

ӨОЖ 81.93.29

ГТАХР 338.27

DOI: [10.54859/kjogi109002](https://doi.org/10.54859/kjogi109002)

Қабылданды: 23.05.2026.

Мақұлданды: 10.09.2026.

Жарияланды: 30.09.2026.

Ғылыми шолу

Қазақстан Республикасының энергетика саласында жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің цифрлық жүйесін қалыптастыру

Н.С. Қалауов, Е.Ж. Қошқаров

Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі, Астана қаласы, Қазақстан

АННОТАЦИЯ

Бұл мақалада Қазақстан Республикасының энергетика саласында жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің цифрлық жүйесін қалыптастырудың теориялық және қолданбалы аспектілері қарастырылады. Зерттеу энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету жағдайында цифрлық трансформацияның рөлін, сондай-ақ салалық ақпараттық жүйелердің қазіргі архитектурасын талдауға негізделген. Энергетика секторындағы қолданыстағы цифрлық платформалар мен интеграциялық шешімдер қарастырылып, олардың негізінен өндірістік және әкімшілік процестерді автоматтандыруға бағытталғаны, ал жұмылдыру дайындығын кешенді бағалау функцияларының жеткіліксіз дамығаны анықталды.

Зерттеу барысында Қазақстан Республикасының отын-энергетика кешеніндегі Ахуалдық-талдамалық орталықтың қызметі, сондай-ақ «ҚазМұнайГаз» ҰК АҚ, «QazaqGaz» ҰК АҚ, «KEGOC» АҚ, «Самұрық-Энерго» АҚ сияқты ірі ұйымдардың цифрлық инфрақұрылымы талданды. Сонымен қатар, халықаралық тәжірибе (IEA, UNECE) негізінде энергетикалық қауіпсіздікті цифрландырудың заманауи үрдістері қарастырылды. Эмпирикалық бөлімде жүргізілген сауалнама нәтижелері саладағы цифрландыру деңгейі мен басқарушылық тиімділіктің орташа деңгейде екенін көрсетті.

Зерттеу нәтижесінде жұмылдыру дайындығын нақты уақыт режимінде мониторингтеуге мүмкіндік беретін үш деңгейлі интеграцияланған цифрлық платформа моделі ұсынылды. Бұл модель Big Data, жасанды интеллект және болжамдық аналитика технологияларына негізделген. Қорытындысында энергетикалық қауіпсіздікті күшейту үшін бірыңғай цифрлық мониторинг жүйесін енгізу және ведомствоаралық деректер интеграциясын дамыту қажеттілігі негізделді.

Негізгі сөздер: энергетикалық қауіпсіздік, жұмылдыру дайындығы, цифрландыру, мониторинг жүйесі, деректерге негізделген басқару, Big Data, жасанды интеллект, ахуалдық орталық, энергетикалық инфрақұрылым, дағдарыстық басқару.

Дәйексөз келтіру үшін:

Қалауов Н.С., Қошқаров Е.Ж. Қазақстан Республикасының энергетика саласында жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің цифрлық жүйесін қалыптастыру // Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы. 2026. 8-ші том, №3. С. 90–105. DOI: [10.54859/kjogi109002](https://doi.org/10.54859/kjogi109002).

УДК 81.93.29

МРНТИ 338.27

DOI: [10.54859/kjogi109002](https://doi.org/10.54859/kjogi109002)

Получена: 23.05.2026.

Одобрена: 10.09.2026.

Опубликована: 30.09.2026.

Научный обзор

Формирование цифровой системы мониторинга мобилизационной готовности в энергетической сфере Республики Казахстан

Н.С. Калауов, Е.Ж. Кошқаров

Министерство энергетики, г. Астана, Казахстан

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты формирования цифровой системы мониторинга мобилизационной готовности в энергетической сфере Республики Казахстан. Исследование основано на анализе роли цифровой трансформации в обеспечении энергетической безопасности, а также текущей архитектуры отраслевых информационных систем. Установлено, что существующие цифровые платформы в энергетике в основном ориентированы на автоматизацию производственных и административных процессов, в то время как функции комплексной оценки мобилизационной готовности развиты недостаточно.

В ходе исследования проанализирована деятельность Ситуационно-аналитического центра топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан, а также цифровая инфраструктура таких ключевых компаний, как АО НК «КазМунайГаз», АО НК «QazaqGaz», АО «KEGOC», АО «Самрук-Энерго». Дополнительно рассмотрены современные международные практики цифровизации энергетической безопасности (IEA, UNECE). Результаты эмпирического исследования, основанные на опросе, показали средний уровень цифровизации и управленческой эффективности в отрасли.

В результате предложена трехуровневая интегрированная цифровая платформа для мониторинга мобилизационной готовности в режиме реального времени. Модель основана на технологиях Big Data, искусственного интеллекта и прогнозной аналитики. Обоснована необходимость внедрения единой цифровой системы мониторинга и усиления межведомственной интеграции данных для повышения энергетической безопасности.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, мобилизационная готовность, цифровизация, система мониторинга, управление на основе данных, Big Data, искусственный интеллект, ситуационный центр, энергетическая инфраструктура, кризисное управление.

Как цитировать:

Калауов Н.С., Кошқаров Е.Ж. Формирование цифровой системы мониторинга мобилизационной готовности в энергетической сфере Республики Казахстан // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2026. Том 8, №3. С. 90–105. DOI: [10.54859/kjogi109002](https://doi.org/10.54859/kjogi109002).

UDC 81.93.29
CSCSTI 338.27

DOI: [10.54859/kjogi109002](https://doi.org/10.54859/kjogi109002)

Received: 23.05.2026.

Accepted: 10.09.2026.

Published: 30.09.2026.

Review article

Formation of a Digital Monitoring System for Mobilization Readiness in the Energy Sector of the Republic of Kazakhstan

Nurgauzhan S. Kalauov, Yerzhan Zh. Koshkarov

KMG Engineering, Astana, Kazakhstan

ABSTRACT

This article examines the theoretical and applied aspects of formation a digital monitoring system for mobilization readiness in the energy sector of the Republic of Kazakhstan. The study is based on an analysis of the role of digital transformation in ensuring energy security, as well as the current architecture of sectoral information systems. It was established that existing digital platforms in the energy sector are primarily focused on automating production and administrative processes, while comprehensive mobilization readiness assessment functions remain insufficiently developed.

The study analyzes the activities of the Situational and Analytical Center of the Fuel and Energy Complex of the Republic Kazakhstan, as well as the digital infrastructure of key companies such as NC KazMunayGas JSC, NC QazaqGaz JSC, KEGOC JSC, and Samruk Energy JSC. In addition, international best practices in digitalization of energy security (IEA, UNECE) are reviewed. The empirical results based on a survey indicate a medium level of digitalization and managerial efficiency in the sector.

As a result, a three-tier integrated digital platform for real-time monitoring of mobilization readiness is proposed. The model is based on Big Data, artificial intelligence, and predictive analytics. The study substantiates the need for a unified digital monitoring system and enhanced interagency data integration to enhance energy security.

Keywords: energy security; mobilization readiness; digitalization; monitoring system; data-driven management; Big Data; artificial intelligence; situational center; energy infrastructure; crisis management.

To cite this article:

Kalauov NS, Koshkarov YZ. Formation of a Digital Monitoring System for Mobilization Readiness in the Energy Sector of the Republic of Kazakhstan. *Kazakhstan journal for oil & gas industry*. 2026;8(3): 90–105. DOI: [10.54859/kjogi109002](https://doi.org/10.54859/kjogi109002).

Кіріспе

«Қазақстан-2050» Стратегиясында ХХІ ғасырдың жаһандық дамуына әсер ететін негізгі он сын-қатер айқындалып, олардың ішінде энергетикалық қауіпсіздік мәселесіне ерекше мән берілген¹. Қазақстан көмірсутегі ресурстарының елеулі қорына ие мемлекет ретінде жаһандық энергетикалық нарықта стратегиялық маңызға ие және халықаралық энергетикалық жүйенің маңызды қатысушысы болып табылады.

Қазіргі кезеңде геосаяси тұрақсыздықтың күшеюі, энергия ресурстарына сұраныс құрылымының өзгеруі және жеткізу тізбектерінің бұзылуы энергетикалық қауіпсіздікті ұлттық қауіпсіздіктің негізгі құрамдас бөлігі ретінде қарастыру қажеттілігін арттырады. Энергетикалық инфрақұрылымның тұрақтылығы қазіргі жағдайда тек экономикалық фактор емес, сонымен қатар ұлттық қауіпсіздіктің маңызды элементіне айналып отыр, себебі энергиямен жабдықтаудағы үзілістер әлеуметтік тұрақтылыққа өнеркәсіптік өндіріс пен мемлекеттік басқару жүйелеріне тікелей әсер етеді.

Қазақстан Республикасында (бұдан әрі – ҚР) энергетика саласындағы дағдарыстық жағдайларды басқару және отын-энергетикалық кешеннің тұрақтылығын қамтамасыз ету функциялары ҚР Энергетика министрлігіне (бұдан әрі – ЭМ) қарасты «Ахуалдық-талдамалық орталығы» акционерлік қоғамы (бұдан әрі – АТО АҚ) арқылы жүзеге асырылады. Орталық қазіргі уақытта орталық жылыту маусымына дайындықты мониторингтеу, мұнай мен сұйытылған газ жеткізілімдерін басқару, сондай-ақ жағдайлық-талдамалық дэшбордтарды пайдалану арқылы саланың ахуалын бақылау қызметтерін атқарады. Алайда ахуалдық-талдамалық орталықпен тығыз жұмыс жасайтын негізгі салалық «ҚазМұнайГаз» ҰК АҚ, «QazaqGaz» ҰК АҚ, «KEGOC» АҚ және «Samruk Energy» АҚ сияқты ұйымдардың цифрлық жүйелері орталықпен ішінара интеграцияланған. Әсіресе жұмылдыру контекстінде ұйымдардың барлығында бірдей цифрлық басқару, мониторингтеу, дағдарыс кезеңінде іс-қимыл жүргізу процестері толық шешім таппаған және жұмылдыру дайындығын бағалаудың бірыңғай цифрландырылған жүйесі қалыптаспаған. Осы тұрғыда ұйымдардың цифрлық жүйесін уәкілетті мемлекеттік органның орталығымен интеграциялау, байланыс арналарын бір жүйе үйлестіру, әсіресе жасанды интеллект (ЖИ) мүмкіндіктерін пайдалану мәселесінің өзектілігін көрсетеді [1].

Биоәртүрлілікті автоматтандырылған бағалау және экожүйе тұрақтылығын мониторингтеу жөнінде зерттеу жүргізген бірқатар отандық зерт-

теушілер ЖИ мен машиналық оқыту (МО)² әдістерінің тиімділігін растайды. Олардың пікірінше, ЖИ мен МО тәуекелдерді болжауды жақсартады және дәстүрлі әдістермен салыстырғанда жоғары дәлдікті, жылдам өңдеуді және жақсы ауқымдалуды қамтамасыз етеді [2].

Осыған байланысты энергетика саласындағы негізгі ғылыми проблема жұмылдыру дайындығын нақты уақыт режимінде бағалау, мониторингтеу және басқарушылық шешім қабылдауды қолдауға арналған бірыңғай цифрлық жүйенің шектеулігімен сипатталады. Қолданыстағы ақпараттық жүйелер өндірістік және операциялық міндеттерді шешуге, бейбіт кезеңде апаттарды мониторингтеуге бағытталғанымен, олардың функционалдық мүмкіндіктері жұмылдыру ресурстарын басқару міндеттерін толық қамтымайды.

Зерттеу аясына кіретін мәселелер халықаралық ұйымдардың есептері мен жекелеген ғалымдардың зерттеулерінде кеңінен қарастырылған. Атап айтқанда, Біріккен Ұлттары Ұйымының Еуропалық экономикалық комиссия (UNECE, ағыл. The United Nations Economic Commission for Europe) есептерінде цифрлық трансформация [3], ACAPS³ есептерінде энергетика саласындағы киберқауіпсіздік мәселелері кеңінен қаралған [4]. К. Афанасьев, М. Бохорко, О. Безпарточна, М. Безпарточный сынды зерттеушілер әскери жағдайдағы энергетикалық қауіпсіздікті басқару [5], индонезия зерттеушілері цифрлық трансформациялаудағы Қытай тәжірибесін талдаған [6].

Энергетикалық қауіпсіздік мәселелері отандық зерттеушілер Л.М. Иванова, Н.Т. Уранхаев, Г. Аргынбаева, А.К. Кукеев, Л.И. Мерғалиева және басқалардың еңбектерінде қамтылған. Бұл авторлар негізінен энергетикалық қауіпсіздіктің экономикалық, құқықтық, технологиялық аспектілерін қамтып, саланың орнықтылығын қамтамасыз ету тетіктерін негіздеген. Аталған зерттеулерді талдау энергетикалық қауіпсіздік, цифрлық трансформация және дағдарыстық басқару мәселелерінің жеткілікті деңгейде зерттелгенін көрсетеді. Алайда қарастырылған зерттеулерде энергетика саласының жұмылдыру дайындығын цифрлық мониторингтеу мәселесі дербес ғылыми зерттеу объектісі ретінде қарастырылмаған.

Дегенмен, энергетикалық қауіпсіздік пен цифрлық трансформация мәселелеріне арналған ғылыми еңбектердің едәуір санына қарамастан, энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын нақты уақыт режимінде мониторингтеуге арналған интеграцияланған цифрлық жүйелерді

¹ «Қазақстан-2050» Стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты. Қазақстан Республикасының Президенті - елбасы Н.Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы, Астана қ., 2012 жылғы 14 желтоқсан.

² Машиналық оқыту (МО) – ЖИ және информатиканың үлкен көлемдегі деректерді жинап, алгоритмдерді пайдалана отырып машинаның адам миы сияқты үйренуіне көмектесетін саласы.

³ ACAPS (бастапқыда – Assessment Capacities Project) – 2009 ж. құрылған тәуелсіз коммерциялық емес ұйым. Ол дағдарыстар, апаттар және төтенше жағдайлар кезінде шешім қабылдауға көмектесу үшін гуманитарлық қажеттіліктерге тәуелсіз талдау, деректер мен әдістемелік құралдар ұсынуға маманданған.

қалыптастырудың теориялық және әдіснамалық негіздері жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Бұл зерттеу бағытындағы ғылыми олқылықтың сақталып отырғанын көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей ҚР-дағы жұмылдыру дайындығы жүйесі негізінен дәстүрлі тәсілдерге сүйенеді және бірқатар институционалдық және технологиялық шектеулермен сипатталады. Атап айтқанда, деректерді жинау мен өңдеудің фрагментациясы, ақпараттық жүйелердің жеткіліксіз интеграциясы және нақты уақыт режимінде мониторинг пен автоматтандырылған шешім қабылдау тетіктерінің жеткіліксіздігі, жұмылдыру дайындығын бағалаудың бірыңғай цифрландырылған жүйесінің болмауы дағдарыс кезеңінде басқарушылық шешімдердің жеделдігі мен дәлдігіне кері әсер етуі ықтимал.

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей, энергетикалық қауіпсіздік саласында цифрлық мониторинг және модельдеу жүйелерін қолдану дағдарыстық тәуекелдерді алдын ала анықтауға және инфрақұрылымның орнықтылығын арттыруға мүмкіндік береді. Мұндай жүйелер нақты уақыт режимінде деректерді өңдеу, тәуекелдерді болжау және ресурстар балансын басқару функцияларын қамтиды.

ҚР үшін энергетика саласы экономиканың базалық секторларының бірі болып табылады және оның тұрақты қызметі ұлттық қауіпсіздікпен тікелей байланысты. Сондықтан энергетикалық жүйенің жұмылдыру дайындығын бағалау, басқару және үздіксіз мониторингтеу ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды міндет болып саналады. Бұл міндеттерді шешу энергетика саласын жұмылдыру контекстінде цифрлық трансформациялау арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Цифрлық шешімдер сала объектілерінің дағдарыстық жағдайларында үйлесімді және жедел жұмыс істеуін қамтамасыз етіп, бейбіт кезеңде тиімді мониторинг пен талдауға мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасының энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің интеграцияланған цифрлық жүйесін қалыптастырудың теориялық негіздерін әзірлеуге және оны жетілдіруге бағытталған практикалық ұсыныстар ұсынуға негізделген. Жұмыс барысында жұмылдыру дайындығы мен энергетикалық қауіпсіздік саласындағы цифрлық жүйелердің теориялық негіздері жан-жақты зерттеліп, халықаралық тәжірибеге талдау жасалды, сондай-ақ қолданыстағы жұмылдыру дайындығы мониторингін жүйесінің қазіргі жай-күйі жан-жақты қарастырылды.

Зерттеудің негізгі объектісі ретінде ҚР энергетика саласының жұмылдыру дайындығын қамтамасыз ету жүйесі таңдалды, ал пәні болып энергетика саласының жұмылдыру дайындығын мониторингтеуге арналған цифрлық басқару

ақпараттық-талдамалық механизмдері айқындалды.

Аталмыш еңбектің ғылыми жаңалығы мынадай бағыттармен сипатталады:

- энергетика саласының жұмылдыру дайындығын бағалауға арналған көрсеткіштер жүйесі негізінде интеграцияланған цифрлық мониторинг моделі ұсынылды;
- мемлекеттік органдар мен энергетикалық кәсіпорындардың ақпараттық ресурстарын біріктіруге мүмкіндік беретін цифрлық өзара іс-қимыл архитектурасы әзірленді;
- нақты уақыт режимінде мониторинг жүргізу мен тәуекелдерді болжауды қамтамасыз ететін функционалдық құрылым қалыптастырылды.

Ғылыми ізденістің негізгі гипотезасы ретінде энергетика саласының жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің бірыңғай цифрлық жүйесін енгізу басқарушылық шешімдердің жеделдігін едәуір арттырып, дағдарыстық жағдайларда энергетикалық инфрақұрылымның тұрақтылығын қамтамасыз ету тиімділігін жоғарылатады деген тұжырым негізге алынды. Қойылған міндеттерді шешу барысында жүйелік талдау, салыстырмалы талдау, институционалдық талдау, сараптамалық бағалау және контент-талдау сынды ғылыми әдістер қолданылды.

Нәтижелер және талқылау

Энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын цифрландырудың теориялық және институционалдық алғышарттары

Энергетика саласы ұлттық экономикалардың орнықты дамуын қамтамасыз ететін стратегиялық секторлардың бірі болып табылады. Оның тұрақты қызметі экономикалық өсімге, өнеркәсіптік өндірістің үздіксіздігіне және мемлекеттің ұлттық қауіпсіздік деңгейіне тікелей ықпал етеді. Қаржылық және экономикалық дағдарыстар энергетикалық қауіпсіздікке тікелей әсер ететін негізгі тәуекелдер ретінде қарастырылады. Энергия ресурстары экономиканың «қан тамыры» ретінде сипатталып, олардың үздіксіз жеткізілуі барлық салалардың тұрақты жұмыс істеуінің негізін құрайды. Осы себепті ҚР-нда энергетика саласының стратегиялық маңызы мемлекеттің бағдарламалық құжаттарда айқын бекітілген.

«Қазақстан-2050» Стратегиясында энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында ұзақ мерзімді перспективада көмірсутегі ресурстарының стратегиялық резервін қалыптастыру қажеттілігі көрсетілген [1]. Бұл резерв елдің энергетикалық тұрақтылығын арттырып, ықтимал дағдарыстар жағдайында қауіпсіздік тетігі ретінде қызмет етеді.

Энергетикалық қауіпсіздік ұлттық қауіпсіздік жүйесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. «Қазақстан Республикасының ұлттық қа-

үйсіздік туралы» заңда ықтимал қауіп-қатерлерді уақытылы анықтау, болжау, талдау және алдын алу міндеттері бекітілген⁴. Қазіргі кезеңде бұл міндеттерді тиімді іске асырудың негізгі құралы ретінде цифрлық технологиялар қарастырылады. Осыған байланысты энергетикалық ресурстардың жай-күйін, стратегиялық қорлардың көлемін және инфрақұрылым объектілерінің дайындық деңгейін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік беретін цифрлық мониторинг жүйелерін енгізу өзекті міндетке айналуға.

Мемлекет басшысы Қ. Тоқаевтың 2025 ж. ЖИ дәуіріндегі Қазақстан алдында тұрған міндеттерге арнаған Жолдауында Қазақстанды үш жыл ішінде толық цифрлық мемлекетке айналдыру міндеті қойылған⁵. Осы бағытта энергетика саласын цифрландыру және деректерге негізделген басқару жүйелерін енгізу стратегиялық басымдық ретінде айқындалған.

ҚР-ның мұнай өңдеу саласын дамыту тұжырымдамасында (2025–2040 ж.ж.) активтерді басқарудың цифрлық жүйелерін енгізу, жабдықтардың жай-күйін онлайн мониторингтеу және тәуекелге негізделген басқару тәсілдерін дамыту көзделген. Бұл өнеркәсіптік қауіпсіздікті арттыруға және цифрлық инфрақұрылымның сенімділігін қамтамасыз етуге бағытталған. Алайда көрсетілген шаралар негізінен өндірістік активтерді басқаруға бағытталған және жұмылдыру дайындығы көрсеткіштерін мониторингтеу мәселелерін толық қамтымайды.

Халықаралық тәжірибеде стратегиялық резервтерді қалыптастыру және оларды мониторингтеу нақты регламенттелген. Мысалы, Ұлыбританияның DECC⁶ құжаты төтенше жағдайларда пайдалану үшін 22 күндік мұнай мен мұнай өнімдерінің стратегиялық қорын қалыптастыруды қарастырады [7]. Еуропалық Одақтың негізгі директивасында ЕО мүше мемлекеттеріне орташа тәуліктік таза импорттың 90 күніне немесе ішкі тұтынудың 61 күніне баламалы деңгейде ең аз мұнай қорын сақтауды міндеттейді [8]. Ал Халықаралық Энергетикалық Агенттік (IEA (ағыл. The International Energy Agency) / АҚШ стандарттары) бойынша АҚШ пен IEA басқа да мүше елдері үшін мұнай жеткізудегі дағдарыстарға қарсы тұру мақсатында кемінде 90 күндік таза мұнай импорты көлемінде төтенше резерв қорын ұстауы тиіс [9]. Бұл халықаралық тәжірибе мен көрсеткіштер Қазақстан Республикасы үшін де энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында стратегиялық қорларды басқару мен цифрлық бақылау жүйесін жетілдіру қажеттігін көрсетеді].

Сонымен қатар стратегиялық қорлар жөніндегі ақпараттың едәуір бөлігі әлі де дәстүрлі есепке алу және есептілік тетіктері арқылы қалыптастырылып, өңделеді, бұл деректердің жеделдігі мен өзектілігін төмендетуі мүмкін.

Демек, халықаралық тәжірибе стратегиялық қорлардың көлемін сақтау ғана емес, оларды цифрлық технологиялар арқылы үздіксіз бақылау мен болжау жүйелерін қалыптастырудың да маңыздылығын көрсетеді.

Зерттеу тақырыбының маңыздылығы ҚР-ның 1997 ж. «Жұмылдыру дайындығы мен жұмылдыру туралы» Заңымен айқындалған. Заңнама бойынша жұмылдыру жүйесінің негізгі принциптеріне:

- жұмылдыру дайындығының міндеттілігі;
- орталықтандырылған басқару;
- алдын ала жоспарлау;
- аумақтық және салалық үйлесімділік;
- тұрақты бақылау жатады жатады⁷.

Аталған қағидаттарды іске асыру үшін жұмылдыру ресурстарының жай-күйі туралы ақпараттың өзектілігі, толықтығы және қолжетімділігі қамтамасыз етілуі тиіс. Бұл міндеттерді орындау қазіргі жағдайда интеграцияланған цифрлық мониторинг жүйелерін пайдалануды талап етеді.

ҚР-нда жұмылдыру дайындығын үйлестіру уәкілетті орган арқылы жүзеге асырылады (ҚР Ұлттық экономика министрлігінің Арнайы бағдарламалар комитеті). Соңғы жылдардағы нормативтік-құқықтық базаның жаңартылуы, сондай-ақ «Жұмылдыру туралы» жаңа заң жобасының әзірленуі осы салада геосаяси және технологиялық талаптарға бейімделген жаңа басқару тетіктерін енгізу қажеттігін көрсетеді.

Осылайша, жүргізілген институционалдық талдау ҚР-нда энергетика саласының жұмылдыру дайындығын нормативтік-құқықтық қамтамасыз ету жүйесінің қалыптасқанын көрсетеді. Сонымен бірге жұмылдыру ресурстарын нақты уақыт режимінде есепке алу, мониторингтеу және болжау функцияларын орындайтын бірыңғай цифрлық платформаның болмауы осы саладағы негізгі институционалдық және технологиялық шектеу болып табылады. Бұл энергетика саласының жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің интеграцияланған цифрлық жүйесін қалыптастыру қажеттігін негіздейді.

Энергетика саласын цифрландыру және ресурстарды жұмылдырудың теориялық негіздері мен халықаралық тәжірибесі

Энергетика саласын цифрландырудың тиімділігі екі деңгейлі сипатқа ие: біріншіден,

⁴ Қазақстан Республикасының Ұлттық қауіпсіздігі туралы Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 6 қаңтардағы № 527-І.

⁵ «Жасанды интеллект дәуіріндегі Қазақстан: өзекті мәселелер және оны түбегейлі цифрлық өзгерістер арқылы шешу». Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2025 жылғы 8 қыркүйектегі Қазақстан халқына Жолдауы. 2012. Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің «Қазақстан Республикасының Заңнама және құқықтық ақпарат институты» ШЖҚ РМҚ.

⁶ Ұлыбританияның DECC құжаты: UK Emergency Oil Stocking Guidance.

⁷ «Жұмылдыру дайындығы мен жұмылдыру туралы» Қазақстан Республикасының 1997 жылғы 16 маусымдағы № 127 Заңы.

ол энергетикалық басқару (energy governance) тетіктерін жетілдіреді, екіншіден, жұмылдыру контекстінде энергия ресурстарының қорын үздіксіз бақылауға және дайындық деңгейін объективті бағалауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ цифрлық құралдар дағдарыс жағдайында жедел әрекет ету қабілетін айтарлықтай арттырады. Осыған байланысты энергетика саласындағы цифрлық трансформацияны жұмылдыру дайындығын қамтамасыз етудің институционалдық құралы ретінде қарастыруға болады.

Ғылыми тұрғыдан «ресурстарды жұмылдыру» ұғымы алғаш рет американдық зерттеуші А. Обершалл тарапынан енгізілген. Оның тұжырымдамасына сәйкес, жұмылдыру – қажетті ресурстарды уақтылы, үнемді және мақсатқа сай алу және оларды оңтайлы пайдалану процесі. Қазіргі геосаяси тұрақсыздық жағдайында бұл теория цифрлық технологиялармен толықтырылып, дағдарыстық жағдайларда жедел әрекет ету механизмінің маңызды элементіне айналды.

Индонезия зерттеушілері Қытайдың ресурстарды жұмылдыру тәжірибесін талдай отырып, жаһандық өзгерістер тек экономикалық немесе әскери қуатпен емес, ресурстарды ұйымдастыру қабілетімен де анықталатынын атап өтеді. Сондай-ақ зерттеушілер шамадан тыс орталықтандыру және есептіліктің әлсіздігі сияқты тәуекелдерді бар екенін де атап көрсетеді [6].

Осылайша, ресурстарды жұмылдыру теориясы энергетика саласындағы стратегиялық қорларды, резервтік қуаттарды және адами ресурстарды басқарудың ғылыми негізін қалыптастырады. Цифрландыру аталған ресурстарды басқарудың тиімділігін арттыратын маңызды құрал ретінде қарастырылады.

Энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде Халықаралық ұйымдардың, әсіресе UNECE

және IEA тәжірибесі маңызды роль атқарады. UNECE деректеріне сәйкес, цифрлық трансформацияның негізгі бағыттары келесі элементтерді қамтиды:

- смарт-технологиялар: электр желілерін басқару және смарт есептегіштерді енгізу;
- ЖИ: тұтынуды болжау және жүйені оңтайландыру;
- киберқауіпсіздік: инфрақұрылымның цифрлық тұрақтылығын қамтамасыз ету.

Ал IEA мұнай, газ және электр энергетикасы секторларында дағдарысқа қарсы кешенді басқару механизмдерін қалыптастырған. Мұнай қауіпсіздігін қамтамасыз ету бағытында IEA стратегиялық мұнай қорларын басқару жүйесін енгізген. Бұл жүйе мүше мемлекеттерден кемінде 90 күндік мұнай импортына тең резервтік қор сақтауды талап етеді. Сонымен қатар, мұнай нарығының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін сұранысты қысқарту бағдарламалары және ұжымдық әрекет ету тетіктері қолданылады.

IEA тәжірибесі энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде цифрлық мониторингтің, деректерге негізделген басқарудың және интеллектуалды энергетикалық жүйелердің маңызы артып келе жатқанын көрсетеді. Бұл технологиялар энергетикалық жүйелердің тұрақтылығын арттырып, дағдарыстық жағдайларда жедел шешім қабылдауға мүмкіндік береді [3, 10]. UNECE мен IEA тәжірибесін салыстырмалы талдау халықаралық ұйымдардың энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде цифрлық мониторинг, деректерге негізделген басқару және тәуекелдерді алдын ала бағалау жүйелеріне басымдық беретінін көрсетеді.

Төмендегі суреттен UNECE кейс-стадилері негізінде авторлармен әзірленген энергияны цифрландырудың заманауи үрдістерін көруге болады [3].



Сурет 1. Энергияны цифрландырудағы қазіргі үрдістер
Figure 1. Current Trends in the Digitalization of Energy

2022 жылдан кейінгі Украинадағы энергетикалық дағдарыс қазіргі энергетикалық жүйенің осалдығын көрсетті. ACAPS есебіне сәйкес, инфрақұрылымға жасалған жүйелі шабуылдар 2024 ж. ортасына қарай генерация қуатын 50%-ға дейін қысқартты, бұл гуманитарлық дағдарысқа әкелді. Соның салдарынан миллиондаған халық уақытша электр энергиясынан қалды, ал кей өңірлерде жоспарлы өшірулер тәулігіне 8–20 сағатқа дейін созылды. Бұл жағдай келесі стратегиялық сабақтарды көрсетеді:

- төзімділік: жүйені жылдам қалпына келу қабілеті.
- резервтік қуаттар: мобильді генерацияның маңызы.
- цифрлық мониторинг: жедел бағалау және энергия ағындарын қайта бөлу [4].

Энергетикалық инфрақұрылымға жасалған шабуылдар тек энергетика саласына ғана емес, су, жылу, медицина, телекоммуникация және көлік жүйелерінің тұрақтылығына да әсер етеді. Электр энергиясының ұзақ үзілуі әлеуметтік осал топтарға елеулі қауіп төндіріп, экономикалық белсенділіктің төмендеуіне әкеледі. Украина тәжірибесі энергетикалық жүйенің орнықтылығы жұмылдыру дайындығымен, резервтік қуаттармен және дағдарыстық басқару тиімділігімен тығыз байланысты екенін көрсетеді.

ACAPS деректеріне сәйкес, бұл шабуылдар энергетикалық жүйенің тек физикалық емес, сонымен қатар басқару және резервтік қуаттарды іске қосу қабілетіне де қысым түсірді. Қалпына келу уақыты ұзарды және авариялық режим жиілігі артты [4]. Бұл жағдай энергетикалық жүйенің тұрақтылығы тек генерацияға ғана емес, оның төзімділігіне (resilience), резервтік қуаттарға және цифрлық басқару жүйелеріне тәуелді екенін дәлелдейді.

Осылайша Украина тәжірибесі алдын ала мониторинг, тәуекелдерді цифрлық бағалау және жедел әрекет ету жүйелерінің стратегиялық маңызын көрсетті. Жүргізілген халықаралық тәжірибені талдау нәтижелері энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің интеграцияланған цифрлық жүйесін қалыптастыру қажеттігін көрсетеді. Мұндай жүйе энергетикалық инфрақұрылымның жай-күйін нақты уақыт режимінде бақылауға, тәуекелдерді автоматты бағалауға және дағдарыстық сценарийлерді модельдеуге мүмкіндік береді.

Халықаралық тәжірибеден алынған сабақтарды Қазақстан жағдайына бейімдеу кезінде ұлттық энергетикалық жүйенің ерекшеліктерін ескеру қажет. Қазақстанның энергетикалық жүйесі кең аумақта таралған орталықтандырылған инфрақұрылымға, магистральдық электр желілеріне және мұнай-газ кешеніне тәуелді. Энергетикалық инфрақұрылымның орнықтылығын бағалау

кезінде әлеуметтік және гуманитарлық факторлар да ескерілуі қажет: халық саны, медициналық мекемелер және стратегиялық объектілерге әсері. Сонымен қатар, қысқы жүктеме, peak-load модельдеу, генерация мен импорт теңгерімі және резервтік қуаттар ерекше маңызға ие.

Осылайша, энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің цифрлық жүйесін қолданыстағы цифрлық платформалармен интеграциялау арқылы қалыптастыру Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін күшейтуге мүмкіндік береді.

Украиналық ғалымдар К. Афанасьев, М. Бохорка, М. Безпарточныйдың зерттеулерінде әскери жағдайдағы энергетикалық қауіпсіздікті ресурстық, логистикалық және ақпараттық тұрғыдан қарастырып, киберқауіптердің артып келе жатқанын көрсетеді. Авторлар сүйенген Ponemon Institute⁸ деректері киберқауіптердің 75%-ы, Soha Systems⁹ деректері 63%-ы үшінші тараптармен байланысты екенін анықтаған. Бұл энергетика саласындағы цифрлық платформаларды әзірлеу кезінде киберқауіпсіздік талаптарын жүйенің негізгі архитектуралық элементтерінің бірі ретінде қарастыру қажеттігін көрсетеді [5].

Әлемдік энергетикадағы цифрландырудың дамуының заманауи тенденцияларын зерттеген И.А. Максимцев, К.Б. Костин, О.А. Онуфриева сияқты ресейлік зерттеушілер халықаралық тәжірибеге сүйене отырып, цифрлық трансформация өзара байланысты бес бағыттағы үйлестірілген жұмысқа негізделуі тиіс деген тұжырым жасаған. Олар:

- 1) Саланы цифрлық трансформациялауға арналған жағдайлар;
- 2) Компанияларды цифрлық трансформациялау;
- 3) Ағымдағы қызметке цифрлық шешімдерді енгізу;
- 4) Саладағы цифрлық трансформацияға институционалдық қолдау көрсету;
- 5) Жаңа кәсіпорындарды дамыту үшін цифрлық шешімдерді енгізу.

Авторлардың пікірінше, энергетикалық кәсіпорынның жұмысы жүзеге асырылатын бірыңғай цифрлық экосистемінің құру орынды.

Цифрлық трансформациялау тек технологиялық шешімдерден ғана емес, институционалдық қолдауға негізделген жүйелі шешімдерді қажет ететінін көрсетеді. Бұл жағдайлар біздің көтеріп отырған саланың дағдарысқа төзімділігін арттыратын бірыңғай цифрлық экосистемінің қалыптастыру қажеттігін дәлелдей түседі [10].

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей, ҚР үшін энергетика саласында жұмылдыру дайындығын цифрлық мониторингтеу тек технологиялық емес, стратегиялық қауіпсіздік мәселесі болып табылады. Зерттеу нәтижелері энергетика

⁸ Ponemon Institute — ақпараттық қауіпсіздік және дербес деректерді қорғау саласындағы тәуелсіз зерттеулер жүргізетін америкалық ғылыми-зерттеу орталығы.

⁹ Soha Systems — кәсіпорындарға арналған қауіпсіз қашықтан қолжетімділікті қызмет ретінде (Secure Access as a Service) ұсынушы америкалық компания.

ка ұйымдарында киберқауіпсіздікті қамтамасыз етуге жүйелерінің жүйелі жолға қойылғанын көрсетті. Дегенмен, біз ұсынып отырған жұмылдыру контексіндегі цифрлық платформа жабық контурға арналған, сондай-ақ саланың қауіпсіздігіне әсер ететін сезімтал ақпараттарды құрайтын болғандықтан заманауи қорғаныс құралдарын енгізуді талап етеді. Шетел тәжірибелеріндегі SISHANKAMRATA¹⁰ секілді қорғаныс доктриналары цифрландыру арқылы айтарлықтай жетілдірілуі мүмкін. Аталған жүйе ерте ескерту (early detection) мүмкіндіктерін күшейтуге және ұлттық ресурстарды бірыңғай цифрлық платформаға біріктіруге және төтенше жағдайлар кезінде үйлестіру тиімділігін арттыруға жағдай жасайды [5].

Осылайша, жүргізілген теориялық және халықаралық тәжірибені талдау энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің заманауи модельдерді цифрлық мониторингке, тәуекелдерді болжауға, стратегиялық резервтерді басқаруға және жедел шешім қабылдау жүйелеріне негізделетінін көрсетті. Бұл ҚР-ның энергетика саласында жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің интеграцияланған цифрлық жүйесін қалыптастырудың ғылыми негізділігін дәлелдейді.

Энергетика саласының цифрландырылуының қазіргі жай-күйі және жұмылдыру мониторингі мәселелері

Жүргізілген талдау ҚР-ның энергетика саласында соңғы жылдары ауқымды цифрлық трансформация үдерістерінің жүзеге асырылып жатқанын көрсетті. Цифрлық трансформацияның негізгі бағыты салалық ақпараттық жүйелерді интеграциялау арқылы бірыңғай цифрлық деректер экожүйесін қалыптастыру болып табылады.

Қазіргі уақытта энергетика саласында бірқатар мамандандырылған ақпараттық жүйелер жұмыс істейді. Олардың қатарында ҚР-ның Жер қойнауын пайдаланудың бірыңғай платформасы (бұдан әрі – ЖҚП)¹¹, Мұнай мен газ конденсатын есепке алу ақпараттық жүйесі, мұнай өнімдерінің қозғалысын бақылау жүйелері және салалық интеграциялық платформалар бар. Аталған жүйелер жер қойнауын пайдалану, көмірсутек ресурстарын өндіру, тасымалдау және өткізу процестерін цифрлық форматта бақылауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, бұл жүйелер өндірістік және технологиялық процестерді басқарудың жоғары деңгейін қамтамасыз еткенімен, олардың функционалдық архитектурасында жұмылдыру дайындығын бағалау және мониторингтеу көрсеткіштері толық қамтылмаған. Салалық

ақпараттық жүйелер мемлекеттік ақпараттық ресурстармен және ведомстваралық платформалармен кең көлемде интеграцияланған. Олардың қатарына заңды және жеке тұлғалардың мемлекеттік дерекқорлары, Е-Статистика¹² және Е-лицензиялау¹³ жүйелері, «Ашық деректер» ұлттық порталы¹⁴, электрондық сауда алаңдары, SmartDataUkimet платформасы¹⁵, халыққа қызмет көрсету орталықтарының ақпараттық жүйелері және минералдық ресурстардың ұлттық деректер банкі жатады. Мұндай интеграциялар мемлекеттік органдар арасындағы деректер алмасуды автоматтандыруға және салалық басқарудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Энергетика секторындағы цифрлық бақылаудың маңызды элементтерінің бірі мұнай өнімдерінің айналымын мониторингтеу жүйелері болып табылады. Осы бағытта мұнай өнімдерінің қозғалысын қадағалауға арналған OilTrack платформасы¹⁶ мен бақылау-есепке алу аспаптары арқылы нақты уақыт режимінде деректер жинау жүйелері енгізілген. Бұл технологиялар мұнай өңдеу зауыттары, мұнай базалары және жанармай кю станциялары деңгейінде отын қозғалысының ашықтығын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, энергетика саласын кешенді цифрландыру мақсатында отын-энергетика кешенінің барлық сегменттерін біріктіруге бағытталған «EnergyTech» бірыңғай цифрлық платформасын¹⁷ қалыптастыру жұмыстары жүргізілуде. Платформа салалық деректерді орталықтандыруды, өндірістік көрсеткіштерді нақты уақыт режимінде мониторингтеуді және интеллектуалды басқару шешімдерін қолдауды көздейді [11]. Алайда қолжетімді ақпараттарды талдау оның функционалдық мүмкіндіктері негізінен өндірістік және технологиялық басқару міндеттеріне бағытталғанын көрсетеді.

Талдау нәтижелері энергетика саласының негізгі субъектілері – «ҚазМұнайГаз» ҰК АҚ, «QazaqGaz» ҰК АҚ, «KEGOC» АҚ және «Samruk Energy» АҚ ұйымдарында өндірістік және басқарушылық процестерді цифрландыру бағытында жүйелі жұмыстар жүргізіп отырғанын көрсетті. Ұйымдарда корпоративтік ақпараттық жүйелер, өндірістік мониторинг платформалары және деректерді талдау құралдары кеңінен енгізілген. Бұл өз кезегінде өндірістік процестердің тиімділігін арттыруға және тәуекелдерді басқаруға мүмкіндік береді. Сонымен бірге жүргізілген талдау қолданыстағы цифрлық жүйелердің басым бөлігі өндірістік, экономикалық және өкімшілік міндеттерді шешуге бағытталғанын көрсетті. Қазіргі ақпараттық жүйелер энергетика саласының жұмылдыру дайындығын кешенді бағалау, стратегиялық ресурстар-

¹⁰ SISHANKAMRATA — Индонезияның ұлттық қорғаныс доктринасы.

¹¹ Жер қойнауын пайдаланудың бірыңғай платформасы.

¹² Е-Статистика жүйесі — stat.gov.kz

¹³ Е-лицензиялау жүйесі

¹⁴ «Ашық деректер» ұлттық порталы

¹⁵ Smart Data Ukimet

¹⁶ Мұнай өнімдерінің қозғалысын қадағалауға арналған OilTrack платформасы

¹⁷ «EnergyTech» бірыңғай цифрлық платформасы

дың жеткіліктілігін бақылау, төтенше жағдайлар кезіндегі орнықтылықты болжау және жұмылдыру жоспарларының орындалуын мониторингтеу функцияларын толық көлемде қамтымайды.

Осылайша, Қазақстан энергетика саласының цифрлық жетілу деңгейі жоғары болғанымен, жұмылдыру дайындығын мониторингтеуге арналған интеграцияланған цифрлық құралдар жеткілікті деңгейде қалыптаспаған. Қолданыстағы платформаларда жұмылдыру көрсеткіштерін жинау мен талдаудың бірыңғай әдіснамасы жоқ, ал әртүрлі ақпараттық жүйелер арасындағы деректер интеграциясы шектеулі сипатта қалып отыр.

ҚР отын-энергетика кешенінің АТО АҚ қызметін талдау

Жүргізілген талдау нәтижелері ҚР-ның энергетика саласындағы цифрлық трансформация үдерістерінің бірнеше институционалдық кезеңдерден өткенін көрсетті. Осы процестегі негізгі үйлестіруші құрылымдардың бірі ҚР ЭМ-нің отын-энергетика кешенінің (бұдан әрі – ОЭК) АТО АҚ болып табылады. Орталық 1992 ж. ҚР ЭМ-нің бұйрығымен құрылып, бүгінгі күнге дейін саланың тұрақты жұмысын мониторингтеу, талдау және басқарушылық шешімдерді ақпараттық қолдау функцияларын жүзеге асырып келеді [1].

Зерттеу барысында нормативтік құжаттарға, ресми ақпараттық ресурстарға және сараптамалық сұхбат материалдарына жүргізілген талдау АТО АҚ-ның энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйесіндегі маңызды институционалдық элемент екенін көрсетті. Сонымен қатар жүргізілген сараптамалық талдау дағдарыстық жағдайларда әрекет ету алгоритмдерінің жекелеген цифрлық жүйелерде ішінара енгізілгенін көрсетті. Әсіресе жұмылдыру дайындығы тұрғысынан алғанда деректерді жинақтау, сақтау, өңдеу, резервтік байланыс арналарының тұрақтылығын қамтамасыз ету және ведомствоаралық өзара іс-қимылды цифрлық форматта ұйымдастыру мәселелері жеткілікті деңгейде шешілмеген.

АТО АҚ-ның қазіргі таңдағы қызметі мен мүмкіндіктерін, соның ішінде жұмылдыру дайындығы бойынша қызметін мына салыстымалы талдау нәтижелерінен көруге болады.

Зерттеу мәселесінің практикалық маңызы автормен және АТО АҚ қызметшілерімен 2026 ж. екі рет дағдарыстық оқу-жаттығу жиындарына қатысу арқылы апробациядан өткізілді. Оқу-жаттығу нәтижелері жұмылдыру дайындығы бойынша ақпараттарды жинау, өңдеу және мониторингтеудің цифрлық жүйесін жетілдірудің өзектілігін айқындады.

Авторлар жүргізген сараптамалық сұхбаттардың нәтижелері энергетика саласында жұмылдыру дайындығын қамтамасыз етуге бағытталған цифрлық шешімдерді қолдану деңгейі әлі де жеткіліксіз екенін көрсетті. Әсіресе авариялық қорлар, кадрлық резервтер, материалдық-техникалық ресурстар, қаржылық қамтамасыз ету

құралдары және құлақтандыру жүйелері жөніндегі ақпараттарды нақты уақыт режимінде жинау мен мониторингтеу толық автоматтандырылмаған. Талдау нәтижелері көрсеткендей, қазіргі жағдайда ЭМ мен отын-энергетика кешені ұйымдары арасындағы деректер алмасу көбінесе ведомстволық ақпараттық жүйелер шеңберінде жүзеге асырылады. Бұл ақпараттың өзектілігіне, жеделдігіне және басқарушылық шешімдердің қабылдану жылдамдығына әсер етуі мүмкін. Осыған байланысты энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын бағалау көрсеткіштерін қолданыстағы ақпараттық жүйелермен интеграциялау қажеттілігі туындайды. Алдыңғы бөлімде қарастырылған халықаралық тәжірибе (IEA, UNECE және басқа да халықаралық ұйымдар) энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде цифрлық мониторинг пен деректерге негізделген басқарудың маңызды рөл атқаратынын көрсетті. Осы тұрғыдан алғанда АТО АҚ-ның қызметі энергетика саласындағы дағдарысқа қарсы басқару жүйесінің базалық элементі ретінде қарастырылуы мүмкін.

Ғылыми тұрғыдан алғанда, энергетика саласының жұмылдыру дайындығын цифрлық басқаруға көшіру энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Заманауи цифрлық платформалар энергетикалық жүйенің жай-күйін нақты уақыт режимінде бақылауға, тәуекелдерді алдын ала бағалауға, ықтимал сценарийлерді модельдеуге және төтенше жағдайлар кезіндегі басқарушылық шешімдердің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, жүргізілген талдау АТО АҚ-ның энергетика саласын өндірістік көрсеткіштер мен ағымдағы деректер негізінде мониторингтеу және үйлестіру бағытындағы функционалдық мүмкіндіктері жеткілікті қалыптасқанын көрсетті. Сонымен бірге жұмылдыру дайындығын бағалау, стратегиялық ресурстарды бақылау, кадрлық резервтерді басқару және дағдарыстық сценарийлерді модельдеу функцияларын қамтитын бірыңғай цифрлық мониторинг жүйесінің болмауы осы саладағы негізгі институционалдық және технологиялық шектеулердің бірі екенін айқындады. Бұл энергетика саласының жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің интеграцияланған цифрлық платформасын қалыптастыру қажеттілігін ғылыми тұрғыдан негіздейді.

Зерттеу аясында энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығы мен цифрландыру деңгейін бағалау мақсатында сараптамалық сауалнама жүргізілді. Сауалнамаға мемлекеттік органдар мен отын-энергетика кешені ұйымдарының сала мамандары мен жұмылдыру органы мамандары қатысты. Жалпы респонденттер саны 85 адамды құрады. Сауалнама 2025–2026 ж.ж. аралығында жүзеге асырылып, энергетикалық қауіпсіздік пен жұмылдыру дайындығының қазіргі жай-күйін бағалауға бағытталды.

Кесте 1. «ҚР отын-энергетика кешенінің Ахуалдық-талдау орталығы» АҚ-ның қазіргі қызметі мен жұмылдыру дайындығы мүмкіндіктері туралы салыстырмалы кесте
Table 1. Comparative Table of the Current Activities and Mobilization Readiness Capabilities of Situational and Analytical Center of the Fuel and Energy Complex of the Republic of Kazakhstan JSC

Күнделікті қызметте In Day-to-Day Activities	Жұмылдыру дайындығы контекстінде In the Context of Mobilization Preparation
1. Жиынтық ақпаратты қалыптастыру / Compilation of Consolidated Information	
ЖҚП арқылы келіп түсетін деректер, сондай-ақ қолданыстағы тәртіпте көзделген жағдайларда электрондық пошта арқылы ұсынылатын мәліметтер негізінде қалыптастырылады. Data received through publicly accessible platforms (ЖҚП) are compiled based on information, as well as information submitted by email in cases provided for by the applicable procedure.	Дағдарыстық жағдайда ақпараттарды жинақтау ҚР Төтенше жағдай министрлігінің (бұдан әрі – ТЖМ) жоспарлау және жедел басқару орталығымен біріктірілген ақпараттық жүйеде іске асырылады. Ал, жұмылдыру дайындығы ақпараттарын қалыптастыру жолға қойылмаған. The collection and consolidation of information in a crisis situation are carried out in an information system integrated with the Center for Planning and Operational Management of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan (hereinafter referred to as the MES). At the same time, the collection of information on mobilization preparation has not been established.
Жиынтық ақпаратты қалыптастыру алгоритмі мынадай кезеңдерді қамтиды: The algorithm for compiling consolidated information includes the following stages:	
– бастапқы ақпаратты жинау; – мәліметтердің толықтығын, уақтылығын және дұрыстығын тексеру; – алынған деректерді өзара салыстыру және сәйкессіздіктерді анықтау; – қажеттілігіне қарай ақпаратты нақтылау; – деректерді бірыңғай жиынтық кестелер мен талдамалық материалдарға біріктіру; – жедел тәуліктік және айлық есептерді, анықтамаларды, талдамалық жазбаларды, презентациялық материалдарды, сондай-ақ ҚР ЭМ. және басқа да мемлекеттік органдарға арналған есептерді дайындау. – collection of initial information; – verification of the completeness, timeliness, and reliability of the information; – comparison of the data received and identification of discrepancies; – clarification of information as necessary; – consolidation of data into unified summary tables and analytical materials; – preparation of operational daily and monthly reports, statements, analytical notes, presentation materials, as well as reports for the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan and other government bodies	– бүгінгі таңда жұмылдыру дайындығы бойынша ақпараттар жинақталмайды; – зерттеу ұсыныстары автормен ЭМ-нің Цифрландыру департаментімен бірлесе жұмылдыру дайындығын цифрландырудың техникалық тапсырмаларын пысактау сатысында. – as of today, information on mobilization preparation is neither collected nor consolidated; – the proposals based on the findings of the study are currently at the stage of developing technical specifications for the digitalization of mobilization preparation by the author in cooperation with the Department of Digitalization of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan.
2. Ақпараттың келіп түсу көздері / Sources of Information	
Мынадай субъектілерден ақпарат алады: – жер қойнауын пайдаланушылардан; – мұнай өңдеу зауыттарынан; – газ өңдеу зауыттарынан; – шағын мұнай өңдеу зауыттарынан; – мұнай базаларынан; – жергілікті атқарушы органдардан; – мұнай мен мұнай өнімдерін тасымалдау операторларынан; – ОӘК өзге де ұйымдарынан. Information is received from the following entities: – from subsoil users; – from oil refineries; – from gas processing plants; – from small oil refineries; – from oil depots; – from local executive bodies; – from operators responsible for the transportation of oil and petroleum products; – from other organizations of the fuel and energy complex.	– жұмылдыру дайындығы бойынша ақпараттарға мониторинг жүргізілмейді. – monitoring of information on mobilization preparation is not conducted.
Тәуліктік және айлық ақпарат ақпараттық жүйе – ЖҚП арқылы, сондай-ақ АТО АҚ, электрондық поштасы арқылы келіп түседі: – мұнай мен газды ішкі нарыққа және экспортқа тасымалдау туралы; – жергілікті атқарушы органдардан – мұнай өнімдері мен сұйытылған мұнай газының бөлшек саудадағы бағалары туралы; – мұнай базалары және оны жалға алушылардан – сақтау орындарындағы мұнай өнімдерінің қалдықтары туралы. Daily and monthly information is received through the information system — ЖҚП, as well as by email by SAC JSC: – on the transportation of oil and gas to the domestic market and for export; – from local executive bodies — on retail prices for petroleum products and liquefied petroleum gas; – from oil depots and their tenants — on petroleum product stocks at storage facilities.	– ақпарат жинақтау жолға қойылмаған; – зерттеу нәтижелері арқылы техникалық мүмкіндіктер пысықталуда. – the collection and consolidation of information have not been established; – technical capabilities are being explored based on the findings of the study.

Күнделікті қызметте In Day-to-Day Activities	Жұмылдыру дайындығы контекстінде In the Context of Mobilization Preparation
3. Дағдарыстық жағдайлар кезіндегі жұмыс / Work in Crisis Situations	
Ақпарат мынадай көздерден келіп түседі: – ҚР ТЖМ; – жер қойнауын пайдаланушылардан; – мұнай өңдеу зауыттарынан; – мұнай-газ кешенінің басқа да ұйымдарынан. Төтенше жағдай туралы ақпарат келіп түскеннен кейі АТО АҚ мамандары: – ақпаратты процеске қатысушылардан жедел түрде растайды; – нақтылаушы мәліметтерді жинайды; – ақпаратты АТО АҚ мен ЭМ басшылығына дереу жеткізеді. Жағдай толық тұрақтанғанға дейін тұрақты мониторинг жүргізіледі. Ақпарат тұрақты түрде жаңартылады, негізгі көрсеткіштердің өзгеруі талданады, тәуекелдер бағаланады және қажеттілігіне қарай басшылыққа жедел баяндалады. Information is received from the following sources: – Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan (MES RK); – from subsoil users; – from oil refineries; – from other organizations of the oil and gas sector. Upon receiving information about an emergency situation, specialists of SAC JSC: – promptly verify the information with the parties involved in the process; – collect additional data; – immediately report the information to the management of SAC JSC and the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. Continuous monitoring is carried out until the situation is fully stabilized. Information is regularly updated, the dynamics of key indicators are analyzed, risks are assessed, and, if necessary, the management is promptly informed.	– цифрлық ақпарат жинау көздері жолға қойылмаған. – sources for collecting digital information have not been established



Сурет 2. «ҚР отын-энергетикалық кешені Ахуалдық-талдамалық орталығы» АҚ тарихы
Figure 2. History of Situational and Analytical Center of the Fuel and Energy Complex of the Republic of Kazakhstan JSC

Ескерту. АТО АҚ деректері негізінде авторлармен әзірленген



Сурет 3. Жұмылдыру саласындағы цифрландыру деңгейі

Figure 3. Digitalization in the Field of Mobilization

Цифрландыру деңгейіне қатысты сауалнама нәтижелері респонденттердің 51,8%-ы оны «орташа» деңгейде, 32,9%-ы «төмен» деңгейде, ал тек 15,3%-ы «жоғары» деңгейде деп бағалағанын көрсетті. Бұл деректер энергетика саласында цифрлық технологиялардың енгізілу қарқыны жеткіліксіз екенін және интеграцияланған цифрлық басқару жүйелерін дамыту қажеттігін айқындайды.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері ҚР-ның энергетика саласындағы жұмылдыру дайын-

дығын мониторингтеу және бағалау жүйесінде институционалдық және цифрлық даму резервтерінің бар екенін көрсетті. Зерттеу барысында ақпаратты жинау, өңдеу, верификациялау және талдау процестерінің толық автоматтандырылмағаны, ақпараттық жүйелер арасындағы деректер алмасудың жеткілікті деңгейде интеграцияланбауы және жұмылдыру дайындығын мониторингтеуге арналған бірыңғай цифрлық платформаның болмауы анықталды. Бұл факторлар ақпараттың жеделдігі мен сапасына, сондай-ақ дағдарыстық жағдайларда басқарушылық шешімдердің тиімділігіне әсер етуі мүмкін.

Сауалнама нәтижелерінде «қанағаттанарлық» деңгейдің басым болуы энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын басқарудың негізгі институционалдық тетіктері қалыптасқанымен, олардың цифрлық трансформациясы толық аяқталмағанын көрсетеді. Осыған байланысты деректерге негізделген басқару (data-driven governance) қағидаттарын енгізу, ақпараттық процестерді автоматтандыру, ведомствоаралық деректер интеграциясын күшейту және болжамдық талдау құралдарын пайдалану өзекті бағыттар ретінде айқындалады.

Зерттеудің негізгі ғылыми-тәжірибелік нәтижесі ретінде ҚР-ның энергетика саласында жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің үш деңгейлі цифрлық жүйе моделі ұсынылады. Модельдің негізгі мақсаты – энергетикалық объектілерден алынатын бастапқы ақпаратты орталықтандырылған түрде жинау, өңдеу және талдау арқылы тәуекелдерді ерте анықтау, ықтимал дағдарыстық сценарийлерді бағалау және басқарушылық шешімдерді ақпараттық қолдау.

Ұсынылып отырған модель операциялық, тактикалық және стратегиялық үш деңгейден тұрады. Деңгейлер өзара бірыңғай цифрлық ақпараттық жабық контур арқылы байланысып, ақпараттың төменнен жоғары қарай қалыптасуын және басқарушылық шешімдердің жоғарыдан төмен қарай жеткізілуін қамтамасыз етеді.

Операциялық деңгей – энергетикалық объектілер.

Бірінші деңгей энергетикалық инфрақұрылымның нақты объектілерін қамтиды: электр станциялары, жылу электр орталықтары, мұнай және газ өндіру, өңдеу және тасымалдау объектілері және басқа да стратегиялық объектілер. Бұл деңгейде SCADA¹⁸, IoT¹⁹ және автоматтандырылған есепке алу жүйелері арқылы өндіріс көлемі, отын қоры, өндірістік қуаттардың қолжетімділігі, технологиялық жабдықтардың жай-күйі, дағдарыс кезеңіндегі құлақтандыру және басқа да жедел көрсеткіштер туралы ақпарат жиналады.

Жасанды интеллекттің негізгі міндеттері:

- деректердің сапасын бастапқы бақылау;

- қалыпты көрсеткіштерден ауытқуларды анықтау;

- ықтимал техникалық және ресурстық тәуекелдерді айқындау;

- қысқа мерзімді болжам жасау.

Нәтижесінде әрбір энергетикалық объектінің ағымдағы жағдайы және анықталған тәуекелдер туралы жедел ақпарат қалыптасады.

Тактикалық деңгей – салалық және өңірлік басқару.

Екінші деңгейде энергетикалық объектілерден, салалық ұйымдардан және жергілікті атқарушы органдардан келіп түсетін ақпарат біріктіріліп, өңірлік және салалық деңгейде (электр энергетикасы, мұнай-газ, мұнайгазхимия) талданады. Бұл деңгейдің негізгі міндеті – әртүрлі дерек көздерінен алынған ақпаратты салыстыру, верификациялау және олардың өзара байланысын анықтау.

Жасанды интеллект:

- деректерді салыстырады және верификациялайды;

- ресурстардың жеткіліктілігін бағалайды;

- тәуекелдердің өңірлік деңгейдегі ықтимал әсерін анықтайды;

- дағдарыстық сценарийлерді модельдейді;

- қажетті ресурстар мен ықтимал әрекет ету шараларын айқындауға ақпараттық қолдау көрсетеді.

Мысалы, отын қорының төмендеуі, өндірістік қуаттардың қысқаруы және логистикалық шектеулер бір уақытта орын алған жағдайда, жүйе олардың өңірдің энергетикалық қамтамасыз етілуіне ықтимал әсерін кешенді түрде бағалай алады.

Стратегиялық деңгей – республикалық басқару.

Үшінші деңгейде өңірлік және салалық деңгейлерде өңделген ақпарат республикалық ауқымда жинақталады. Бұл деңгейдің мақсаты – ҚР-ның энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығының жалпы жай-күйін бағалау және стратегиялық басқарушылық шешімдерді қолдау.

Жасанды интеллект бұл деңгейде:

- орта және ұзақ мерзімді болжам жасайды;

- жиынтық тәуекелдерді бағалайды;

- әртүрлі дағдарыстық сценарийлерді салыстырады;

- энергетикалық ресурстар мен резервтердің жеткіліктілігін бағалайды;

- басқарушылық шешімдердің ықтимал салдарын модельдейді.

Нәтижесінде уәкілетті органдарға энергетика саласының жұмылдыру дайындығы туралы жиынтық аналитикалық ақпарат ұсынылады. Бұл ресурстарды қайта бөлу, резервтерді толықтыру,

¹⁸ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – Диспетчерлік басқару және деректерді жинау) – өндірістік процестерді нақты уақытта қашықтан бақылау және басқару жүйесі.

¹⁹ IoT (Internet of Things – Заттар интернеті) – физикалық құрылғылардың интернет арқылы дерек алмасып, өзара әрекеттесу жүйесі.

қосымша қуаттарды пайдалану немесе алдын алу шараларын қабылдау қажеттілігін бағалауға мүмкіндік береді.

Ұсынылып отырған модельдің негізгі ерекшелігі – үш деңгейдің дербес емес, бірыңғай цифрлық жүйе ретінде жұмыс істейі.

Кесте 2. Үш деңгейлі цифрлық жүйе моделінің негізгі мақсаттары мен міндеттер
Table 2. Core Goals and Objectives of the Three-Tier Digital System Model

Деңгей Level	Дерек көзі Source	ЖИ функциясы AI Function	Негізгі нәтиже Main Outcome
Операциялық Operational	Энергетикалық объектілер Energy facilities	Ауытқуларды анықтау, бастапқы болжам Detection of deviations, initial forecasting	Объектінің ағымдағы жағдайы және тәуекелі Current status and risks of the facility
Тактикалық Tactical	Салалық және өңірлік деректер Industry and regional data	Верификация, тәуекелдерді бағалау, сценарийлік талдау Verification, risk assessment, scenario analysis	Өңірлік және салалық тәуекелдер Regional and industry-specific risks
Стратегиялық Strategic	Жиынтық республикалық деректер Consolidated national data	Болжамдау, кешенді бағалау, шешімдерді қолдау Forecasting, comprehensive assessment, decision-making support	Энергетика саласының жалпы тұрақтылығы Overall resilience of the energy sector

Ақпараттық ағын «объект → өңір/сала → республика» бағыты бойынша қалыптасады. Ал басқарушылық шешімдер мен тиісті тапсырмалар «республика → өңір/сала → объект» бағыты бойынша жеткізіледі. Осылайша, модель кері байланысқа негізделген үздіксіз басқару циклін қалыптастырады. Үш деңгейлі цифрлық жүйенің құрамына мынадай негізгі модульдерді енгізу ұсынылады:

- энергетикалық баланс және ресурстар мониторингі;
- жұмылдыру қорларын есепке алу;
- кадрлық және материалдық резервтерді мониторингтеу;
- тәуекелдерді ерте анықтау;
- сценарийлік және болжамдық талдау;
- дағдарыстық жағдайларды визуализациялау;
- басқарушылық шешімдерді қолдау;
- құлақтандыру;
- автоматтандырылған есептілік.

Жасанды интеллект бұл модульдерде деректерді автоматты өңдеу, ауытқуларды анықтау, тәуекелдерді бағалау және болжам жасау құралы ретінде қолданылады. Бұл ретте соңғы басқарушылық шешім уәкілетті тұлғада сақталады, ал ЖИ шешім қабылдау процесін ақпараттық-талдамалық тұрғыдан қолдайды.

Ұсынылған модельді іске асыру үшін:

- энергетика саласының жұмылдыру дайындығын мониторингтейтін бірыңғай цифрлық жүйе қалыптастыру;
- ведомствоаралық деректер алмасудың бірыңғай стандарттарын енгізу;
- энергетикалық объектілерден деректерді автоматты түрде жинау мүмкіндіктерін кеңейту;

ҚОСЫМША АҚПАРАТ

Қаржыландыру көзі. Авторлар осы зерттеуді жүргізу барысында сыртқы қаржыландыру көздері болмағанын мәлімдейді.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар осы зерттеуді жүргізуге және мақаланы жариялауға байланысты нақты немесе ықтимал мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

- жұмылдыру ресурстарының бірыңғай цифрлық реестрін қалыптастыру;

- тәуекелдерді бағалау және сценарийлік болжау үшін ЖИ құралдарын енгізу;

- дағдарыстық кезеңде құлақтанырудың цифрлық жүйесін енгізу;

- ақпараттық қауіпсіздік пен деректерді қорғаудың көпдеңгейлі жүйесін қамтамасыз ету;

- ахуалдық-талдамалық орталықты ақпаратты жинау және мониторингтеумен қатар, талдау, болжау және басқарушылық шешімдерді қолдау функцияларын жүзеге асыратын цифрлық басқару орталығы ретінде дамыту ұсынылады.

Осылайша, үш деңгейлі ЖИ моделі энергетика саласындағы жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің объектілік, өңірлік-салалық және республикалық деңгейлерін біртұтас цифрлық контурға біріктіруге бағытталған. Модельдің ерекшелігі – әр деңгейде ЖИ-дің нақты басқарушылық міндетке сәйкес қолданылуында: операциялық деңгейде – ерте анықтау, тактикалық деңгейде – тәуекелдерді бағалау және сценарийлік талдау, стратегиялық деңгейде – болжамдау және шешімдерді қолдау.

Ұсынылған тәсіл ақпаратты жинау мен өңдеу уақытын қысқартуға, ведомствоаралық ақпарат алмасуды жақсартуға, жұмылдыру ресурстарының жай-күйін жедел бағалауға және ықтимал дағдарыстық жағдайларға алдын ала ден қою мүмкіндігін арттыруға бағытталған. Осы тұрғыдан алғанда, үш деңгейлі модель ҚР-ның энергетика саласында жұмылдыру дайындығын мониторингтеудің цифрлық жүйесін қалыптастырудың негізгі архитектуралық шешімі ретінде ұсынылады.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests related to this study and its publication.

Authors' contribution. All authors made substantial contributions to the conception and design

Авторлардың үлесі. Барлық авторлар зерттеу тұжырымдамасын әзірлеуге, деректерді талдауға, қолжазбаны дайындауға және редакциялауға елеулі үлес қосты, жарияланар алдында мақаланың соңғы нұсқасымен танысып, оны мақұлдады. Авторлардың негізгі үлесі келесідей бөлінді: Қалауов Н.С. – зерттеудің тұжырымдамалық негізін әзірледі, халықаралық тәжірибе мен статистикалық деректерге жүйелі талдау жасады, сондай-ақ қолжазбаның бірінші нұсқасын құрастыру және ғылыми редакциялау жұмыстарын басқарды; Қошқаров Е.Ж. – отын-энергетика кешені саласы бойынша сараптамалық бағалау жүргізді, жинақталған ақпараттың нақты объектілердің жұмылдыру дайындығы шаралары мен цифрлық қызмет мүмкіндіктеріне сәйкестігін тексерді, мәтінге мазмұндық түзетулер енгізді.

of the study, data analysis and interpretation, manuscript preparation and revision, approved the final version of the manuscript, and agreed to be accountable for all aspects of the work. The greatest contribution is distributed as follows: Nurgauzhan S. Kalauov – developed the conceptual framework of the study, conducted a systematic analysis of international practices and statistical data, and worked on drafting and scientifically editing the first version of the manuscript; Yerzhan Zh. Koshkarov – performed an expert assessment of the fuel and energy complex sector, verified the alignment of gathered data with mobilization readiness measures and digital service capabilities of specific facilities, and contributed substantive content revisions to the manuscript.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. sactek.kz [ғаламтор]. «ҚР отын-энергетикалық кешенінің ахуалдық-талдау орталығы» АҚ [жүгінген күні: 03.04.2026]. Кіру режімі: www.sactek.kz/.
2. unece.org [ғаламтор]. UNESE. Digitalization in Energy [жүгінген күні: 06.04.2026]. Кіру режім: unece.org/sustainable-energy/digitalization-energy/.
3. Mussirepova E., Koshkarov Y., Abishova G., et al. Employing AI in machine learning to assess biodiversity and guarantee ecosystem resilience // E3S Web of Conferences. 2026. Vol. 719. doi: [10.1051/e3sconf/202671901004](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202671901004).
4. Attacks on Ukraine's Energy Infrastructure: Outlook and Impact During the 2024–2025 Cold Season. ACAPS; 2024 Sept. Thematic Report.
5. Afanasyev K., Bahorka M., Bezpartochna O., et al. Current issues of security management during martial law [ғаламтор]. Košice : University of Security Management in Košice, 2022. [жүгінген күні: 15.04.2026]. Кіру режімі: zenodo.org/records/7231597.
6. Tyakhyono G., Manangkalangi G., Susanto T.H., et al. Xi Jinping's Technocratic Leadership and the Mobilization of China's National Resources: Implications for Defense Strategy and the Digitalization of the Iranian Navy // Jurnal DIALEKTIKA: Jurnal Ilmu Sosial. 2025. Vol. 23, No. 3. P. 141–152.
7. gov.uk [ғаламтор]. UK emergency oil stocking: international obligations [жүгінген күні: 16.04.2026]. Кіру режімі: www.gov.uk/government/publications/uk-emergency-oil-stocking-international-obligations.
8. eur-lex.europa.eu [ғаламтор]. Council Directive 2009/119/EC of 14 September 2009 imposing an obligation on Member States to maintain minimum stocks of crude oil and/or petroleum products [жүгінген күні: 16.04.2026]. Кіру режімі: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:265:0009:0023:EN:PDF.
9. iea.org [ғаламтор]. IEA. Agreement on an International Energy Program (IEP Agreement) / IEA Emergency Reserve Requirements [жүгінген күні: 26.04.2026]. Кіру режімі: www.iea.org/topics/energy-security.
10. Максимцев И.А., Костин К.Б., Онуфриева О.А. Современные тенденции развития цифровизации в мировой энергетике // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13, № 2. С. 869–892. doi: [10.18334/vinec.13.2.117224](https://doi.org/10.18334/vinec.13.2.117224).
11. inform.kz [ғаламтор]. KAZINFORM. Единую систему управления энергетикой создадут в Казахстане к 2027 году. [жүгінген күні: 06.09.2026]. Кіру режімі: www.inform.kz/ru/edinuyu-sistemu-upravleniya-energetikoy-sozhdadut-v-kazahstane-k-2027-godu-7bbcb7.

REFERENCES

1. sactek.kz [Internet]. Situational Analytical Center of the Fuel and Energy Complex of the Republic of Kazakhstan [cited 2026 Apr 03]. Available from: www.sactek.kz/.
2. unece.org [Internet]. UNESE. Digitalization in Energy [cited 2026 Apr 04]. Available from: unece.org/sustainable-energy/digitalization-energy/.
3. Mussirepova E, Koshkarov Y, Abishova G, et al. Employing AI in machine learning to assess biodiversity and guarantee ecosystem resilience. *E3S Web of Conferences*. 2026;719:01004. doi: [10.1051/e3sconf/202671901004](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202671901004).
4. Attacks on Ukraine's Energy Infrastructure: Outlook and Impact During the 2024–2025 Cold Season. ACAPS; 2024 Sept. Thematic Report.
5. Afanasyev K, Bahorka M, Bezpartochna O, et al. Current issues of security management during martial law [Internet]. Košice: University of Security Management in Košice; 2022 [cited 2026 Apr 15]. Available from: zenodo.org/records/7231597.
6. Tyakhyono G, Manangkalangi G, Susanto TH, et al. Xi Jinping's Technocratic Leadership and the Mobilization of China's National Resources: Implications for Defense Strategy and the Digitalization of the Iranian Navy. *Jurnal DIALEKTIKA: Jurnal Ilmu Sosial*. 2025;23(3):141–152.
7. gov.uk [Internet]. UK emergency oil stocking: international obligations [cited 2026 Apr 16]. Available from: www.gov.uk/government/publications/uk-emergency-oil-stocking-international-obligations.
8. eur-lex.europa.eu [Internet]. Council Directive 2009/119/EC of 14 September 2009 imposing an obligation on Member States to maintain minimum stocks of crude oil and/or petroleum products [cited 2026 Apr 16]. Available from: eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:265:0009:0023:EN:PDF.

9. [iea.org](https://www.iea.org) [Internet]. IEA. Agreement on an International Energy Program (IEP Agreement) / IEA Emergency Reserve Requirements [cited 2026 Apr 26]. Available from: www.iea.org/topics/energy-security.
10. Maksimsev IA, Kostin KB, Onufrieva OA. Current trends in digitalization in the global energy sector. *Russian Journal of Innovation Economics*. 2023;13(2):1087–1104. doi: [10.18334/vinec.13.2.117224](https://doi.org/10.18334/vinec.13.2.117224).
11. [inform.kz](https://www.inform.kz) [Internet]. KAZINFORM. A unified energy management system will be created in Kazakhstan by 2027. (Accessed: 06.09.2026). Available at: www.inform.kz/ru/edinuyu-sistemu-upravleniya-energetikoy-sozhdadut-v-kazahstane-k-2027-godu-7bbcb7.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ***Қалауов Нұрғажан Серикович**ORCID [0009-0002-0583-4517](https://orcid.org/0009-0002-0583-4517)e-mail: kalafov1976@mail.ru.**Қошқаров Ержан Жетпісұлы**ORCID [0009-0001-0801-0647](https://orcid.org/0009-0001-0801-0647)e-mail: yerzhan.koshkarov@astarait.edu.kz.**AUTHORS' INFO*****Nurgauzhan S. Kalauov**ORCID [0009-0002-0583-4517](https://orcid.org/0009-0002-0583-4517)e-mail: kalafov1976@mail.ru.**Yerzhan Zh. Koshkarov**ORCID [0009-0001-0801-0647](https://orcid.org/0009-0001-0801-0647)e-mail: yerzhan.koshkarov@astarait.edu.kz.

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding Author