https://doi.org/10.58805/mogs.V.1(32)-22

ЗИЯНДЫ ЖӘНЕ ҚАУІПТІ ӨНДІРІСТІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ТӘУЕКЕЛДЕРІН СӘЙКЕСТЕНДІРУДІҢ, БАҒАЛАУДЫҢ ЖӘНЕ БАСҚАРУДЫҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Л.М. Актаева, **А.М. Рахметова**, **Э.А. Кульмагамбетова**, **Г.К. Алшынбекова** **А.Т. Шилменова**, **Н.Т. Сагиндикова**, **А.Ш. Ташенов**, **А.Е. Еркінбекова**✉

[1] *Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты ШЖҚ РМК, Астана, Қазақстан*

✉ *Корреспондент-автор: aizada211002@gmail.com*

Мақалада өндірістік үдерістердің күрделенуі мен еңбекті цифрландыру жағдайында зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың тәуекелдерін сәйкестендірудің, бағалаудың және басқарудың халықаралық тәсілдері қарастырылған. Зерттеудің өзектілігі кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың қолданыстағы әдістерін жүйелеу және олардың еңбекті қорғауды басқару тәжірибесіндегі салыстырмалылығын арттыру қажеттілігімен байланысты. Зерттеудің мақсаты – кәсіби тәуекелдерді сәйкестендірудің, бағалаудың және басқарудың халықаралық тәсілдерін жүйелеу және салыстырмалы талдау. Зерттеуде ғылыми әдебиеттерді жүйелі және салыстырмалы талдау, жіктеу, жалпылау әдістері пайдаланылды. Ақпараттық негізді халықаралық стандарттар (ISO 31000, ISO 45001), Халықаралық еңбек ұйымының ұсынымдары (ХЕҰ) , Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) және Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі ұлттық институты материалдары, сондай-ақ заманауи ғылыми басылымдар құрайды.Нәтижесінде кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістері әдістемелік күрделілік деңгейі бойынша сапалық, жартылай сандық және сандық болып жіктелді. Дәстүрлі әдістерді қолдану қарапайым болғанымен, дәлдігі шектеулі, ал қазіргі заманауи тәсілдер, соның ішінде гибридті әдістерді бағалаудың жоғары негізділігін қамтамасыз етеді.Тәуекелдерді басқарудың интреграцияланған және цифрлық модельдеріне көшу үрдісі анықталды. Алынған нәтижелер еңбекті қорғауды басқару жүйелерін әзірлеу және жетілдіру кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: кәсіптік тәуекел, тәуекелдерді бағалау, тәуекелдерді басқару, зиянды және қауіпті өндірістік факторлар, тәуекелдерді бағалау әдістері, еңбекті қорғау, цифрландыру.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПОДХОДЫ К ИДЕНТИФИКАЦИИ, ОЦЕНКЕ И УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Л.М. Актаева, **А.М. Рахметова**, **Э.А. Кульмагамбетова**, **Г.К. Алшынбекова**, **А.Т. Шилменова**, **Н.Т. Сагиндикова**, **А.Ш. Ташенов**, **А.Е. Еркінбекова**✉

[1] *РГП на ПХВ Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан, Астана, Казахстан*

✉ *e-mail: aizada211002@gmail.com*

В статье рассмотрены международные подходы к идентификации, оценке и управлению рисками вредных и опасных производственных факторов в условиях усложнения производственных процессов и цифровизации труда. Актуальность исследования обусловлена необходимостью систематизации существующих методов оценки профессиональных рисков и повышения их сопоставимости в практике управления охраной труда. Цель исследования – систематизация и сравнительный анализ международных подходов к идентификации, оценке и управлению профессиональными рисками. В исследовании использовались методы систематического и сравнительного анализа, классификации, обобщения научной литературы. Информационную основу составляют международные стандарты (ISO 31000, ISO 45001), рекомендации Международной организации труда, материалы Всемирной организации здравоохранения и Национального института охраны труда, а также современные научные издания. В результате методы оценки профессиональных рисков классифицировались по уровню методической сложности как качественные, полуколичественные и количественные. Хотя традиционные методы просты в использовании, они имеют ограниченную точность, а современные подходы, в том числе гибридные, обеспечивают высокую обоснованность оценки. Выявлена тенденция к переходу на интегрированные и цифровые модели управления рисками. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании систем управления охраной труда.

Ключевые слова: профессиональный риск, оценка рисков, управление рисками, вредные и опасные производственные факторы, методы оценки рисков, охрана труда, цифровизация.

INTERNATIONAL APPROACHES TO THE IDENTIFICATION, ASSESSMENT, AND MANAGEMENT OF RISKS ASSOCIATED WITH HAZARDOUS AND DANGEROUS WORKPLACE FACTORS

L.M. Aktayeva, **A.M. Rakhmetova**, **E.A. Kulmagambetova**, **G.A. Alshynbekova**, **A.T Shilmenova**, **N.T. Sagindikova**, **A.Sh. Tashenov**, **A.Y. Yerkinbekova**✉

[1] *RSE at the National Research Institute for Occupational Safety of the Ministry of Labor and Social Protection of thePopulation of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan*
✉ *e-mail: aizada211002@gmail.com*

The article discusses international approaches to the identification, assessment and risk management of harmful and dangerous production factors in the context of increasing complexity of production processes and digitalization of labor. The relevance of the study is due to the need to systematize existing methods of occupational risk assessment and increase their comparability in occupational health and safety management practice. The purpose of the study is to systematize and comparatively analyze international approaches to the identification, assessment, and management of occupational risks. The research used methods of systematic and comparative analysis, classification, and generalization of scientific literature. The information base consists of international standards (ISO 31000, ISO 45001), International Labour Organization recommendations, World Health Organization (WHO) and National Institute for Occupational Safety and Health materials, as well as modern scientific publications. As a result, occupational risk assessment methods were classified according to the level of methodological complexity as qualitative, semi-quantitative and quantitative. Although traditional methods are easy to use, they have limited accuracy, and modern approaches, including hybrid, provide high validity of the assessment. The trend towards the transition to integrated and digital risk management models has been revealed. The results obtained can be used in the development and improvement of occupational health and safety management systems.

Keywords: occupational risk, risk assessment, risk management, harmful and hazardous production factors, risk assessment methods, labor protection, digitalization.

Кіріспе. Өндірістік үдерістердің күрделенуінің, экономиканы цифрландырудың және еңбек сипатының өзгеруінің қазіргі жағдайында кәсіби тәуекелдерді басқару мәселесі ерекше өзекті болып отыр. Дәстүрлі зиянды және қауіпті өндірістік факторлармен қатар автоматтандыруға, цифрлық технологияларға және психоәлеуметтік жүктемелерге байланысты жаңа тәуекелдердің маңызы артып келеді, бұл оларды сәйкестендірудің, бағалаудың және басқарудың қолданыстағы тәсілдерін қайта қарауды талап етеді.

Ұлттық тәжірибеде кәсіптік тәуекелдерді басқару Қазақстан Республикасының Еңбек кодексін қоса алғанда, нормативтік актілермен реттеледі [1].

Кәсіби тәуекелдерді басқарудың халықаралық практикасы ISO 31000 және ISO 45001 қоса алғанда, стандарттау үшін халықаралық ұйымда бекітілген тәуекелге бағдарланған ойлау қағидаларына, сондай-ақ халықаралық зертханалық ұйымда (ILO-OSH 2001) және Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДҰ) ұсынымдарына негізделеді. Бұл құжаттар ұйымды басқару жүйесіне тәуекелдерді бағалауды интерграциялау үшін әдіснамалық негіз қалыптастырады және реактивті шаралардан профилактикалық және реактивті шаралардан профилактикалық басқаруға көшуге бағдарлайды [2-6].

Заманауи ғылыми зерттеулерді талдау кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістері біркелкі емес екенін және сапалы матрицалық модельдерден жартылай сандық және сандық әдістерге, соның ішінде доза-эффект модельдеріне және көп критерийлік талдау әдістеріне дейін өзгеретінін көрсетеді [7-10]. Бағалау құралдарының дамуына қарамастан, оларды жүйелеу, салыстыру және нақты өндіріс жағдайларына бейімделу мәселесі сақталуда.

Осылайша, халықаралық нормативтік базаның жеткілікті деңгейде дамуына қарамастан, тәуекелдерді бағалау және басқару әдістерін практикалық қолдану әлі де жүйеленбеген. Сондықтан оларды жүйелі түрде талдау қажеттілігі туындайды. Зерттеу объектісі өндірістік ортадағы кәсіби тәуекелдерді басқару жүйелері болып табылады.

Зерттеу нысаны - зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың тәуекелдерін анықтау, бағалау және басқару әдістері.

Зерттеудің мақсаты - кәсіби тәуекелдерді сәйкестендірудің, бағалаудың және басқарудың халықа-

ралық тәсілдерін жүйелеу және салыстырмалы талдау.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды: тәуекелдерді басқарудың халықаралық стандарттары мен нормативтік тәсілдерін талдау:

- кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерін жіктеу;
- қазіргі заманғы әдіснамалық тәсілдерін салыстырмалы талдау;
- кәсіби тәуекелдерді басқару жүйелерінің даму тенденцияларын анықтау.

Зерттеу гипотезасы – тәуекелдерді бағалаудың қолданыстағы әдістерін жүйелеу мен интеграциялау басқарушылық шешімдердің негізділігін арттырып, еңбекті қорғау саласындағы алдын алу шараларының тиімділігін арттырады.

Жұмыста жүйелік талдау, салыстырмалы талдау, ғылыми әдебиеттерді жіктеу, жалпылау және контент-талдау әдістері қолданылды. Зерттеудің ақпараттық базасын халықаралық стандарттар ISO 31000 және ISO 45001 [2, 3], Халықаралық еңбек ұйымының (ХЕҰ) ұсынымдары [4], Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының (ДДҰ) материалдары, АҚШ-тың Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау жөніндегі ұлттық институтының (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) материалдары [5, 6], сондай-ақ 2010-2025 жылдар аралығында жарияланған ғылыми еңбектер [7] құрады.

Әдебиеттерді іріктеу кезінде зерттеу тақырыбына сәйкестігі, жарияланған жылы, рецензиялануы және толық мәтінінің қолжетімділігі ескерілді. Тақырыпқа сәйкес келмейтін, қайталанатын немесе ғылыми сапасы талаптарға сәйкес келмейтін жарияланымдар талдауға енгізілген жоқ.

Зиянды және қауіпті өндірістік факторларды сәйкестендіру МЕМСТ 12.0.003–2015 стандартымен белгіленген жіктеуге сәйкес жүзеге асырылды. Қолданыстағы ғылыми шолулардан айырмашылығы, бұл зерттеуде кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістеріне салыстырмалы талдау жүргізіліп, олардың өндірістік практикада қолданылу ерекшеліктеріне ерекше назар аударылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы кәсіби тәуекелдерді бағалаудың заманауи әдістерін әдіснамалық күрделілік деңгейі мен практикалық қолдану саласына сәйкес құрылымдық жіктеуді ұсыну және оларды салыстырмалы талдау нәтижесінде қолдану ерекшеліктерін жүйелеу болып табылады.

Авторлардың ғылыми үлесі кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерін әдіснамалық күрделілік деңгейі мен практикалық қолдану саласы бойынша құрылымдық жүйелеуде және оларды салыстырмалы бағалау тәсілін ұсынуда көрінеді. Ұсынылған жіктеу өндірістік жағдайларға сәйкес тәуекелдерді бағалау әдісін таңдауды негіздеуге мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер. Осы зерттеу шеңберінде өндірістік ортада олардың әдіснамалық қолданылуы тұрғысынан кәсіби тәуекелдерді сәйкестендіруге, бағалауға және басқаруға қазіргі заманғы халықаралық тәсілдердің құрылымы мен салыстырмалылығын анықтауға бағытталған зерттеу мәселесі тұжырымдалды.

Ғылыми дереккөздерді іріктеу келесі критерийлер бойынша жүзеге асырылды: зерттеу тақырыбына сәйкестігі, әдістемелік тәсілдердің сипаттамасы, рецензияланған ғылыми басылымдарда жариялануы және өзектілігі. Зерттеу барысында 50-ден астам басылым талданды, оның ішінде егжей-тегжейлі талдау үшін ең маңызды 15 дереккөз таңдалды. Зиянды және қауіпті өндірістік факторларды сәйкестендіру МЕМСТ 12.0.003-2015 белгіленген жіктеуді ескере отырып жүзеге асырылды [11].

Жұмыста бірін - бірі толықтыратын әдістер кешені пайдаланылды: жүйелік талдау тәуекелдерді басқарудың халықаралық тәсілдерінің құрылымын зерттеу үшін, салыстырмалы талдау - кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерін салыстыру үшін, жіктеу әдісі-оларды әдіснамалық күрделілік деңгейі бойынша құрылымдау үшін, контент - талдау-дамудың негізгі бағыттарын, тәуекелдерді бағалаудың әртүрлі әдістерін қолдану жиілігін және қазіргі тенденцияларды анықтау үшін қолданылды [12].

Зерттеу кезең-кезеңімен жүргізілді және халықаралық нормативтік тәсілдерді талдауды, тәуекелді бағалау әдістерін жүйелеу мен жіктеуді және оларды салыстырмалы талдауды қамтыды. Әдістерді жіктеу формализация дәрежесі, қолданылатын мәліметтер типі және есептеу процедураларының күрделілік деңгейі бойынша жүзеге асырылды.

Әдістерді салыстырмалы бағалау келесі критерийлер бойынша жүзеге асырылды: формализация дәрежесі, қолданылатын мәліметтер түрі, ақпараттық базаға қойылатын талаптар, нәтижелердің дәлдік деңгейі, сондай-ақ әртүрлі өндірістік жағдайларда практикалық қолдану мүмкіндігі.

Кәсіптік тәуекелдерді бағалау әдістерінің жіктелуі әдістемелік күрделілік деңгейі мен есептеу рәсімдерін ресімдеу дәрежесі негізінде жүргізілді, бұл сапалық, жартылай сандық және сандық тәсілдерді бөліп көрсетуге және олардың салыстырмалылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Алынған жіктеу "нәтижелер және талқылау"бөлімінде ұсынылған кәсіби тәуекелдерді бағалау

әдістерін кейінгі салыстырмалы талдауға негіз болды.

Жұмыста жүйелі талдауды, салыстырмалы талдауды, ғылыми жарияланымдарды жіктеу әдісін және контент-талдауды қамтитын зерттеудің қосымша әдістерінің кешені пайдаланылды, бұл дамудың негізгі бағыттарын және кәсіби тәуекелдерді бағалаудың заманауи тәсілдерінің ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік берді.

Деректерді өңдеу және түсіндіру нормативтік құжаттар мен ғылыми зерттеулерде ұсынылған нәтижелерді жалпылау және салыстыру негізінде, олардың еңбекті қорғауды басқару жүйелерінде практикалық қолданылуын ескере отырып жүзеге асырылды.

Нәтижелер және талқылау. Жүргізілген талдау кәсіби тәуекелдерді басқарудың қазіргі заманғы халықаралық жүйесі стандарттардың [2, 3] және халықаралық ұйымдардың ұсынымдарының [4-6] интеграциясы негізінде қалыптасатынын көрсетті. Негізгі қағида қауіпті оқиғаларға реактивті реакциядан олардың алдын-алу ескертуге көшуді көздейтін тәуекелге бағыттау.

ISO 31000 стандарты тәуекелдерді басқарудың жалпы принциптері мен процесін анықтайтыны анықталды, ал ISO 45001 бұл тәсілдерді еңбекті қорғау саласына бейімдейді.

Өз кезегінде ХЕҰ ұсынымдары тәуекелдерді басқаруды еңбекті қорғаудың ұлттық жүйелеріне интеграциялауға және қызметкерлердің осы процеске қатысуына бағытталған.

Осылайша, халықаралық тәсілдер қолдану саласы мен ерекшеліктеріндегі айырмашылықтарға қарамастан, тәуекелдерді басқарудың бірыңғай қағидаттарына негізделеді.

Халықаралық тәуекелдерді бағалау жүйесінің маңызды элементі химиялық заттарды жіктеу мен таңбалаудың жаһандық келісілген жүйесі (GHS) шеңберінде жүзеге асырылатын қауіпті факторларды жіктеуді үйлестіру [13], бұл химиялық тәуекелдерді сәйкестендіру тәсілдерін біріздендіруді қамтамасыз етеді.

Жүргізілген талдау нәтижесінде кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістері әдістемелік күрделілік деңгейі бойынша үш негізгі топқа жүйеленуі мүмкін екендігі анықталды: сапалық әдістер (тәуекел матрицалары, бақылау-бандинг); жартылай сандық әдістер (индекстік және балдық модельдер); сандық әдістер ("доза-әсер" модельдері, ықтималдық бағалары).

Талдау көрсеткендей, сапалы әдістер қолданудың қарапайымдылығымен сипатталады, бірақ олардың дәлдігі шектеулі. Жартылай сандық әдістер дәлдік пен практикалық қолдану арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді. Сандық әдістер жоғары дәрежеде жарамды, бірақ айтарлықтай деректер мен ресурстарды қажет етеді [7, 9].

Тәуекелді бағалау әдісін таңдау бастапқы деректердің қол жетімділігі мен басқару міндеттерінің ерекшелігінің үйлесімімен анықталады.

Сонымен қатар, қазіргі заманғы тәсілдерде тәуекелге жарамдылық критерийлері, соның ішінде белгісіздік жағдайында тәуекелдің рұқсат етілген деңгейін негіздеуге мүмкіндік беретін ақылға қонымды жеткіліктілік принципі (ALARP) маңызды рөл атқарады [14].

Салыстырмалы талдау тәуекелді бағалаудың дәстүрлі әдістері (матрицалық модельдер) ең кең таралған болып қала беретінін көрсетті, бірақ оларды қолдану бағалаудың субъективтілігімен және тәуекел параметрлерінің өзгеруіне төмен сезімталдықпен байланысты бірқатар шектеулермен бірге жүреді [7, 8].

Ғылыми жарияланымдардың мазмұнды талдау элементтері кәсіби тәуекелдерді бағалаудың қазіргі тәжірибесінде матрицалық модельдер және бақылау-бандинг сияқты дәстүрлі әдістер басым екенін көрсетті, дегенмен гибридті және цифрлық тәсілдерді қолданудың тұрақты өсуі байқалады. Жасанды интеллект пен көп критериалды талдау әдістерін қолдануға бағытталған зерттеулердің үлесі соңғы жылдары артып келе жатқаны анықталды, бұл кәсіби тәуекелдерді басқару жүйелерінің күрделену және цифрландыру тенденциясын көрсетеді.

Сандық деректердің шектеулілігі жағдайында кәсіби тәуекелдерді ықтимал қауіп деңгейлері бойынша топтастыруға және оны өндірістік факторларды практикалық бағалауда пайдалануға мүмкіндік беретін бақылау тобы әдісі кеңінен қолданылады [15].

Халықаралық тәжірибе контекстінде жартылай сандық әдістер сапалы матрицалық модельдер мен қатаң сандық есептеулер арасында аралық орынды алады. Олардың басты артықшылығы-бастапқы деректердің шектеулілігі жағдайында қолданудың салыстырмалы қарапайымдылығын сақтай отырып, сараптамалық бағалауды рәсімдеу мүмкіндігі болып саналады.

Индекстік және кешенді әдістерді қолдану жеке параметрлердің вариацияларына жоғары сезімталдықпен сипатталатын қарапайым доза-норма қаты-

настарымен салыстырғанда тәуекелді бағалау нәтижелерінің салыстырмалылығын арттыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Бұл экспозицияның қарқындылығын ғана емес, экспозицияның ұзақтығын, сондай-ақ өндіріс процесінің ұйымдастырушылық факторларын ескеретін интегралды көрсеткіштерді қолданудың орындылығын растайды [9].

Осылайша, жартылай сандық әдістер нақты өндіріс жағдайында кәсіби тәуекелдерді бағалаудың тиімді құралы ретінде әрекет етеді, сандық модельдердің дәлдігі мен сапалық тәсілдердің практикалық қолданылуы арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді.

Сапалық және сандық әдістер деректерге қойылатын талаптар мен дәлдік деңгейінде айтарлықтай ерекшеленеді, бұл олардың әртүрлі өндірістік жағдайларда қолданылуын анықтайды.

Сонымен қатар, көп критерийлік талдау әдістерін, гибридті модельдерді қоса алғанда, заманауи тәсілдер бағалаудың дәлдігін арттыруға және тәуекелдердің неғұрлым негізделген басымдылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [10, 16].

Өндірісті цифрландыру жағдайында басқару шешімдерінің жеделдігі мен дәлдігін арттыруға мүмкіндік беретін автоматтандырылған жүйелер мен аналитикалық платформаларды қоса алғанда, кәсіби тәуекелдерді бағалау мен бақылаудың цифрлық құралдарын пайдалану ерекше маңызға ие [12].

Әдістерді ажыратудың негізгі критерийлері: ресімдеу дәрежесі; бастапқы деректерге қойылатын талаптар; бағалау дәлдігі деңгейі; практикалық қолдану мүмкіндігі.

Бұл жағдайда кәсіби тәуекелдер техникалық, ұйымдастырушылық және адами факторлардың өзара әрекеттесуіне байланысты жүйелік құбылыс ретінде қарастырылады [17].

Жүргізілген салыстырмалы талдау тәуекелді бағалау әдістері арасындағы айырмашылықтар тек сандық емес, сонымен қатар әдіснамалық сипатта болатындығын көрсетті. Дәстүрлі әдістер бағалаудың жеңілдетілген үлгілеріне бағытталған және негізінен қауіптерді бастапқы анықтау үшін пайдаланылады, ал заманауи тәсілдер көп өлшемді параметрлерді біріктіруге және белгісіздікті есепке алуға бағытталған.

Әдістерді қолданудың тиімділігі бастапқы деректердің қолжетімділігін, өндірістік ортаны цифрландыру деңгейін және бағалау дәлдігіне қойылатын талаптарды қоса алғанда, факторлар жиынтығымен анықталады. Бұл оларды қолданудың нақты шарттарын ескере отырып, тәуекелді бағалау әдістерін таңдау қажеттілігін растайды.

Кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерінің салыстырмалы талдауы дәстүрлі және заманауи тәсілдердің формализация деңгейі, деректер талаптары және қолдану саласы бойынша айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетті. Дәстүрлі әдістердің негізгі сипаттамалары 1 - кестеде, ал қазіргі заманғы әдістер 2-кестеде келтірілген.

1-кесте. Кәсіптік тәуекелдерді бағалаудың дәстүрлі әдістері

Әдіс топтары	Мысалдар	Дәлдік дәрежесі	Қойылатын талаптар	Артықшылықтар	Шектеулер	Қолданыс аясы
Сапалық	Тәуекел матрицалары, бақылау-бандинг	Төмен-орташа	Минималды	Қолданыстағы қарапайымдылығы, жылдамдығы	Субъективтілік, төмен сезімталдық	Шағын кәсіпорындар, бастапқы бағалау
Жартылай сандық	Индекс әдістері, Fine-Kinney	Орташа	Шектеулі	Дәлдік пен қолдану балансы	Сараптамалық бағалауға тәуелділік	Өндірістік кәсіпорындар
Сандық	Dose-response, PBPK, ықтималдық модельдері	Жоғары	Маңызды	Нәтижелердің жоғары негізділігі	Күрделілік және ресурстарды қажет ету	Химия өнеркәсібі, Еңбек медицинасы

Жүргізілген салыстырмалы талдау көрсеткендей, кәсіби тәуекелдерді бағалаудың әмбебап әдісі жоқ. Әдісті таңдау өндірістік үдерістің ерекшелігіне, қолжетімді деректер көлеміне және бағалау мақсатына

тәуелді. Сондықтан нақты өндірістік жағдайда бірнеше әдісті біріктіріп қолдану неғұрлым тиімді болып табылады.

Кәсіби тәуекелдерді бағалаудың заманауи әдістерінің артықшылықтарына қарамастан, оларды қолдану бірқатар шектеулермен қатар жүреді. Атап айтқанда, сандық және AI-бағдарланған әдістер сенімді деректердің үлкен көлемін және дамыған ақпараттық инфрақұрылымды талап етеді, бұл оларды цифрландыру деңгейі төмен кәсіпорындарда қолдануды шектейді. Бұдан басқа, модельдердің жоғары күрделілігі оларды практикалық қолдануды және алынған нәтижелерді түсіндіруді қиындатуы мүмкін.

Ал дәстүрлі әдістер қолжетімді болғанымен, жоғары субъективтілігімен және қауіп параметрлерінің өзгеруіне төмен сезімталдығымен сипатталады, бұл тәуекелдерді жеткіліксіз бағалауға әкелуі мүмкін.

Ұсынылған әдістерді салыстыру дәстүрлі тәсілдердің ең қолжетімді әрі кеңінен қолданылатынын көрсетті, алайда олардың дәлдігі мен бейімделгіштігі шектеулі. Өз кезегінде, заманауи әдістер, соның ішінде гибридті тәсілдер, бағалаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етіп, тәуекел факторларының күрделі өзара байланыстарын ескеруге мүмкіндік береді. Дегенмен, оларды қолдану айтарлықтай ресурстар мен дамыған ақпараттық инфрақұрылымды талап етеді [10, 18].

2-кесте. Кәсіби тәуекелдерді бағалаудың заманауи әдістері

Әдіс топтары	Мысалдар	Дәлдік дәрежесі	Қойылатын талаптар	Артықшылықтар	Шектеулер	Қолданыс аясы
Гибридті әдістер	FMEA, интеграцияланған модельдер	Орташа-жоғары	Орташа	Бірнеше факторларды ескеру, икемділік	Орнатудың күрделілігі	Өнеркәсіптік жүйелер
Көп критерийлі әдістер	TOPSIS, VIKOR	Жоғары	Орташа	Тәуекелдерді саралау мүмкіндігі	Критерийлерді ресімдеуді талап етеді	Басқару шешімдері
AI-бағытталған әдістер	Нейрондық желілер, fuzzy AHP	Жоғары	Жоғары	Жоғары дәлдік пен бейімделу	Іске асырудың күрделілігі	Industry 4.0, автоматтандырылған жүйелер

Жалпы, зерттеу нәтижелері кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерін әдіснамалық күрделілік деңгейі бойынша жүйелеу оларды таңдаудың негізділігін арттырып, өндірістік практикада тиімді қолдануға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Сонымен бірге, жүргізілген талдау қазіргі ғылыми зерттеулерде кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерін таңдаудың бірыңғай тәсілі қалыптаспағанын көрсетті. Бұл олардың нәтижелерін салыстыруды қиындатып, стандарттау мүмкіндіктерін шектейді. Сондықтан кәсіби тәуекелдерді бағалаудың бірыңғай әдіснамалық тәсілдерін одан әрі жетілдіру қажеттілігі сақталады.Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы еңбекті қорғауды басқару жүйелерінде барабар тәсілдерді таңдау құралы ретінде кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістерінің ұсынылған жіктемесін пайдалану мүмкіндігі болып табылады. Зерттеу нәтижелері кәсіпорындардың ішкі регламентерін әзірлеу кезінде, сондай-ақ еңбек қауіпсіздігін басқарудың тәуекелге бағдарланған стратегияларын қалыптастыру кезінде қолданылуы мүмкін.

Тәуекелді бағалау әдістерін таңдауда жүйелі тәсілді қолдану басқарушылық шешімдердің дұрыстығын және профилактикалық шаралардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді, бұл алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығын растайды.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу кәсіби тәуекелдерді басқарудың заманауи халықаралық жүйесі реактивті реакциядан тәуекелдерді профилактикалық басқаруға көшуді қамтамасыз ететін халықаралық стандарттар мен ұсыныстарды біріктіру негізінде қалыптасатынын көрсетті [2-6]. Кәсіби тәуекелдерді бағалау әдістері әдістемелік күрделілік деңгейі бойынша сапалық, жартылай сандық және сандық болып жүйеленуі мүмкін, бұл бағалау нәтижелерінің

салыстырмалылығын және басқару шешімдерінің негізділігін арттыруға мүмкіндік береді. Талдау көрсеткендей, дәстүрлі әдістер кеңінен қолданылғанына қарамастан, шектеулі дәлдікпен және субъективтіліктің жоғары деңгейімен сипатталады, ал қазіргі заманғы тәсілдер, соның ішінде гибридті әдістер тәуекелдерді бағалаудың жоғары дәлдігі мен бейімделуін қамтамасыз етеді. Кәсіптік тәуекелдерді бағалау әдістерін дамыту өндірістік процестерді цифрландырумен, ескерілетін факторлардың спектрін кеңейтумен және әртүрлі әдіснамалық тәсілдерді интеграциялаумен байланысты екені анықталды. Тәуекелді бағалау әдісін таңдау бастапқы деректердің қолжетімділігімен, талап етілетін дәлдік деңгейімен және өндірістік ортаның ерекшелігімен анықталатыны анықталды. Алынған нәтижелер тәуекелді бағалау әдістерін таңдауға жүйелі тәсілді қолданудың орындылығын растайды және еңбекті қорғауды басқару жүйелерін әзірлеу мен жетілдіруде қолданылуы мүмкін. Әрі қарайғы зерттеулердің болашағы цифрлық технологияларды қолдануға және болжау дәлдігін жақсартуға бағытталған кәсіби тәуекелдерді бағалаудың интеграцияланған және бейімделген модельдерін әзірлеумен байланысты.

Қаржыландыру. *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 «Еңбек жағдайлары және кәсіптік тәуекелдер: «жасыл экономикаға» көшу шеңберінде топтастырудың жіктелуі, санаттары мен өлшемшарттары»» (ЖТН BR22182667) тақырып бойынша ғылыми-техникалық бағдарламаны іске асыру барысында алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері ұсынылған.*

Әдебиеттер

1. Трудовой кодекс Республики Казахстан. −2015. -№ 414-V ЗРК. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414/links#to. Қаралған күні: 04.03.2026.
2. ISO 31000:2018. Risk management - Guidelines. - Geneva: International Organization for Standardization, 2018. - 16 p. URL: https://www.iso.org/standard/65694.html?utm_source. Қаралған күні: 04.03.2026.
3. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use. - Geneva: International Organization for Standardization. −2018. - 41 p. URL: https://www.iso.org/standard/63787.html?utm_source. Қаралған күні: 04.03.2026.
4. ILO-OSH 2001. Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems/ International Labour Organization. −2001. −32 p. ISBN: 9221116344.
5. IPCS. World Health Organization. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. - 2nd ed./WHO. −2021. −112 p. ISBN 978-92-4-003572-0.
6. Daniels R.D., Gilbert S.J., Kuppusamy S.P., Kuempel E.D., Park R.M., Pandalai S.P., Smith R.J., Wheeler M.W., Whittaker C., Schulte P.A. Current Intelligence Bulletin 69: NIOSH Practices in Occupational Risk Assessment//Cincinnati: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). −2020. -DHHS (NIOSH) Publication No. 2020-106. DOI 10.26616/NIOSHPUB2020106revised032020.
7. Liu R., Liu H.-C., Shi H., Gu X. Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications // Safety Science. - 2023. - Vol. 160: 106050. DOI 10.1016/j.ssci.2022.106050.
8. Floeder A., Jones R.M., Arnold S.F. Risk assessment methods in occupational health and hygiene: a scoping review // Annals of Work Exposures and Health. - 2025. - Vol. 69(2). - P. 120-131. DOI 10.1093/annweh/wxae095.
9. Xu Q., Zhang M., Xu L., et al. Evaluation of strategies for the occupational health risk assessment of chemical toxicants in the workplace based on a quantitative analysis model // Frontiers in Public Health. −2022. -Vol. 10:1035065. DOI 10.3389/fpubh.2022.1035065
10. Tong C., Wang Y., Liu H., Tong B., Zhu J., Kou M. From risk management to AI-driven safety: A bibliometric review of occupational safety and health research // Results in Engineering. - 2025. - Vol. 28: 107440. DOI 10.1016/j.rineng.2025.107440.
11. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация/Москва: Стандартинформ. −2016. URL: https://prg.kz/document/?doc_id=34182412&utm_source. Қаралған күні: 04.03.2026.

12. European Agency for Safety and Health at Work. Digitalisation and occupational safety and health. An EU-OSHA research programme/Publications Office of the European Union. −2019. DOI 10.2802/559587.
13. ISO. IEC 31010:2019. Risk management - Risk assessment techniques/International Organization for Standardization. −2019. 264p. URL: https://www.iso.org/standard/72140.html?utm_source. Қаралған күні: 11.03.2026.
14. Badri A., Boudreau-Trudel B., Souissi A. Occupational health and safety in the Industry 4.0 era: A cause for major concern? // Safety Science. - 2018. - Vol. 109. -P. 403-411. DOI 10.1016/j.ssci.2018.06.012.
15. Chenani K.T., Zarei E., Yazdi M., Klockner K., Alimohammadlou M., Kamalinia M. A systematic review of the integration between occupational and process safety risk analysis methodologies // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. - 2024. - Vol. 91: 105387. - DOI 10.1016/j.jlp.2024.105387.
16. Zalk D.M., Nelson D.I. History and evolution of control banding: a review // Journal of Occupational and Environmental Hygiene. −2008. Vol. 5(5). -P. 330-346. DOI 10.1080/15459620801997916.
17. Renn O. Systemic risks from different perspectives // Risk Analysis. 2022. - Vol. 42(9). - P. 1902-1920. DOI 10.1111/risa.13657.
18. Stefana E., Ustolin F., Paltrinieri N. IMPROSafety: A risk-based framework to integrate occupational and process safety // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. - 2022. -Vol. 75:104698. DOI 10.1016/j.jlp.2021.104698.

References

1. Trudovoj kodeks Respubliki Kazahstan. −2015. -№ 414-V ZRK. URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414/links#to. -Date of access: 04.03.2026. [in Russian]
2. ISO 31000:2018. Risk management - Guidelines. - Geneva: International Organization for Standardization, 2018. - 16 p. URL: https://www.iso.org/standard/65694.html?utm_source. - Date of access: 04.03.2026.
3. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use. - Geneva: International Organization for Standardization, 2018. - 49 p. URL: https://www.iso.org/standard/63787.html?utm_source. - Date of access: 04.03.2026.
4. ILO-OSH 2001. Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems/ International Labour Organization. −2001. −32 p. ISBN 9221116344.
5. IPCS. World Health Organization. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. - 2nd ed./WHO. −2021. −112 p. ISBN 978-92-4-003572-0.
6. Daniels R.D., Gilbert S.J., Kuppusamy S.P., Kuempel E.D., Park R.M., Pandalai S.P., Smith R.J., Wheeler M.W., Whittaker C., Schulte P.A. Current Intelligence Bulletin 69: NIOSH Practices in Occupational Risk Assessment//Cincinnati: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). −2020. -DHHS (NIOSH) Publication No. 2020-106. DOI 10.26616/NIOSHPUB2020106revised032020.
7. Liu R., Liu H.-C., Shi H., Gu X. Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications // Safety Science. - 2023. - Vol. 160: 106050. DOI 10.1016/j.ssci.2022.106050.
8. Floeder A., Jones R.M., Arnold S.F. Risk assessment methods in occupational health and hygiene: a scoping review // Annals of Work Exposures and Health. - 2025. - Vol. 69(2). - P. 120-131. DOI 10.1093/annweh/wxae095.
9. Xu Q., Zhang M., Xu L., et al. Evaluation of strategies for the occupational health risk assessment of chemical toxicants in the workplace based on a quantitative analysis model // Frontiers in Public Health. −2022.- Vol.10: 1035065. DOI 10.3389/fpubh.2022.1035065.
10. Tong C., Wang Y., Liu H., Tong B., Zhu J., Kou M. From risk management to AI-driven safety: A bibliometric review of occupational safety and health research // Results in Engineering. - 2025. - Vol. 28: 107440. DOI 10.1016/j.rineng.2025.107440.
11. GOST 12.0.003-2015. Sistema standartov bezopasnosti truda. Opasnye i vrednye proizvodstvennye faktory. Klassifikacija/Moskva: Standartinformju. −2016. URL: https://prg.kz/document/?doc_id=34182412&utm_source. - Date of access: 04.03.2026. [in Russian]
12. European Agency for Safety and Health at Work. Digitalisation and occupational safety and health. An EU-OSHA research programme/Publications Office of the European Union. −2022. DOI 10.2802/559587.

13. ISO. IEC 31010:2019. Risk management - Risk assessment techniques/International Organization for Standardization. −2019. −264p. URL: https://www.iso.org/standard/72140.html?utm_source. - Date of access: 11.03.2026.
14. Badri A., Boudreau-Trudel B., Souissi A. Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? // Safety Science. - 2018. - Vol. 109. -P. 403-411. DOI 10.1016/j.ssci.2018.06.012.
15. Chenani K.T., Zarei E., Yazdi M., Klockner K., Alimohammadlou M., Kamalinia M. A systematic review of the integration between occupational and process safety risk analysis methodologies // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. - 2024. - Vol. 91: 105387. - DOI 10.1016/j.jlp.2024.105387.
16. Zalk D.M., Nelson D.I. History and evolution of control banding: a review // Journal of Occupational and Environmental Hygiene. −2008. Vol. 5(5). -P. 330-346. DOI 10.1080/15459620801997916.
17. Renn O. Systemic risks from different perspectives // Risk Analysis. - 2022. - Vol. 42(9). - P. 1902-1920. DOI 10.1111/risa.13657.
18. Stefana E., Ustolin F., Paltrinieri N. IMPROSafety: A risk-based framework to integrate occupational and process safety // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. - 2022. -Vol. 75:104698. DOI 10.1016/j.jlp.2021.104698.

Авторлар туралы мәлімет

Актаева Л.М. - медицина ғылымдарының докторы, Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты, Астана, Қазақстан, e-mail: rniiot@rniiot.kz;

Рахметова А.М. - медицина ғылымдарының кандидаты, доцент, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, e-mail: ra_anar@mail.ru;

Кульмагамбетова Э.А. - химия ғылымдарының кандидаты, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, e-mail: elya_kulmagambet@mail.ru;

Алшынбекова Г.К. - биология ғылымдарының кандидаты, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, e-mail: gulnaz_gak@mail.ru;

Шилменова А.Т. - экономика ғылымдарының магистрі, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, e-mail: aigul.shilmenova@gmail.com;

Сагиндикова Н.Т. - техника және технология ғылымдарының магистрі, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, e-mail: nursag79@mail.ru;

Ташенов А.Ш. - жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, wl_t@mail.ru;

Еркінбекова А.Е. - хат-хабар авторы, техника ғылымдарының магистрі, ғылыми зерттеулер орталығы, Астана, Қазақстан, aizada211002@gmail.com.

Information about the authors

Aktayeva L.M. - Doctor of Medical Sciences, The Republican Scientific Research Institute for Occupational Safety, Astana, Kazakhstan, e-mail:rniiot@rniiot.kz;

Rakhmetova A.M. - Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail: ra_anar@mail.ru;

Kulmagambetova E.A. - Candidate of Chemical Sciences, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail: elya_kulmagambet@mail.ru;

Alshynbekova G.K. - Candidate of Biological Sciences, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail: gulnaz_gak@mail.ru;

Shilmenova A.T. - Master of Economics, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail: aigul.shilmenova@gmail.com;

Sagindikova N.T. - Master of Technical and Technological Sciences, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail: nursag79@mail.ru;

Tashenov A.Sh. -Master of Natural Sciences, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail, wl_t@mail.ru;

Yerkinbekova A.Ye.- Master of Technical Sciences, The Center for Scientific Research, Astana, Kazakhstan, e-mail, aizada211002@gmail.com.