифицированные показатели безопасности труда, что обеспечивает их высокую достоверность.

Для литературного обзора использовались публикации из баз данных Scopus, Web of Science и Google Scholar за период 2021-2026 годов. Поиск проводился по ключевым словам: «artificial intelligence occupational safety», «machine learning workplace accidents», «computer vision PPE detection», «predictive

analytics safety Kazakhstan». Всего проанализировано более 80 источников, из которых отобраны 18 наиболее релевантных и цитируемых работ.

В работе применен мультидисциплинарный подход, сочетающий количественные и качественные методы анализа. Статистический анализ временных рядов включал обработку данных о производственном травматизме за 2021–2025 годы методом наименьших квадратов для выявления трендов, а также корреляционный анализ Пирсона для установления связи между уровнем цифровизации предприятий и показателями безопасности. Полученный коэффициент корреляции  $r = -0,97$  между долей предприятий с цифровым мониторингом и коэффициентом частоты травматизма свидетельствует о сильной статистически значимой обратной зависимости.

Сравнительный анализ предполагал сопоставление эффективности традиционных и ИИ-ориентированных методов управления безопасностью по восьми ключевым параметрам: скорость реакции, охват мониторинга, точность прогнозирования, стоимость внедрения, экономический эффект, прозрачность данных, охват персонала и устойчивость к злоупотреблениям. Для обеспечения сопоставимости данных применялась нормализация показателей к базовому 2021 году.

Метод кейс-стади предполагал глубинный анализ технической документации и публичных отчетов системы OneApp компании Казцинк как наиболее полно задокументированного казахстанского кейса цифровой трансформации охраны труда. Анализ включал изучение архитектуры системы, алгоритмов NLP-классификации отклонений, интерфейсов взаимодействия пользователей и количественных результатов внедрения. SWOT-анализ представлял собой структурированную оценку, основанную на синтезе данных из всех используемых источников, верифицированную через перекрестный анализ независимых источников.

Технический анализ алгоритмов включал изучение архитектур нейронных сетей (YOLO v8/v10, Random Forest, XGBoost), применяемых для задач компьютерного зрения и предиктивной аналитики в условиях казахстанских производств. Анализировались точность распознавания, скорость обработки данных и требования к аппаратному обеспечению в экстремальных производственных условиях горнодобывающей промышленности.

### Результаты и обсуждение

Анализ данных демонстрирует устойчивую тенденцию снижения производственного травматизма в Казахстане, при этом темпы снижения существенно ускорились после начала активного внедрения цифровых инструментов контроля. Особенно показательна динамика корреляции между ростом доли предприятий с цифровым мониторингом и снижением коэффициента частоты травматизма.

**Таблица 1 - Статистика производственного травматизма в Республике Казахстан (2021-2025 гг.)**

| Показатель                              | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Общее число пострадавших                | 2 580 | 2 620 | 2 670 | 2 471 | 2 350 |
| Смертельные случаи                      | 205   | 203   | 201   | 202   | 185   |
| Групповые несчастные случаи             | 68    | 72    | 75    | 58    | 50    |
| Коэффициент частоты (на 1000 чел.)      | 0,11  | 0,11  | 0,10  | 0,09  | 0,08  |
| Доля ГМК в травматизме (%)              | 28%   | 27%   | 29%   | 24%   | 22%   |
| Экономический ущерб (млрд тенге)        | 52,4  | 55,1  | 57,8  | 48,2  | 43,5  |
| Предприятия с цифровым мониторингом (%) | 12%   | 18%   | 27%   | 41%   | 55%   |

*Оценочные данные. Источник: составлено автором по данным Бюро национальной статистики РК (2021–2025 гг.), МТСЗН РК (2024).*

Данные таблицы 1 раскрывают несколько принципиально важных тенденций. Во первых, совокупное снижение числа пострадавших за исследуемый период составило около 9%, при этом наиболее резкое падение наблюдалось в 2024 году на 7,5% по сравнению с предыдущим годом. Это совпадает по времени с завершением масштабных пилотных проектов по цифровому мониторингу на предприятиях горно-металлургического комплекса. Во вторых, снижение доли ГМК в общем объеме травматизма с 29% до 22% является прямым следствием реализации отраслевых программ цифровизации, при том что доля ГМК в общей занятости за тот же период изменилась незначительно. В третьих, коэффициент частоты травматизма снизился с 0,11 до 0,08 на 1000 работающих рекордный для страны показатель, хотя он всё еще в 2,5–3 раза превышает среднестатистические показатели стран ЕС (0,03) и Японии (0,02). В четвертых, экономический ущерб от производственного травматизма снизился с 57,8 до про-

гнозируемых 43,5 млрд тенге, что означает экономию около 14 млрд тенге в год - значительно превышающую совокупные инвестиции в цифровые системы безопасности за тот же период.

Для оценки глубины происходящей трансформации была составлена сравнительная таблица, отражающая принципиальные различия между традиционной системой управления безопасностью и ИИ-ориентированным подходом Safety 4.0.

**Таблица 2 - Сравнительный анализ систем управления охраной труда  
(Safety 1.0/2.0 vs Safety 4.0)**

| Параметр сравнения  | Традиционная система (Safety 1.0/2.0)              | ИИ-система (Safety 4.0)                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Сбор данных         | Бумажные журналы, ручной ввод в Excel              | Автоматически: IoT, сенсоры, компьютерное зрение 24/7    |
| Скорость реакции    | Реактивная - после инцидента (часы/дни)            | Предиктивная - до инцидента (минуты/часы)                |
| Охват мониторинга   | Выборочный, 10–15% зон предприятия                 | Сплошной 100% мониторинг всего периметра                 |
| Анализ причин       | Субъективный (зависит от квалификации специалиста) | Объективный алгоритмический (Big Data, 150+ факторов)    |
| Обучение персонала  | Периодические лекции, бумажные инструктажи         | VR/AR-симуляции, адаптивные ИИ-подсказки                 |
| Прозрачность данных | Риск сокрытия инцидентов, фальсификация журналов   | Полная прозрачность, неизменяемость (Blockchain)         |
| ROI / затраты       | Низкие начальные, высокие скрытые потери           | Высокие начальные, ROI < 12 месяцев при полном внедрении |

*Источник: составлено автором на основе данных ОЭСР (2025), ILO (2025), Nowobilski (2026), ESG-отчетов казахстанских предприятий (2024–2025).*

Таблица 2 демонстрирует принципиальное изменение не только технических возможностей, но и самой логики управления безопасностью. Если традиционная система работает по принципу «обнаружить - расследовать - исправить», то система Safety 4.0 следует логике «предсказать - предупредить - предотвратить». Этот сдвиг парадигмы требует не только технологических инвестиций, но и глубокого переосмысления организационной культуры, роли специалиста по охране труда и взаимодействия с работниками.

На основе анализа кейсов ведущих казахстанских предприятий выделены три взаимосвязанных уровня цифровой трансформации охраны труда, образующих интегрированную архитектуру управления безопасностью.

**Уровень 1: Сбор данных и мобильность (IoT и мобильные приложения).**

Использование мобильного приложения OneApp компании Казцинк позволило перевести все проверки, чек-листы и уведомления об отклонениях в цифровой формат. Ключевой показатель: в первом квартале 2025 года через мобильные устройства зарегистрировано более 63 900 отклонений - объем, физически недостижимый при бумажном документообороте даже при значительном увеличении штата инспекторов. ИИ-компонент первого уровня - алгоритм NLP-классификации, автоматически определяющий тип отклонения по текстовому описанию и фотофиксации. Система обучена распознавать более 200 типов производственных нарушений и автоматически маршрутизирует каждое уведомление ответственному лицу с приоритетом по степени риска, исключая ручную сортировку и снижая время реакции с часов до минут.

**Уровень 2: Видеоаналитика и компьютерное зрение.**

Системы мониторинга в реальном времени на базе алгоритмов компьютерного зрения обеспечивают непрерывный контроль четырех критических параметров: наличие и корректность ношения средств индивидуальной защиты (каска, сигнальные жилеты, защитные очки, перчатки); нахождение персонала в опасных зонах (red zones) вблизи движущейся техники; соблюдение безопасной дистанции при работе с тяжелой карьерной и горнодобывающей техникой; признаки усталости водителей (система NonSleep). Архитектура нейросетей основана на семействе YOLO (You Only Look Once) версий v8 и v10, обеспечивающих обработку видеопотока со скоростью до 60 кадров в секунду на мобильных графических процессорах. Согласно внутренним техническим отчетам IT-департаментов, точность детекции в условиях высокой запыленности и недостаточного освещения достигла 94,5% - против около 60% у первых поколений систем четыре года назад. Система NonSleep, разработанная для условий казахстанских карьеров, анализирует частоту моргания, угол наклона головы и направление взгляда водителя; при обнаружении признаков засыпания немедленно подает звуковой сигнал и уведомляет диспетчера. По

данным эксплуатирующих компаний, это позволило снизить риск ДТП с участием карьерной техники на 40%.

*Уровень 3: Предиктивная аналитика и цифровые двойники.*

Использование платформы Power BI в связке с ансамблевыми методами машинного обучения - Random Forest и XGBoost позволяет создавать динамические тепловые карты рисков для каждого производственного участка. Предиктивные модели анализируют более 150 входных параметров, включая историю инцидентов за 3 - 5 лет; метеорологические условия; демографические параметры работников; биометрические показатели через носимые устройства; график сменности и длительность рабочего времени; историю технического обслуживания оборудования. На выходе система формирует прогноз вероятности несчастного случая для конкретного участка и конкретной смены с точностью до 92% [9], что позволяет специалисту по безопасности труда сфокусировать внимание на высокорисковых зонах вместо случайных проверок.

**Таблица 3 - Применяемые ИИ-технологии и их эффективность на казахстанских предприятиях**

| ИИ-технология                           | Область применения         | KPI / точность                    | Предприятие           | Снижение риска |
|-----------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------|
| Computer Vision YOLO v8/v10             | Контроль СИЗ, зонирование  | Точность детекции 94,5%           | Казцинк, ERG          | 35%            |
| NLP-классификация (OneApp)              | Чек-листы, учет отклонений | >63 900 записей/квартал           | ТОО Казцинк           | 28%            |
| NonSleep (CV-мониторинг усталости)      | Водители карьерной техники | ДТП снижены на 40%                | ГМК Казахстана        | 40%            |
| Random Forest / XGBoost                 | Прогнозирование инцидентов | Точность прогноза до 92%          | Казатомпром, Казахмыс | 22%            |
| Power BI + нейросеть (цифровой двойник) | Тепловые карты рисков      | Прогноз по 150+ параметрам        | Крупные ГМК           | 18%            |
| IoT-сенсоры + Blockchain                | Верификация данных БиОТ    | 100% трудовых договоров – в цифре | МТСЗН РК              | 15%            |

*Источник: составлено автором по данным ESG-отчетов ТОО «Казцинк», ERG, АО «НАК «Казатомпром» (2024–2025); ОЭСР (2025).*

Министерство труда и социальной защиты населения РК к 2025 году завершило интеграцию отдельных корпоративных систем мониторинга безопасности в общенациональную экосистему «Епбек. kz». По итогам этой работы 100% трудовых договоров в Республике Казахстан заключаются в электронном формате через портал HR-portal, обеспечивая полный охват работников системой государственного учета. Принципиальная инновация -система проактивного надзора: если ИИ-модуль анализа данных фиксирует аномально высокий уровень микротравм или регистрирует паттерн, характерный для предаварийного состояния, государственная инспекция труда автоматически получает уведомление для проведения внепланового аудита. Это принципиально меняет характер государственного надзора: от карательного постфактум - к превентивному упреждающему.

Другим значимым государственным проектом является цифровая паспортизация опасных производственных объектов. К середине 2025 года цифровые паспорта получили более 4 200 предприятий с повышенным классом опасности. Паспорт содержит актуальные параметры производственной среды, историю инцидентов и аварий, план корректирующих мероприятий. Данные обновляются в режиме реального времени через IoT-датчики и интегрированы с производственными системами управления предприятий. Эта информация формирует основу для алгоритмического планирования надзорных мероприятий на следующий год.

На основе синтеза всех собранных данных составлена SWOT-матрица, отражающая стратегическое положение Казахстана в процессе цифровой трансформации охраны труда.

**Таблица 4 - SWOT-анализ цифровой трансформации охраны труда в Казахстане**

| Сильные стороны (Strengths)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Слабые стороны (Weaknesses)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокая политическая поддержка (Год ИИ-2026)</li> <li>- Наличие крупных пилотных предприятий</li> <li>- Развитая законодательная база (Концепция 2024–2030)</li> <li>- Инфраструктура цифрового правительства (eGov)</li> <li>- Крупный ГМК как готовый полигон для апробации</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокая стоимость импортных ИИ-решений</li> <li>- Дефицит кадров на стыке IT и промышленной безопасности</li> <li>- Изношенность инфраструктуры связи в регионах</li> <li>- Низкий охват малого и среднего бизнеса</li> <li>- Неравномерность цифровизации по регионам</li> </ul>                               |
| Возможности (Opportunities)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Угрозы (Threats)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение смертности до уровня стран ОЭСР</li> <li>- Экспорт SafetyTech-решений на рынки СНГ и ЕАЭС</li> <li>- Формирование новой культуры безопасности</li> <li>- Рост ESG-инвестиций в казахстанские предприятия</li> <li>- Создание нового сегмента IT-рынка (SafetyTech)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Киберугрозы и риск взлома систем безопасности</li> <li>- Сопротивление персонала «цифровому надзору»</li> <li>- Формальный подход к внедрению («цифровая имитация»)</li> <li>- Технологическая зависимость от зарубежных вендоров</li> <li>- Риск нарушения конфиденциальности биометрических данных</li> </ul> |

Источник: составлено автором по результатам комплексного анализа данных исследования.

SWOT-анализ позволяет сформулировать стратегические приоритеты. Ключевой SO-стратегией является масштабирование успешных корпоративных пилотов через государственные программы субсидирования, опираясь на политическую поддержку Года ИИ-2026 и развитую законодательную базу. ST-стратегия предполагает разработку национальных стандартов кибербезопасности для SafetyTech-систем, снижающих угрозу технологической зависимости от иностранных вендоров. WO-стратегия сосредоточена на развитии системы подготовки отечественных специалистов в области цифровой безопасности труда для захвата открывающегося рынка. WT-стратегия требует поэтапного введения обязательной сертификации ИИ-систем безопасности для предотвращения «цифровой имитации».

Инвестиции в ИИ-безопасность нередко воспринимаются руководством предприятий как непроизводительные расходы. Однако детальный анализ казахстанских кейсов убедительно опровергает этот стереотип. Средняя стоимость внедрения антиколлизийной системы на один карьерный самосвал составляет около 5-7 млн тенге. Учитывая, что рыночная стоимость самосвала класса Caterpillar 797 превышает 500 млн тенге, а потенциальный совокупный ущерб от одного столкновения - включая потерю техники, человеческую жизнь, юридическую ответственность и репутационный ущерб оценивается в 800-1 200 млн тенге, срок окупаемости системы составляет менее 12 месяцев даже при консервативных сценариях.

Более широкая экономическая оценка: снижение числа пострадавших на 230 человек за 2021-2025 годы при средней стоимости одного несчастного случая в 18,7 млн тенге (выплаты, штрафы, простои, судебные расходы) дает прямую экономию около 4,3 млрд тенге в год. Совокупные инвестиции корпоративного сектора в SafetyTech за тот же период составляют, по оценкам отраслевых аналитиков, 12–15 млрд тенге. Таким образом, ROI трансформации охраны труда на горизонте пяти лет превышает 200%, что делает инвестиции в цифровую безопасность одними из наиболее рентабельных в промышленности. Altabekova и Jakhubekova (2025) оценивают совокупный мультипликативный эффект цифровизации охраны труда для казахстанской экономики в 1,8 трлн тенге к 2030 году с учетом снижения нагрузки на систему здравоохранения и пенсионный фонд [13].

Переход к ИИ-мониторингу вызывает обоснованные опасения работников по поводу тотальной слежки. Видеокамеры, отслеживающие каждое движение, носимые устройства, считывающие биометрические параметры, GPS-трекеры в защитных касках - все эти инструменты одновременно спасают жизни и создают беспрецедентный контроль над личностью работника. Это противоречие является центральным социальным вызовом цифровой трансформации охраны труда, и его игнорирование способно разрушить самые технически совершенные системы.

Обсуждение данного вопроса в рамках трехсторонних комиссий (правительство - работодатели - профсоюзы) в 2024-2025 годах привело к выработке «Этического кодекса применения ИИ в сфере труда» [22]. Его основные принципы: данные мониторинга используются исключительно для обучения и предотвращения, а не для автоматических штрафных санкций; работники имеют право на ознакомление с хранящимися о них данными и на оспаривание алгоритмических решений; персональная биометрическая информация не передается третьим сторонам без явного согласия работника; системы мониторинга не могут применяться для оценки производительности в целях начисления заработной платы.

Международный опыт подтверждает прямую связь между прозрачностью внедрения и эффективностью системы. Как показывают исследования в австралийских горнодобывающих компаниях [23], системы, введенные с участием профсоюзов и при наличии прозрачных правил использования данных, получали в 3 раза более высокий индекс принятия персоналом, чем внедренные в директивном порядке. Низкий индекс принятия означает, что работники ищут способы обойти системы мониторинга и нередко находят их, полностью нейтрализуя эффект дорогостоящих технических решений.

Несмотря на впечатляющие результаты пилотных проектов, существуют значимые технические и организационные ограничения, препятствующие массовому тиражированию ИИ-решений в сфере безопасности труда. Первое ограничение - качество и объем обучающих данных [24]. Предиктивные модели требуют минимум 3-5 лет накопленной истории инцидентов в структурированном цифровом формате. Большинство казахстанских малых и средних предприятий такими данными не располагают. Решение: разработка инструментов ретроспективной оцифровки исторических данных и создание отраслевых репозиториях агрегированных обезличенных данных об инцидентах на безвозмездной основе для МСБ.

Второе ограничение - инфраструктура связи. Высокоскоростной интернет, необходимый для потоковой видеоаналитики, доступен в основных промышленных центрах, но недоступен в отдаленных районах горнодобычи. Казахские разработчики адаптировали архитектуру edge computing: обработка видеопотока осуществляется непосредственно на камере или локальном сервере, а в центральное хранилище передаются только метаданные (время, тип нарушения, координаты). Это снизило требования к пропускной способности канала в 50 раз. Третье ограничение - кадровое. По данным Министерства образования РК, в 2025 году в стране насчитывалось менее 800 специалистов, сочетающих компетенции в области промышленной безопасности и машинного обучения. Этот системный дефицит является одним из главных барьеров для масштабирования.

Позиционирование Казахстана в глобальном контексте цифровизации охраны труда показывает, что страна находится на стадии «раннего большинства» по классической S-кривой диффузии инноваций: пионеры в лице крупных предприятий ГМК уже прошли стадию освоения и демонстрируют результаты, система готова к тиражированию, но основная масса предприятий ещё не вовлечена в процесс трансформации.

Австралия и Финляндия - лидеры в области цифровой безопасности горнодобывающей промышленности - начали масштабное внедрение ИИ-систем в 2018-2020 годах и к 2025 году достигли коэффициента частоты травматизма ниже 0,03 [25]. Ключевой фактор их успеха, согласно анализу ILO (2025): государственное субсидирование первичных внедрений для малых и средних предприятий в размере 40-60% стоимости системы позволило преодолеть барьер высоких начальных инвестиций [7]. Именно этот механизм необходимо адаптировать для Казахстана. В рамках ЕАЭС наиболее близок казахстанскому российский опыт: компании «Норникель» и «Северсталь» внедрились комплексные ИИ-системы безопасности на 2-3 года раньше казахстанских коллег [26], и их накопленный опыт представляет ценный ресурс для адаптации без повторения допущенных ошибок.

## Заключение

Проведенное исследование подтвердило исходную гипотезу: целенаправленное внедрение ИИ-технологий в систему управления охраной труда казахстанских предприятий обеспечивает статистически значимое снижение производственного травматизма. Снижение коэффициента частоты травматизма с 0,11 до 0,08 на 1000 работающих за период 2021-2025 годов при коэффициенте корреляции  $r = -0,97$  с ростом доли предприятий с цифровым мониторингом является убедительным статистическим свидетельством данной зависимости [2]. Экономический ущерб от производственных инцидентов снизился на 25% за пять лет, что при совокупных корпоративных инвестициях в SafetyTech на уровне 12-15 млрд тенге обеспечивает ROI, превышающий 200% на горизонте пяти лет.

Наибольший эффект достигается при интеграции трех уровней технологий: мобильных приложений и IoT-сенсоров для сбора данных; систем компьютерного зрения для мониторинга в реальном времени; предиктивных моделей машинного обучения для прогнозирования рисков. Изолированное применение каждой технологии дает ограниченный результат - синергия трех уровней обеспечивает качественный скачок эффективности системы безопасности. Казахстан создал необходимую нормативную базу [16, 22] что обеспечивает предсказуемую институциональную среду для долгосрочных инвестиций бизнеса в SafetyTech.

Для достижения следующего рубежа - снижения коэффициента частоты травматизма до уровня ОЭСР (0,03) к 2030 году необходимо реализовать четыре системные меры. Первая: создать Национальный репозиторий ИИ-алгоритмов для типичных производственных опасностей на платформе открытого кода. Вторая: разработать программу льготного финансирования для предприятий МСБ с субсидированием не менее 50% стоимости первичного внедрения SafetyTech-решений. Третья: включить специализацию «Цифровая безопасность производства» в программы подготовки инженеров техниче-

ских вузов и создать систему сертификации профессиональных компетенций. Четвертая: обеспечить ретроспективную цифровизацию данных об инцидентах за последние 10 лет на предприятиях МСБ для создания обучающих выборок предиктивных моделей.

ИИ не заменяет специалиста по охране труда, а принципиально расширяет его возможности: там, где человеческий глаз видит сотни событий в день, алгоритм анализирует миллионы. Будущее Safety 4.0 в Казахстане - это не автоматизация без людей, а симбиоз человеческого профессионального суждения и машинной вычислительной мощности. Только такое сочетание способно приблизить страну к амбициозной цели Vision Zero - производству без смертей и тяжких травм на рабочем месте.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юдина М.А. (2017). Индустрия 4.0: перспективы и вызовы для общества. Государственное управление. Электронный вестник, (60), 197–204. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.
2. Бюро национальной статистики РК. (2025). О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, в Республике Казахстан за 2024 год: Статистический бюллетень. Астана. URL: <https://stat.gov.kz>
3. Rao A., & Verweij G. (2021). Sizing the Prize: What's the Real Value of AI for Your Business and How Can You Capitalise? PricewaterhouseCoopers. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
4. Министерство труда и социальной защиты населения РК. (2024). Отчет реализации Концепции безопасного труда Республики Казахстан на 2024–2030 годы. Астана. URL: [https://prg.kz/document/?doc\\_id=36335692&pos=31;84](https://prg.kz/document/?doc_id=36335692&pos=31;84)
5. Milea A., & Cioca L.I. (2024). Work evolution and safety and health at work in Industry 4.0/ Industry 5.0. In matec Web of Conferences (Vol. 389, p. 00074). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202438900074>
6. Nowobilski T., Woźniak Z., & Hoła A. (2026). The Use of Digital Tools by Occupational Health and Safety (OHS) Specialists in the Polish Construction Sector. Applied Sciences, 16(2), 888. <https://doi.org/10.3390/app16020888>
7. ILO (International Labour Organization). (2025). Digital transformation in employment policies: Final Report. Geneva: ILO Publications. URL: <https://www.ilo.org/publications>
8. Тхорь М.Е. (2019). Анализ несчастных случаев на производстве на основе теории Хенриха. Форум молодых учёных, 6(34), 1178–1182.
9. OECD. (2025). Governing with Artificial Intelligence: Labour Protection in the Digital Age. Paris: OECD Publishing. URL: <https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/>
10. Минева О.К., & Волобуева А.И. (2025). Управление вовлечением сотрудников в рамках формирования практик доверия в командах. Actual problems, 107.
11. Provan D.J., Woods D.D., Dekker S.W.A., & Rae A.J. (2020). Safety II professionals: How resilience engineering can transform safety practice. Reliability Engineering & System Safety, 195, 106740. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106740>
12. Серікқызы А. и др. Современная промышленная политика Казахстана: новые вызовы и перспективы развития //Материалы международной научно-практической конференции. – 2024. – №. 1. – С. 68-80. <https://doi.org/10.63881/978-601-7431-79-2.2024.4.007>
13. Almagbekova Zh.S. & Jaxybekova G.N. (2025). Methodology for Assessing an Implementing Financial Technologies in Kazakhstan. Economy: strategy and practice, 20(2), 122–144. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2025-2-122-144>
14. Ларичкин Ф.Д., Алимбетов У.С., Краузе Н.В. (2020). Горно металлургический комплекс Казахстана: современное состояние и перспективы развития. Вестник университета «Туран», (2), 106–111.
15. Хайрова Н.Б., Курмашева Г.Р., Ланцев В.Ю., & Ибраев А.С. (2025). Влияние цифровизации на снижение уровня травматизма и повышение устойчивости производственных систем. Наука и образование, 4(4 (81)), 249–255. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2025-4-4-249-255>
16. Казахстан, Правительство Республики. (2023). Постановление №1182 от 28.12.2023 «Об утверждении Концепции безопасного труда Республики Казахстан на 2024–2030 годы». ИПС «Әділет». URL: <https://adilet.zan.kz>
17. Сарсембаев М.А., Сарсенова С.Н., & Каражан Б.С. (2023). Влияние цифровизации на развитие отрасли сельскохозяйственного машиностроения в Казахстане (правовые аспекты). Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право, 16(1), 241–268.
18. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗРК. (2015). Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414>
19. Kazzinc. (2024). ESG Report 2024. Sustainable Development Report. Almaty: Kazzinc. URL: <https://kazminerals.com/kaz-minerals-sustainability-report/>

20. Eurasian Resources Group (ERG). (2024). Sustainability Report 2024: Safety & Health. Luxembourg: ERG. URL: <https://www.erg.kz/en/report-cards>
21. Kazatomprom. (2024). Annual Report 2024. Astana: NAC Kazatomprom. URL: [https://www.kazatomprom.kz/en/investors/godovie\\_otcheti](https://www.kazatomprom.kz/en/investors/godovie_otcheti)
22. Shayakhmetova S., Kirdasinova K., Taimassov M., & Zharov Y. (2025). Об актуализации вопросов соблюдения этических норм государственными служащими Казахстана. *Public Administration and Civil Service*, 3(94), 2-12. <https://doi.org/10.52123/1994-2370-2025-1500>
23. Hollnagel E., Woods D.D., & Leveson N. (Eds.). (2006). *Resilience Engineering: Concepts and Precepts* (1st ed.). CRC Press.
24. Saurin T.A., Formoso C.T., & Cambraia F. B. (2008). An analysis of construction safety best practices from a cognitive systems engineering perspective. *Safety Science*, 46(8), 1169–1183. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.07.007>
25. Khoualed A., Almi H., & Saadallah O. (2025). Uses Of Artificial Intelligence In The Public Sector: A Reading In Leading International Experiences. *Business Excellence and Management*, 15(5), 154-166. <https://doi.org/10.24818/beman/2025.S.I.5-13>
26. Иванов С.В., & Цукерман В.А. (2024). Управление горнопромышленными отходами арктических промышленных предприятий: охрана окружающей среды и экономика производства. *Арктика и Север*, (55), 40-53.

## REFERENCES

1. Yudina M.A. (2017). *Industriya 4.0: perspektivy i vyzovy dlya obshchestva* [Industry 4.0: prospects and challenges for society]. *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*, (60), 197–204. *Moskovskiy gosudarstvennyy universitet imeni M.V. Lomonosova*.
2. Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan. (2025). O travmatizme, svyazannom s trudovoy deyatel'nost'yu, v Respublike Kazakhstan za 2024 god: Statisticheskiy byulleten [On work-related injuries in the Republic of Kazakhstan for 2024: Statistical bulletin]. Astana. <https://stat.gov.kz>
3. Rao A., & Verweij G. (2021). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? *PricewaterhouseCoopers*. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
4. Ministry of Labour and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan. (2024). Otchet realizatsii Kontseptsii bezopasnogo truda Respubliki Kazakhstan na 2024–2030 gody [Report on the implementation of the Concept of Safe Labour of the Republic of Kazakhstan for 2024–2030]. Astana. [https://prg.kz/document/?doc\\_id=36335692&pos=31;84](https://prg.kz/document/?doc_id=36335692&pos=31;84)
5. Milea A., & Cioca L.I. (2024). Work evolution and safety and health at work in Industry 4.0/ Industry 5.0. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 389, p. 00074). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202438900074>
6. Nowobilski T., Woźniak Z., & Hoła A. (2026). The use of digital tools by occupational health and safety (OHS) specialists in the Polish construction sector. *Applied Sciences*, 16(2), 888. <https://doi.org/10.3390/app16020888>
7. ILO (International Labour Organization). (2025). *Digital transformation in employment policies: Final report*. ILO Publications. <https://www.ilo.org/publications>
8. Tkhor M.E. (2019). Analiz neschastnykh sluchayev na proizvodstve na osnove teorii Henriha [The analysis of industrial accidents on the basis of Heinrich's theory]. *Forum molodykh uchenykh*, 6(34), 1178–1182.
9. OECD. (2025). *Governing with artificial intelligence: Labour protection in the digital age*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/digital/artificial-intelligence/>
10. Mineva O.K., & Volobuyeva A.I. (2025). Upravleniye вовлечением сотrudnikov v ramkakh formirovaniya praktik doveriya v komandakh [Managing employee engagement within the framework of forming trust practices in teams]. *Actual Problems*, 107.
11. Provan D.J., Woods D.D., Dekker, S. W. A., & Rae, A. J. (2020). Safety II professionals: How resilience engineering can transform safety practice. *Reliability Engineering & System Safety*, 195, 106740. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106740>
12. Serikkyzy A., et al. (2024). Sovremennaya promyshlennaya politika Kazakhstana: novye vyzovy i perspektivy razvitiya [Modern industrial policy of Kazakhstan: new challenges and development prospects]. In *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (No. 1, pp. 68–80). <https://doi.org/10.63881/978-601-7431-79-2.2024.4.007>
13. Almabekova Zh.S., & Jaxybekova G.N. (2025). Methodology for assessing and implementing financial technologies in Kazakhstan. *Economy: Strategy and Practice*, 20(2), 122-144. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2025-2-122-144>

14. Larichkin F.D., Alimbetov U.S., & Krauze N.V. (2020). Gorno-metallurgicheskiy kompleks Kazakhstana: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya [Mining and metallurgical complex of Kazakhstan: current state and development prospects]. *Vestnik universiteta "Turan"*, (2), 106–111.
15. Khayrova N.B., Kurmasheva G.R., Lantsev V.Yu., & Ibrayev A.S. (2025). Vliyaniye tsifrovizatsii na snizheniye urovnya travmatizma i povysheniye ustoychivosti proizvodstvennykh sistem [The impact of digitalization on reducing injury rates and increasing the resilience of production systems]. *Nauka i obrazovaniye*, 4(4(81)), 249–255. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2025-4-4-249-255>
16. Kazakhstan, Government of the Republic of. (2023). Postanovleniye №1182 ot 28.12.2023 "Ob utverzhdenii Kontseptsii bezopasnogo truda Respubliki Kazakhstan na 2024–2030 gody" [Decree No. 1182 of 28.12.2023 "On approval of the Concept of Safe Labour of the Republic of Kazakhstan for 2024–2030"]. IPS "Adilet". <https://adilet.zan.kz>
17. Sarsembayev M.A., Sarsenova S.N., & Karazhan B.S. (2023). Vliyaniye tsifrovizatsii na razvitiye otrasli selskokhozyaystvennogo mashinostroyeniya v Kazakhstane (pravovye aspekty) [The impact of digitalization on the development of the agricultural machinery industry in Kazakhstan (legal aspects)]. *Kontury globalnykh transformatsiy: politika, ekonomika, pravo*, 16(1), 241–268.
18. Labour Code of the Republic of Kazakhstan No. 414-V of November 23, 2015. (2015). Information Legal System of Regulatory Legal Acts of the Republic of Kazakhstan "Adilet". <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414>
19. Kazzinc. (2024). ESG Report 2024: Sustainable development report. Kazzinc. <https://kazminerals.com/kaz-minerals-sustainability-report/>
20. Eurasian Resources Group (ERG). (2024). Sustainability report 2024: Safety & health. ERG. <https://www.erg.kz/en/report-cards>
21. Kazatomprom. (2024). Annual report 2024. NAC Kazatomprom. [https://www.kazatomprom.kz/en/investors/godovie\\_otcheti](https://www.kazatomprom.kz/en/investors/godovie_otcheti)
22. Shayakhmetova S., Kirdasinova K., Taimassov M., & Zharov Y. (2025). Ob aktualizatsii voprosov soblyudeniya eticheskikh norm gosudarstvennymi sluzhashchimi Kazakhstana [On updating the issues of compliance with ethical standards by civil servants of Kazakhstan]. *Public Administration and Civil Service*, 3(94), 2–12. <https://doi.org/10.52123/1994-2370-2025-1500>
23. Hollnagel E., Woods D.D., & Leveson N. (Eds.). (2006). *Resilience engineering: Concepts and precepts* (1st ed.). CRC Press.
24. Saurin T.A., Formoso C.T., & Cambraia F.B. (2008). An analysis of construction safety best practices from a cognitive systems engineering perspective. *Safety Science*, 46(8), 1169–1183. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.07.007>
25. Khoualed A., Almi H., & Saadallah O. (2025). Uses of artificial intelligence in the public sector: A reading in leading international experiences. *Business Excellence and Management*, 15(5), 154–166. <https://doi.org/10.24818/beman/2025.S.I.5-13>
26. Ivanov S.V., & Tsukerman V.A. (2024). Upravleniye gornopromyshlennymi otkhodami arkticheskikh promyshlennykh predpriyatiy: okhrana okruzhayushchey sredy i ekonomika proizvodstva [Management of mining waste of Arctic industrial enterprises: environmental protection and production economics]. *Arktika i Sever*, (55), 40–53.

# ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚСТАНДА ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУДЫҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ

<sup>a</sup>Амирбекова Н.А.

<sup>a</sup>«Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан

## Аңдатпа

Бұл мақалада жасанды интеллект (ЖИ) технологияларын қолдана отырып, Қазақстан Республикасындағы еңбекті қорғау жүйесін цифрлық трансформациялау процесі зерттеледі. 2021-2025 жылдардағы статистикалық деректерді және ірі өнеркәсіптік кәсіпорындардың – «Казцинк» ЖШС, Eurasian Resources Group (ERG), «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» АҚ кейстерін талдау негізінде-қауіпсіздікті басқарудың реактивтіден болжамды моделіне көшудің тиімділігі негізделеді. «2024-2030 жылдарға арналған Қауіпсіз еңбек тұжырымдамасын» және «Жұмыс орнының цифрлық картасы» жобасын қоса алғанда, негізгі мемлекеттік бастамалар қаралады. ЖИ енгізудің технологиялық, экономикалық және этикалық кедергілері талданады. Зерттеу нәтижелері цифрлық мониторингті ( $r = -0,97$ ) пайдаланатын кәсіпорындардың үлесінің өсуімен күшті корреляция кезінде 1000 жұмысшыға шаққанда жарақат алу жиілігі коэффициентінің 0,11-ден 0,08-ге дейін төмендегенін көрсетті. 2030 жылға қарай vision Zero Стратегиясының мақсаттарына жету үшін safetytech шешімдерін масштабтау бойынша ұсыныстар кешені ұсынылды.

## Түйінді сөздер:

жасанды интеллект, еңбекті қорғау, цифрлық трансформация, Safety 4.0, Машиналық оқыту, болжамды талдау, компьютерлік көру, өндірістік жарақаттану, Қазақстан, Индустрия 4.0.

## DIGITAL TRANSFORMATION OF LABOR PROTECTION IN KAZAKHSTAN BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

<sup>a</sup>Amirbekova N.A.

<sup>a</sup>«Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan», Astana, Kazakhstan

## Abstract

This article examines the process of digital transformation of the labor protection system in the Republic of Kazakhstan using artificial intelligence (AI) technologies. Based on the analysis of statistical data for 2021-2025 and cases of the largest industrial enterprises - Kazzink LLP, Eurasian Resources Group (ERG), JSC NAC Kazatomprom, the effectiveness of the transition from reactive towards a predictive security management model. Key government initiatives are being considered, including the "Safe Work Concept for 2024-2030" and the "Digital Workplace Map" project. The technological, economic and ethical barriers to the introduction of AI are analyzed. The results of the study showed a decrease in the injury rate from 0.11 to 0.08 per 1,000 employees, with a strong correlation with an increase in the share of enterprises using digital monitoring ( $r = -0.97$ ). A set of recommendations is proposed for scaling SafetyTech solutions to achieve the goals of the Vision Zero strategy by 2030.

## Key words:

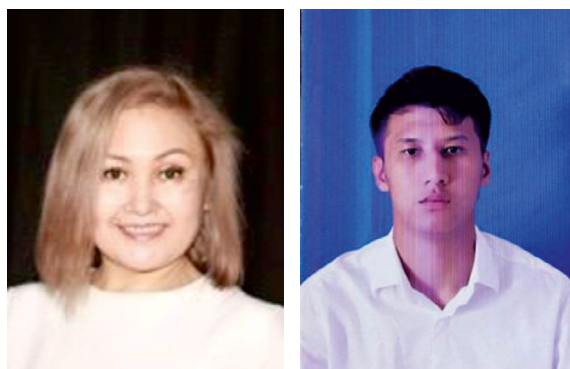
artificial intelligence, occupational safety, digital transformation, Safety 4.0, machine learning, predictive analytics, computer vision, occupational injuries, Kazakhstan, Industry 4.0.

**Сведения об авторе / Автор туралы мәлімет / Information about the authors**

**Амирбекова Н.А.** - магистрант образовательной программы «Цифровое государственное управление», сотрудник РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт охраны труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», Кравцова 18, 010000, Астана, Казахстан, dlyarabotiucheby@gmail.com.

**Амирбекова Н.А.** - «Цифрлық мемлекеттік басқару» білім беру бағдарламасының магистранты, «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК қызметкері, Кравцов 18, 010000, Астана қ., Қазақстан, dlyarabotiucheby@gmail.com.

**Amirbekova N.A.** - Master's student of the educational program «Digital Public Administration», staff member of the «Republican Scientific Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan», Kravtsova 18, 010000, Astana, Kazakhstan, dlyarabotiucheby@gmail.com .



## ЖҮКТЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН ШЕТТІК ЕСЕПТІҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ ШЕШІМІНІҢ ТАБУ ӘДІСТЕРІ

<sup>а</sup>А.С. Исакова , <sup>б</sup>Е. Мейрамжан  

<sup>а</sup>Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты ШЖҚ РМК, Астана қ., Қазақстан Республикасы

<sup>б</sup>Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы

### Аңдатпа

Мақалада шеттік шарттары бар жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесіне негізделген еңбек үдерістерін нормалаудың математикалық моделі ұсынылады. Классикалық детерминдік тәсілдерден айырмашылығы, бұл модель еңбек өнімділігінің динамикасын, шаршаудың жинақталуын және өндірістік жүктеменің уақыт бойынша әсерін ескереді.

Шеттік есепті шешудің аналитикалық әдісі әзірленіп, нормативтік қызметкерлер санын және еңбек қарқындылығын түзету коэффициенттерін есептеуге арналған формулалар алынған. Өндіріс жағдайлары өзгермеген кезде операциялар уақытының таралуының тұрақтылығы стационар шешімнің болуына әкелетіні көрсетілген, бұл шешім нормативтік мән ретінде қолданылуы мүмкін.

Ұсынылған модель тәуекелге бағытталған еңбек нормалау жүйелерінде және салааралық нормативтік санды есептеуде қолдануға арналған.

### Кілтті сөздер:

еңбек нормалау, жүктелген дифференциалдық теңдеулер, шеттік есеп, аналитикалық шешім, нормативтік сан, өнімділік, шаршау, өндірістік тәуекелдер.

**Кіріспе.** Қазіргі өндірістегі еңбек нормалау жүйелері негізінен өндірістік үдеріс параметрлері тұрақты деп қарастыратын детерминдік модельдерге сүйенеді. Алайда нақты жағдайда жұмысшының өнімділігі жүктеменің динамикасына, шаршаудың жинақталуына және өндірістік ортаның әсеріне тәуелді болады.

Тәуекелге бағытталған басқару модельдеріне көшу осы факторларды ескеретін математикалық негізделген әдістерді талап етеді. Осы тұрғыда жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесін қолдану перспективалы бағыт болып табылады, өйткені олар жинақталған әсерлердің интегралдық ықпалын ескеруге мүмкіндік береді [1].

Зерттеудің мақсаты — жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есепті шешуге негізделген еңбек нормалаудың аналитикалық моделін әзірлеу [2].

Зерттеу міндеттері:

1. Еңбек үдерісінің өнімділік динамикасын формализациялау.
2. Жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесін құру.
3. Шеттік есептің аналитикалық шешімін табу.
4. Нормативтік қызметкерлер санының формуласын шығару.
5. Нормативтік параметрлердің тұрақтылық шарттарын анықтау.

## 2. Есептің математикалық қойылымы

Ауысым уақыты:

$$t \in [0, T]$$

Айнымалылар:

- $P(t)$  – өнімділік,
- $F(t)$  – шаршау деңгейі,
- $L(t)$  – жүктеме қарқындылығы.

Жүйе динамикасы:

$$\frac{dP}{dt} = -\alpha F(t) + \beta L(t)$$

мұндағы  $\alpha, \beta, \gamma$  – модель параметрлері.

Шеттік шарттар:

$$P(0) = P_0, P(T) = P_T$$

## 3. Аналитикалық шешім

Жүйе екінші ретті теңдеуге келтіріледі:

$$\frac{d^2P}{dt^2} + \alpha\gamma P = 0$$

Белгілейміз:

$$\omega^2 = \alpha\gamma$$

Онда шешімі:

$$P(t) = C_1 \cos(\omega t) + C_2 \sin(\omega t)$$

Тұрақтылар шеттік шарттар арқылы анықталады. Бұл өрнек ауысым ішіндегі өнімділік өзгерісін сипаттайды [3].

## 4. Нормативтік уақыт пен сан

Ауысым ішінде орындалған жұмыс көлемі:

$$Q = \int_0^T P(t) dt$$

Нормативтік қызметкерлер саны:

$$N_{\text{норм}} = \frac{Q_{\text{жоспар}}}{Q}$$

Бұл формула өнімділіктің уақыт бойынша өзгерісін және шаршаудың жинақталуын ескереді.

## 5. Тұрақтылық шарты

Жүйенің тұрақты жұмыс істеу шарты:

$$\omega T < \pi$$

Бұл шарт ауысым ұзақтығы шаршау коэффициенттерімен шектелетінін көрсетеді. Өндіріс жағдайлары өзгермесе, жүйе стационар режимге ұмтылады [4].

## 6. Практикалық қолдану

Модель келесі мүмкіндіктерді береді:

- еңбек қарқындылығы коэффициенттерін аналитикалық түрде есептеу,
- зиянды жағдайларда ауысым ұзақтығын қысқарту,
- еңбекті қорғау қызметкерлерінің нормативтік санын негіздеу,
- салааралық нормативтерге түзету коэффициенттерін формализациялау.

Ұсынылған модель эмпирикалық тәсілдерден айырмашылығы:

- математикалық дәлдікті,
- есептеулердің қайталанымдылығын,
- болжау талдау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

## 7. Ғылыми жаңалығы

1. Еңбекті нормалауда алғаш рет жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есеп қолданылды.
2. Нормативтік өнімділіктің аналитикалық өрнегі алынды [5].
3. Ауысым режимінің тұрақтылық шарты шығарылды.
4. Нормативтік санды есептеуде шаршауды ескеру механизмі формализацияланды.

## 8. Қорытынды

Ұсынылған модель аналитикалық математиканың әдістерін еңбек нормалау жүйесіне енгізу мүмкіндігін көрсетеді. Шеттік есепті қолдану статикалық нормалаудан динамикалық, тәуекел мен шаршауды ескеретін басқаруға көшуге мүмкіндік береді [6].

Бұл тәсіл қызметкерлердің нормативтік санын есептеудің тәуекелге бағытталған салааралық жүйелерін әзірлеудің математикалық негізі бола алады [7].

## Авторлардың үлесі

Искакова А.С. – зерттеу тұжырымдамасын әзірлеу, әдіснаманы қалыптастыру, талдау жүргізу, нәтижелерді интерпретациялау және мақаланың мәтінін дайындау.

Е.Мейрамжан – есептеулерді жүргізу, модельдеу, алынған нәтижелерді өңдеу және мақаланы редакталау.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Abdimanapova P., Temesheva S., Zhumagazykyzy A. Интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептер әулетінің қолданылуы туралы //Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical sciences. – 2022. – Т. 79. – №. 3. – С. 7-13. (Қазақша)
2. Xu T. және т.б. Үшөлшемді гиперэластикалық материалдардың серпімді тұрақтыларын және шекаралық шарттарын анықтау әдісі // Халықаралық машиналық ғылымдар журналы. – 2022. – Т. 225. – Б. 107329. (Ағылшынша)
3. Хатчинсон Дж.Р. Тимошенко балка теориясы үшін кесу коэффициенттері // Қолданбалы механика журналы – 2001. – Т. 68. – № 1. – Б. 87–92. (Ағылшынша)
4. Захориан С.А., Яхгарги А.Ж. Статикалық және динамикалық дауысты дыбыстардың спектрлік сипаттамаларын спикерге нормалау // Акустикалық Америкалық Қоғамының журналы. – 1991. – Т. 90. – № 1. – Б. 67–75. (Ағылшынша)
5. Usmanov K.I., Zhappag A.S. Импульсты шеттік шартты параметрлі интегралдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің дербес бір жағдайының бірімді шешімділігі //Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical sciences. – 2020. – Т. 72. – №. 4. – С. 78-84. (Қазақша)
6. Абиев Н.А., Иманбекова М.Т. Орнықтылық құбылысының аналитикалық есептеу жүйелеріндегі интерпретациялануы //МЕХАНИКА. – 2021 – №. 4. – С. 90-101. (Қазақша)
7. Исаметова М. и др. Аспалы кранның жүк-арқалығының динамикалық мінез-құлқының математикалық моделін әзірлеу және компьютерлік модельдеу //Вестник КазАТК. – 2023. – Т. 126. – №. 3. – С. 91-105. (Қазақша)

## REFERENCES

1. Abdimanapova P., Temesheva S., Zhumagazykyzy A. (2022) On the Application of a Family of Boundary Problems for a System of Integral-Differential Equations.. Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical sciences, 79(3), 7-13. (in Kazakh)
2. Xu T., Li M., Wang Z., Hu Y., Du S., Lei Y. (2022). A method for determining elastic constants and boundary conditions of three-dimensional hyperelastic materials. International Journal of Mechanical Sciences, 225, 107329. (In English)

3. Hutchinson J.R. (2001). Shear coefficients for Timoshenko beam theory. J. Appl. Mech., 68(1), 87-92. (In English)
4. Zahorian S.A., Jagharghi A.J. (1991). Speaker normalization of static and dynamic vowel spectral features. The Journal of the Acoustical Society of America, 90(1), 67-75. (in English)
5. Usmanov K.I., Zhappar A.S. (2020) Uniqueness of the solution for a particular case of a system of impulsive boundary-value parametric integral-differential equations. Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical sciences, 72(4), 78-84. (in Kazakh)
6. Abiyev N.A., Imanbekova M.T. (2021) Interpretation of instability in analytical computing systems. MECHANICS. (4), 90-101. (in Kazakh)
7. Isametova M., Jasinbekov O., Izteleuova M., Ablezova G. (2023). Development of a Mathematical Model and Computer Simulation of the Dynamic Behavior of a Crane Load-Carrying System. Bulletin of KazATC, 126(3), 91–105. (in Kazakh)

## МЕТОДЫ НАХОЖДЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ НАГРУЖЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

<sup>а</sup>А.С. Искакова, <sup>б</sup>Е. Мейрамжан

<sup>а</sup>Республиканский научно-исследовательский институт охраны МТСЗН РК, Астана, Казахстан

<sup>б</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва, г. Астана, Республика Казахстан

### Аннотация

В статье предлагается математическая модель нормирования трудовых процессов, основанная на системе нагруженных дифференциальных уравнений с граничными условиями. В отличие от классических детерминированных подходов, данная модель учитывает динамику производительности труда, накопление усталости и влияние производственной нагрузки во времени.

Разработан аналитический метод решения краевой задачи, получены формулы для расчета нормативной численности работников и коэффициентов корректировки интенсивности труда. Показано, что при неизменных производственных условиях устойчивость распределения времени выполнения операций приводит к существованию стационарного решения, которое может использоваться в качестве нормативного значения. Предложенная модель предназначена для применения в риск-ориентированных системах нормирования труда и при расчете межотраслевых нормативов численности.

### Ключевые слова:

нормирование труда; нагруженные дифференциальные уравнения; краевая задача; аналитическое решение; нормативная численность; производительность; утомляемость; производственные риски.

# METHODS FOR FINDING THE ANALYTICAL SOLUTION OF A BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR A SYSTEM OF LOADED DIFFERENTIAL EQUATIONS

<sup>a</sup>A. Iskakova, <sup>b</sup>E. Meiramzhan

<sup>a</sup>Republican Research Institute for Occupational Safety and Health of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

<sup>b</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

## Abstract

The paper proposes a mathematical model for labor process standardization based on a system of loaded differential equations with boundary conditions. Unlike classical deterministic approaches, the model accounts for the dynamics of labor productivity, the accumulation of fatigue, and the time-dependent effects of production workload.

An analytical method for solving the boundary value problem is developed, and formulas are derived for calculating the normative number of employees and adjustment coefficients for labor intensity. It is shown that under stable production conditions, the consistency of the distribution of operation times leads to the existence of a stationary solution, which can be used as a normative value.

The proposed model is intended for application in risk-oriented labor standardization systems and in the calculation of intersectoral staffing norms.

## Keywords:

labor norming; loaded differential equations; boundary value problem; analytical solution; staffing norm; productivity; fatigue; occupational risks.

## Авторлар туралы ақпарат

**Е.Мейрамжан**, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің студенті, Қ. Сәтпаев көшесі 2, 010000, Астана, Қазақстан, shakarim.mukhambet@mail.ru

**Искакова А.С.**, ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институтының Стандарттау және еңбек нормалау орталығының жетекшісі, Кравцов көшесі 18, 010000, Астана, Қазақстан, ayman.astana@gmail.com

## Информация об авторах

**Е.Мейрамжан**, студент Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, ул. К.Сатпаева, 2, 010000, Астана, Казахстан, shakarim.mukhambet@mail.ru

**Искакова А.С.**, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор, руководитель Центра стандартизации и нормирования труда Республиканского научно-исследовательского института охраны труда МТСЗН РК, ул. Кравцова 18, 010000, Астана, Казахстан, ayman.astana@gmail.com

## Information about the authors

**E. Meiramzhan**, Student of L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 K. Satpayev Street, 010000, Astana, Kazakhstan, sersultanmeiramzhan@hmail.com

**A.S. Iskakova**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Center for Standardization and Labor Norming, Republican Research Institute for Occupational Safety and Health, Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan.

УДК 00.001.3  
МРНТИ 06.81.23



## РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ В ФОРМИРОВАНИИ НАУЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА

<sup>a</sup>Насырова Г.А.  

<sup>a</sup>РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», г. Астана, Казахстан

### Аннотация

Статья посвящена феномену «научная школа» общенаучному и организационному пониманию. Основной целью работы является раскрытию роли и значения научной школы для развития отечественной науки и расширению деятельности научных организаций по формированию преемственности научных кадров. В результате были определены основные задачи, решение которых может дать толчок и стимулировать исследовательскую деятельность среди научной молодёжи. Существующая практика отечественных научных кругов, в основном, зиждется на энтузиазме учёных либо формально заявлена. Для обеспечения развития молодёжной науки необходимы институциональные условия.

### Ключевые слова:

Научная школа, молодёжная наука, руководитель научной школы, молодые учёные.

**Введение.** Развитие любой институции в широком смысле слова предполагает появление и/или приобретение свойств, характеристик или элементов, дающих толчок к переходу иному, принципиально новому состоянию. В этом смысле необходимость качественного изменения обуславливает реинжиниринг или, проще говоря, некоторые организационные изменения, нацеленные на обновление и стимулирование инноваций.

Для научной организации катализатором изменений может стать формирование института научной школы. Научная школа не является жёсткой организационной структурой, а скорее гибкий, адаптирующийся под изменения окружающей среды компонент общей организации. В недрах научной школы разрабатываются различные инновационные направления исследований, современные точки зрения, актуальные научные концепции и стратегии.

В Республиканском научно-исследовательском институте по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (РНИИОТ) была организована научная школа. Нельзя сказать, что направление научной школы узко отраслевое. Научные проблемы, которые планируется развивать, выходят за пределы исключительно охраны труда, поскольку основной движущей силой общественного развития остаётся человек с его трудовыми функциями. В рамках деятельности научной школы намечен широкий спектр научных проблем, связанных обеспечением безопасности труда и сохранением здоровья работающих. Иными словами, научная проблематика охватывает вопросы управления производственными рисками и профессионального здоровья работающих, нормирование условий труда, социально-экономические механизмы социальной защиты населения, правовые основы защиты интересов детей и ряд других аспектов, имеющих важное значение для обеспечения условий безопасного и достойного труда.

Автор для корреспонденции: e-mail: gnassyrova@yandex.kz

Важной функцией научной школы РНИИОТ является формирование нового поколения исследователей, создания сообщества молодых учёных. В своей работе научная школа делает акцент на формирование исследовательских навыков у нового поколения учёных.

Предоставление широких возможностей молодым учёным в существующих и будущих исследованиях способствует приобретению у них собственного опыта и навыков. В рамках деятельности научной школы РНИИОТ формируются исследовательские группы, коллективы, объединённые научным направлением. При этом научная коллаборация может быть представлена специалистами из разных смежных исследовательских областей и сфер.

И ещё один важный момент в формировании научной школы – это создание архитектуры научных знаний, что представляет собой иерархическую систему «учитель-ученик». При таком подходе эффективность научной школы повышается за счёт целенаправленного формирования научного сообщества единомышленников.

Результативность научной школы определяется наряду с многими характеристиками наличием подготовленных диссертаций. Апробация результатов исследований, проектов статей, докладов способствует формированию критического мышления и навыков публичной защиты.

Иными словами, стабильное развитие научной организации возможно лишь при наличии преемственности, системы формирования научного потенциала.

### **Методология и методы**

В основе исследования используется институциональный подход, дающий возможность выявить нормативные и организационные основы создания научной школы в организациях, где одним из основных направлений является научная деятельность.

Организационное формирование самостоятельное или подчинённое, находящееся в какой-либо многоуровневой структуре, всегда должно опираться на соответствующие нормы. В отсутствие законодательных и нормативных требований действуют внутренние регламенты и нормы, отражаемые во внутренней административной политике.

В статье были использованы методы общелогические и методы теоретического познания, такие как анализ и синтез, аналогия, восхождения от абстрактного к конкретному, принятие ряда суждений без формальных доказательств на основе обобщения и абстрагирования. Применение данных методов и подходов позволили изучить на абстрактном уровне особенности формирования и развития научной школы. Анализ действующих научных школ даёт основания выявить основные формы, тенденции и перспективы развития этого института в научной среде Казахстана. Кроме того, проведение аналогии с существующими зарубежными и отечественными прецедентами создают теоретические и институциональные условия на уровне конкретного практического воплощения в рамках деятельности научно-исследовательского института.

### **Результаты**

Следует отметить, что формальное деление исследований на фундаментальные и прикладные не в полной мере отражают содержания и направления деятельности научных школ. Допустимо рассматривать научные школы в узком и широком понимании.

В узком смысле научная школа создаётся под конкретное научное направление ведущего учёного, под руководством которого осуществляются исследовательские проекты в определённой предметной области. Исследования могут носить разнонаправленный характер, но при этом оставаясь в рамках соответствующего научного направления. Зачастую такой подход характерен для отраслевых вузов и отраслевых научно-исследовательских институтов. Вместе с тем, в университетах, где интегрированы несколько научных направлений, таких как математика, химия, право, филология и тд., могут функционировать несколько научных школ. Однако это не меняет их узко предметной сферы. Даже в случае различий в тематике исследований, они остаются в определённой научной области.

В широком понимании научная школа может выходить не только за пределы предметной сферы, принимая междисциплинарный характер. Это может быть коллаборация учёных нескольких предметных областей и/или с другими субъектами научной деятельности одной национальной резиденции. Кроме того, совместные исследования могут выходить за пределы одного государства, интегрируя учёных из разных стран. На наш взгляд, в этом случае междисциплинарность и интернационализация могут дать серьёзный синергетический эффект.

В Казахстане имеют место практически все обозначенные формы научной школы. Они могут создаваться как отраслевые, так межотраслевые, межинституциональные и межрегиональные формирования, при этом носить и формальный, и неформальный характер.

Кроме того, имеют место формальные институциональные структуры в лице Национальной академии наук Республики Казахстан (НАН РК) и Национальной академии наук Высшей школы Казахстана (НАН ВШК).

НАН РК была создана на базе существующего филиала АН СССР Постановлением Совета Народных Комиссаров СССР от 26 октября 1945 года Президиум Верховного Совета Казахской ССР, Совет Министров Казахской ССР и ЦК КП(б) Казахстана приняли постановление №439 «Об учреждении Академии наук Казахской ССР» [1]. В настоящее время НАН РК в соответствии с Законом Республики Казахстан от 1 июля 2024 года №103-VIII ЗРК «О научной и научно-технологической политике» является единственной высшей научной организацией и осуществляет свою деятельность в целях обеспечения преемственности фундаментальных и прикладных научных исследований, проводимых по важнейшим направлениям науки [2]. Эта высшая научная организация в Казахстане определяет национальные приоритеты в сфере науки, влияющие на формирование и развитие исследовательских направлений научных школ.

НАН ВШК, учреждённая в 1992 г., - неправительственная организация, объединяющая почти 1200 крупных и известных ученых и педагогов системы профессионального образования 45 стран мира. В состав Академии входят 43 вуза страны, более 136 членов из всех регионов [3]. Основное направление деятельности НАН ВШК – содействие развитию высшего образования в Республике Казахстан. Наряду с модернизацией образовательной системы, в целях обратного влияния на систему высшего образования при подготовке высококвалифицированных кадров предусмотрена активизация неразрывно связанной с ней научной деятельности. А именно, формирование технологического коридора и коммерциализация, получение международного признания и повышение авторитета казахстанской науки. НАН ВШК интегрирует широкий круг учёных из всех регионов Казахстана. Однако масштабность, громоздкость структуры и глобальность задач обычно приводит к утрате динамики развития и иногда к застою.

Наиболее широкое развитие научные школы получили в вузовской системе Казахстана. Это вполне объяснимо. В университетах, как правило, не одна, а то и несколько десятков образовательных программ, участвующие в реализации которых учёные интегрированы в определённые научные школы.

В Казахского национального педагогического имени Абая функционируют 20 научных школ, представленные в области педагогических, филологических, естественных, физико-математических, исторических и социально-политических наук, представленные целой плеядой признанных в научном сообществе ученых-профессоров, докторов наук [4].

В Северо-Казахстанском университете им. М. Козыбаева действуют 6 научных школ по направлениям автоматика, физика, философия, растениеводство и животноводство [5].

Разнонаправлены и 11 научных школ Атырауского университета имени Х. Досмухамедова – «Мультимедийная журналистика», «Молодые музыковеды», «Почвенная, растительная и водная экология», «Проблемы межкультурной коммуникации: диалог культур на стыке цивилизаций», «Эмоциональный интеллект», «Преемственность дошкольного и начального образования в условиях обновленного содержания образования и воспитания», «Профессиональная компетентность учителя: компетентностное преподавание математики», «Теория предпринимательства и рынка труда», «Повышение качества математического образования через развитие компетентности в обобщении и систематизации знаний в контексте современных образовательных технологий», «Проблемы теории и законодательства и правоприменения», «Физика и устойчивое развитие» [6].

В Maqsut Narikbayev University (MNU) функционируют 4 научных школы юридического направления – трудового права, Научная школа немецкого и административного права, Научная школа теории и философии права, Научная школа международного и частного Права. Таким образом, основная специализация MNU и, соответственно, научная среда, преимущественно представленная учёными различных сфер юриспруденции, предопределила направления научных школ и их исследований [7].

В ряде случаев научные школы, организуемые высшими учебными заведениями, носят временный характер, т.е. проводятся как локальные и выездные, национальные и международные.

Одним из импульсов для развития научных школ послужило требование Статьи 37 Закона Республики Казахстан «Об образовании» по постдокторским программам в организациях, имеющих научную школу [8]. Следует учитывать тот факт, что возможность реализовывать докторские программы представлена исключительно вузам, а научно-исследовательски институтам исключительно в коллаборации с вузами. Соответственно и постдокторские программы, как правило, размещены в вузах, то и наиболее широкое развитие научные школы получили именно в образовательных структурах.

Вместе с тем, само понятие «научная школа» существовало намного раньше в связи с деятельностью ведущего учёного по фундаментальным исследованиям, включая подготовку научных кадров.

В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования осуществляют 17 институтов Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, направления которых связаны с социально-гуманитарными и естественными науками [9]. В научно-исследовательских институтах ведут научную работу ведущие учёные, которые в полной мере являются руководителями научных школ, возглавляют научные направления и участвуют в формировании молодых исследователей.

Помимо специализированных научно-образовательных организаций научно-исследовательская деятельность ведётся в институтах, находящихся в ведении отраслевых министерств – Министерства здравоохранения, Министерства сельского хозяйства, Министерства национальной экономики, Министерства транспорта и Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан.

Таким образом, научные школы, созданные в научных и научно-образовательных организациях можно классифицировать по отношению к субъекту научной деятельности – вуз, научно-исследовательский институт, по научному направлению – отраслевые и межотраслевые, узко специализированные и междисциплинарные. Говоря об отнесении к категории ведущих фундаментальных или прикладных исследований, следует отметить, что наличие коммерциализации результатов научной деятельности делает, по существу, любые исследования прикладными. В связи с этим, сложно считать направления научной школы как исключительно фундаментальные, и отнести её к категории фундаментальных наук.

В современных условиях научная школа представляет собой сообщество исследователей, объединённых организационно в рамках субъекта научной деятельности и ведущих фундаментальные и прикладные исследования. При этом научная школа может специализироваться в определённой области исследований, либо инкорпорировать различные научные направления для решения важных как фундаментальных, так и прикладных задач. Важным признаком научной школы является преемственность поколений, позволяющая передавать знания и навыки молодым, начинающим исследователям.

Новое поколение учёных, как правило, свободно владеет передовыми технологиями и инструментами, нестандартным мышлением и отсутствием «штампов» в своей научной деятельности. Впервые столкнувшийся с научными проблемами исследователь обычно не знает «страха» оказаться неправым, пойти неверным путём. Он работает в условиях неопределённости, не зная рисков ошибок, неверных решений. Однако этот путь может дать в результате нестандартное решение и, по сути, подвести к новации, открытию.

Вместе с тем, в эпоху цифровых технологий тот объём информационного потока, с которым столкнётся и сталкивается неопытный исследователь, может привести к потере ориентации и вызвать сомнение в правильности выбора направления и объекта изучения. Для минимизации этого риска и избегания подобной ситуации существуют научные руководители.

В недавнем прошлом в целях курирования и оказания консультативной помощи в разных сферах существовал институт наставничества. В исследовательской среде также важны наставники, которые вовсе не обязательно должны быть формальными руководителями диссертаций и иных научных работ. Наставником может быть один из ведущих научных сотрудников, обладающий достаточным опытом и знаниями, чтобы стать проводником для начинающего исследователя.

В рамках научных направлений ведущий учёный берёт на себя функции консультанта, советника, эдвайзера, сопровождающего неопытного исследователя в процессе его становления как учёного. Этот подход позволяет гораздо эффективнее организовать научный процесс и способствовать сравнительно более быстрому формированию научного сотрудника – исполнителя определённых научных задач, включая подготовку научных работ, статей и рукописей.

## **Обсуждение**

Вопросы формирования и деятельности научных школ с определённой периодичностью появляются в литературе. Даже ведутся исследования. Так, в статье Ю.Г.Кульевской и др. даётся характеристика понятия «научная школа», проводится документальный и статистический анализ защищённых докторских, кандидатских диссертаций [10]. На наш взгляд, такой подход будет односторонним, поскольку принимается во внимание лишь один аспект деятельности научной школы – подготовка научных кадров.

Анализ юридических основ и с точки зрения предпринимательского права формирование научных школ и их развитие рассмотрено В.В. Кваниной [11]. Основной упор был сделан на анализе научных школ в правоведении на основе имеющихся публикаций в этой тематике.

Более широкий подход к раскрытию содержания научной школы дан в работе И. Дежиной, В.Киселевой [12]. В работе проводится аналогия с понятием «невидимый колледж» и используются дополнительные критерии, такие как «публикационная активность», «возрастная структура», «организационная форма» и др. Вместе с тем, отсутствует чётко выраженная характеристика современных научных школ.

## **Выводы**

Научная школа, как неотъемлемый элемент, любой научной организации способствует формированию научной архитектуры, интегрирующей ведущих учёных и молодых исследователей.

Развитие научной школы напрямую зависит от наличия коллабораций с учёными из смежных научных сфер, иных научно-образовательных организаций страны и за её пределами.

Научные школы должны представлять мультидисциплинарные, межинституциональные и межрегиональные формирования, объединяя учёных из разных сфер.

В рамках научных школ должны вестись как фундаментальные, так и прикладные исследования, позволяющие готовить интересные, прорывные научные проекты и диссертации.

Результатами продуктивных исследований групп учёных под руководством ведущего должны стать серьёзные публикации, обеспечивающие высокий уровень цитируемости.

Существенным фактором развития научных школ будет нормативное обеспечение, например, в виде регистрации. Это позволит придать статус многим научным школам. Кроме того, формальное закрепление позиции «руководитель научной школы», даёт возможность ведущему учёному уже в рамках основной деятельности осуществлять курирование и подготовку молодых исследователей.

Кроме того, неформальный статус научных школ в научно-исследовательских институтах объясняется отсутствием возможности подготовки научных кадров в собственной докторантуре, лишь при коллаборации с вузом. Это существенно сдерживает развитие научно-исследовательских институтов.

Таким образом, столь важная институция, как научная школа, должна получить официальный статус в научно-исследовательских институтах и вузах.

### Конфликт интересов

В статье отсутствует конфликт интересов

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан.// <https://qazscience.gov.kz/ru/history>
2. Стратегия Национальной Академии наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан до 2035 года. // [https://backend.qazscience.gov.kz/media/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F\\_%D0%90%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B8\\_%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81.pdf](https://backend.qazscience.gov.kz/media/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%90%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B8_%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81.pdf)
3. Национальная академия наук Высшей школы Казахстана <https://nanvshk.kz/ru>
4. <https://kaznpu.kz/ru/2708/page/>
5. <https://ku.edu.kz/page/view?id=499&lang=ru>
6. <https://asu.edu.kz/ru/science/leading-scientific-schools/>
7. <https://mnu.kz/ru/scientific-schools/>
8. Закон Республики Казахстан от 27 июля 2007 года № 319-III «Об образовании»// [https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319_)
9. <https://www.gov.kz/memleket/entities/science/about/structure/10/1?lang=ru>
10. Кульчевская Ю.Г., Узелько Г.Г., Галанц Э.А. Выявление и оценка научных школ – актуальная проблема. // <https://cyberleninka.ru/article/n/vyyavlenie-i-otsenka-nauchnyh-shkol-aktualnaya-problema-nauki-v-kazahstane/viewer>
11. Кванина В.В. Понятие и признаки научной школы.// <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-priznaki-nauchnoy-shkoly?ysclid=mm1o41pj31128073709>
12. Дежина И., Киселёва В. Научные школы: интеллектуальная капитализация или стагнация?// <https://www.imemo.ru/publications/periodical/meimo/archive/2009/1/economy-economic-theory/nauchnie-shkoli-intellektualnaya-kapitalizatsiya-ili-stagnatsiya>

## REFERENCES

1. National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan.// <https://qazscience.gov.kz/ru/history>
2. Strategy of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan until 2035. // [https://backend.qazscience.gov.kz/media/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F\\_%D0%90%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B8\\_%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81.pdf](https://backend.qazscience.gov.kz/media/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%90%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B8_%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81.pdf)
3. National Academy of Sciences of the Higher School of Kazakhstan <https://nanvshk.kz/ru>
4. <https://kaznpu.kz/ru/2708/page/>
5. <https://ku.edu.kz/page/view?id=499&lang=ru>
6. <https://asu.edu.kz/ru/science/leading-scientific-schools/>
7. <https://mnu.kz/ru/scientific-schools/>
8. Law of the Republic of Kazakhstan of July 27, 2007 No. 319-III "On Education" // [https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319_)
9. <https://www.gov.kz/memleket/entities/science/about/structure/10/1?lang=ru>

10. Kulchevskaya Yu.G., Uzel'ko G.G., Galancz E.A. Identification and evaluation of scientific schools – a topical issue. // <https://cyberleninka.ru/article/n/vyyavlenie-i-otsenka-nauchnyh-shkol-aktualnaya-problema-nauki-v-kazahstane/viewer>

11. Kvanina V.V. Concepts and Signs of a Scientific School.// <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-priznaki-nauchnoy-shkoly?ysclid=mm1o41pj31128073709>

12. Dezhina I., Kiselyova V. Scientific Schools: Intellectual Capitalization or Stagnation?// <https://www.imemo.ru/publications/periodical/meimo/archive/2009/1/economy-economic-theory/nauchnie-shkoli-intellektualnaya-kapitalizatsiya-ili-stagnatsiya>

## ҒЫЛЫМИ МЕКТЕПТЕРДІҢ ҒЫЛЫМИ ӘЛЕУМЕТТІ ДАМУДАҒЫ РӨЛІ МЕН МАҢЫЗЫ

<sup>a</sup>Насырова Г.А.

<sup>a</sup>«ҚР Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны, Астана, Қазақстан

### Аңдатпа

Бұл мақалада «ғылыми мектеп» құбылысы жалпы ғылыми және ұйымдастырушылық тұрғыдан қарастырылады. Жұмыстың негізгі мақсаты - ғылыми зерттеулердің ресейлік ғылымның дамуындағы рөлі мен маңыздылығын анықтау және ғылыми кадрлардың сабақтастығын қамтамасыз ету үшін ғылыми ұйымдардың қызметін кеңейту. Нәтижесінде, егер олар шешілсе, жас ғалымдар арасында ғылыми-зерттеу қызметін ынталандырып, ынталандыра алатын негізгі мақсаттар анықталды. Қазіргі ресейлік ғылыми тәжірибелер көбінесе ғалымдардың ынтасына негізделген немесе тек формальды түрде айтылған. Жас ғалымдардың дамуын қамтамасыз ету үшін институционалдық жағдайлар қажет.

### Кілт сөздер:

Ғылыми мектеп, жастар ғылымы, ғылыми мектеп жетекшісі, жас ғалымдар.

## THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF SCIENTIFIC SCHOOLS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC SOCIETY

<sup>a</sup>Nasyrova G.A.

<sup>a</sup>Republican State Enterprise with the right of economic management "Republican Scientific Research Institute for Occupational Safety and Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan", Astana, Kazakhstan

### Annotation

This article examines the phenomenon of the "scientific school" in both general scientific and organizational contexts. The primary goal of the work is to elucidate the role and significance of scientific research in the development of Russian science and to expand the activities of scientific organizations to foster the continuity of scientific personnel. As a result, key objectives were identified whose solution could stimulate and encourage research activity among young scientists. Current Russian scientific practices are largely based on the enthusiasm of scientists or are formally stated. Institutional conditions are necessary to ensure the development of young scientists.

### Keywords:

Scientific school, youth science, head of a scientific school, young scientists.

### Информация об авторах

**Насырова Г.А.**, д.э.н., ведущий научный сотрудник-руководитель научной школы, РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан», Кравцова, 18, 010000, г. Астана, Казахстан.

### Авторлар туралы ақпарат

**Насырова Г.А.**, экономика ғылымдарының докторы, жетекші ғылыми қызметкер және «ҚР Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорнының ғылыми мектебінің жетекшісі, Кравцова, 18, 010000, Астана, Қазақстан.

### Information about the authors

**Nasyrova G.A.**, Doctor of Economics, leading researcher and head of the scientific school, Republican State Enterprise on the Right of Economic Management “Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Republic of Kazakhstan”, Kravtsova, 18, 010000, Astana, Kazakhstan.

[illegible]