

Код МРНТИ 52.47.17

Н.Б. Ермуханова, А.Б. Арыстанбек, А.Е. Төлеген, *А.К. Абилова
Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті (Қызылорда қ., Қазақстан)

ҚҰМКӨЛ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІК ЖЕР СІЛКІНУ ЫҚТИМАЛДЫҚТАРЫ

Андатпа. Мақалада Оңтүстік Торғай мұнай-газ аймағына жататын Құмкөл көмірсутек кен орындарының техногендік жер сілкіну ықтималдықтары қарастырылады. Кен орындарын игеруге тікелей байланысты техногендік тектоникалық қозғалыстар көптеген мұнай-газ бассейндерінде байқалады. Геодинамикалық оқиғалардың себептері болжамды факторлар болып табылады. Сейсмикалық түсірілімдер аймақтың асейсмикалық екенін көрсеткенімен, пайда болған белсенді жаңа жарықтар көлемі жыл өткен сайын ұлғаюда және жер қабатын бұрғылау кезіндегі сейсмикалық әсерлер де қатты бұзылуларға әкелуі мүмкін деген болжам бар. Себебі Құмкөл кен орнын жан-жағынан сейсмоқауіпті аймақтар қоршап жатыр. Өзірге микрожерсілкіністерді тіркеу де шектеулі. Сондықтан жер сілкінуі ықтимал мұнай-газ кен орындарында жоғары сезімтал станцияларды орналастыра отырып, мониторингтің арнайы желілерін ұйымдастыру қажеттілігі туындайды.

Түйінді сөздер: жер сілкінісі, сейсмикалық мониторинг, көмірсутекті кен орындары, сейсмогендік аймақтар, сейсмикалық карта, Құмкөл кен орны.

Probability of technological earthquakes at the Kumkol field

Abstract. The article considers the probabilities of man-made earthquakes of the Kumkol hydrocarbon deposits. Technogenic tectonic movements directly related to the development of deposits are observed in many oil and gas basins. The causes of geodynamic events are prognostic factors. Although seismic images have shown that the area is aseismic, the number of active new cracks forming is increasing every year, and it has been suggested that seismic effects during reservoir drilling can also lead to serious disturbances. Because the Kumkol deposit is surrounded by earthquake-prone zones on all sides. So far, micro-settlement registration is also limited. Therefore, there is a need to organize special monitoring networks with the placement of highly sensitive stations in oil and gas fields with potential earthquakes.

Key words: earthquake, seismic monitoring, hydrocarbon deposits, seismogenic zones, seismic map, Kumkol deposit.

Вероятность технологических землетрясений на месторождении Кумколь

Аннотация. В статье рассматриваются вероятности техногенных землетрясений Кумкольских углеводородных месторождений. Техногенные тектонические движения, непосредственно связанные с разработкой месторождений, наблюдаются во многих нефтегазоносных бассейнах. Причинами геодинамических событий являются прогностические факторы. Хотя сейсмические снимки показали, что область асейсмична, количество образующихся активных новых трещин увеличивается с каждым годом, и было высказано предположение, что сейсмические эффекты при бурении пласта также могут привести к серьезным нарушениям. Потому что месторождение Кумколь со всех сторон окружено сейсмоопасными зонами. Пока что регистрация микроземлели также ограничена. Поэтому возникает необходимость организации специальных сетей мониторинга с размещением высокочувствительных станций на нефтегазовых месторождениях с потенциальными землетрясениями.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмический мониторинг, углеводородные месторождения, сейсмогенные зоны, сейсмическая карта, месторождение Кумколь.

Кіріспе

Көмірсутек кен орындарын ұзақ уақыт игерудің нәтижесінде ауаның ілеспе газдың жану өнімдерімен, топырақтың мұнай өнімдерімен ластануынан басқа мамандар назарын геодинамикалық өзгерулер – жер бетінің қалыптан тыс деформациясымен мұнай-газ өндіру аудандарында сейсмикалық белсенділіктің артуы алаңдатууда. Осы кезге дейін АҚШ (Wilmington, Sleepy Hollow), Канада (Snipe Lake), Франция (Лак), Ресей (Ромашкин), Түркіменстан (Кум-Даг), Өзбекстанның (Газли) көмірсутек кен орындарын игеру аудандарында техногендік жер сілкіністері, соның ішінде ауыр жер сілкіністерінің көріністері тіркелген. Қазіргі уақытта геодинамикалық процестерді мақсатты зерттеу, ең алдымен, сейсмологиялық ақпаратты егжей-тегжейлі талдау негізінде жүзеге асырылады. Көмірсутек кен орындарындағы техногендік жер сілкінісі игеріліп жатқан кен орнының жақын маңында кеңістікте де, тереңдікте де болады [1].

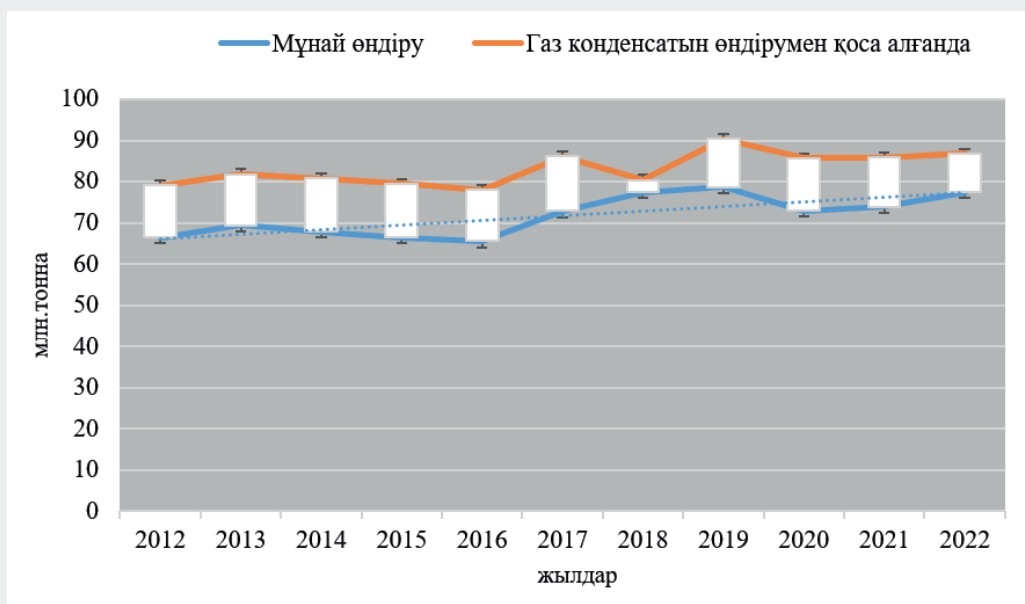
Сейсмология саласындағы заманауи әдістер ұңғымаларды зерттеудің геофизикалық әдістерін дамытуға және жетілдіруге үлкен әсер етті. Жаңа әдістердің (диэлектрлік өткізгіштік, ядролық магниттік резонанс, импульстік нейтрондық және гамма-гамма әдісі, кең жолақты акустикалық әдіс, қабатты көлбеулік зерттеу, ұңғымаларды бұрғылау процесінде зерттеу және т.б.) арқасында зерттеулер кешені едәуір кеңейді. Соның нәтижесінде Қазақстанның сейсмикалық мониторингі дәстүрлі түрде асейсмикалық болып саналатын аудандарда жер сілкіністерінің едәуір санын анықтады. Қазақстандағы жер сілкіну ықтимал аймақтарды сейсмологтар Тарбағатай-Алтай, Жонғар-Сол-

түстік Тянь-Шяньдық, Қаратау, Каспий маңы, Орталық Қазақстан сейсмоқауіпті аймақтары деп жіктейді. Сейсмоқауіпті 450 мың шаршы км алаңды қамтитын Шығыс Қазақстан, Алматы, Жамбыл, Оңтүстік Қазақстан, Қызылорда, Маңғыстау облыстарында өнеркәсіп үлесінің 30% жоғарысын құраса, тұрғын үйдің 35%, республика халқының 40%-ы тұрады. Жер сілкінісі қауіпті аймақтарда ірі қалалар мен елді мекендер, гидротехникалық ғимараттар, зиянды өндірістік өнеркәсіп орындары, жасанды су қоймалары, жарылыс қауіпі бар және улы материалдар қоймасы орналасқан [2].

Материалдар мен зерттеу әдістері

Қазақстан аумағында 200-ден астам мұнай кен орны ашылған, ол ел аумағының 62%-ын мұнай-газ аудандары алып жатыр. 2021 жылы мұнай өндіру 85.9 млн тоннаны (ішкі тұтыну үлесі – 23%), газ өндіру – 54.2 млрд текше метрді (61%) құрады. 2022 жылы мұнай өндіру шамамен 87 миллион тоннаны, ал 2024 жылдан кейін 100 миллион тоннаға жетуі мүмкін (1-сурет). Соңғы 30 жылда Қазақстан мұнай өндіруді 3.5 есеге арттырды [3].

Өркениеттің дамуы үшін энергетикалық және минералды ресурстарды тұтынудың сөзсіз өсуі оларды өндіру көлемінің және алу тереңдігінің ұлғаюымен, сондай-ақ өндіру үшін жаңа аумақтарды тартумен байланысты техногендік әсер ұлғая түседі. Тау-кен және кәсіпшілік жұмыстар ауқымының өсуі, өнеркәсіптік өндірістің кеңеюі, жаңа технологиялардың енгізілуі, халық санының өсуі және қалдықтардың әртүрлі түрлерінің тиісті ұлғаюы техногенез процесінің дамуын көрсетеді, оның салдары-



Сурет 1. Қазақстандағы соңғы он жылдағы мұнай өндіру динамикасы.

Figure 1. Dynamics of oil production in Kazakhstan over the past ten years.

Рис. 1. Динамика добычи нефти в Казахстане за последние десять лет.

ның бірі техногендік сейсмиканың барлық нысандарының одан әрі күшеюі болып табылады [4].

Кен орындарындағы жер сілкіністерінің себептерінің барлығы геологиялық ортаға ұзақ уақыт техногендік әсер етумен байланысты, бұл қатты пайдалы қазбалар өндірілетін жерлерде тау жыныстарының құлауы және тау-кен соққылары, сондай-ақ мұнай-газ кен орындарын игеру кезінде өнімді горизонттардан мұнай өндіру кезіндегі техногендік жер сілкіністері. Соңғы жылдары мұнай кен орындарындағы техногендік жер сілкіну тіркелуде. Мысалы, 2015 жылы инженерлік-геологиялық ізденістер станцияларының желісі 10 сейсмикалық оқиғаны (магнитудасы – 2.8÷3.5), ал 2016 жылы – 18 оқиғаны (магнитудасы – 2.5÷3.5) тіркеген [5].

Игеріліп жатқан көмірсутек кен орындарындағы сейсмикалық жағдайлар ұзақ уақыт игеру кезінде қабаттық қысымды төмендету кезінде де, қабаттық қысымды ұстап тұру және қабаттың мұнай беруін арттыру үшін оған сұйықтықты (мұнай кен орындары үшін) айдау арқылы қабатқа қайталама әсер ету кезінде де пайда болады. Соңғы жылдарда мұнай өндіру саласындағы техногендік жер сілкіністеріне де көп көңіл бөлінуде. Кен орындарын игеруге тікелей байланысты геодинамикалық құбылыстарға жататын тектоникалық қозғалыстар көптеген мұнай-газ бассейндерінде байқалады. Мұндай күшті геодинамикалық оқиғалардың себептері бірнеше факторлар болып табылады:

1. Көмірсутектерді ұзақ уақыт қарқынды өндіру, бұл қабаттағы және оның айналасындағы кернеулік өрістің өзгеруіне әкеледі: мысалы, газ кен орындарында сейсмикалық белсенділік ертерек (2-16 жылдан кейін), ал мұнай кен орындарында кейінірек (7-30 кейін және одан да көп) дамиды.

2. Қуатты тектоникалық кернеулер, олардың девiatorлық компоненті техногендік сипаттағы кішігірім

әсерлерге де күшті реакциялармен жауап береді (сұйықтықты таңдау – айдау); көмірсутектер қоймаларының шегінде ошақтары бар техногендік сейсмикалық жер сілкінуге 3,0-3,5 аспайтын жер сілкіну магнитудасы тән [6].

3. Коллектордың, негізгі жыныстардың және тығыздағыштың физикалық-механикалық біркелкі еместігі. Мысалы, аймақтық кернеу өрісінде әртүрлі бағытталған заманауи ақаулардың болуы, сондай-ақ ығысу деформациялары бар және 5,0 балл шамасында үлкен магнитудасымен сипатталатын, бұзылулармен басқарылатын көмірсутек қабаттарынан тыс жер сілкінісі көздері болуымен сипатталады. Техногендік жер сілкіністерінің көздерінің орналасуы ығысу деформациясына бейім бұзылулармен анықталады. Кен орнын игеру басталғаннан кейін 15-20 жылдан кейін мұнай-газ кәсіпшілігі нысандарына қатысты үлкен деструктивті күшке ие жер үсті жарылыстарын жиі байқауға болады [7].

Нәтижелері және оларды талқылау

Кен орнында аспаптық бақылаулардың болмауынан өткен жылдардағы сейсмикалық оқиғалардың көрініс беру сипаты туралы ақпарат алуға мүмкіндік болмады. Бұл кен орындарының аймақтарындағы сейсмикалық белсенділік деңгейі жалпы алғанда салыстырмалы түрде тыныштықпен сипатталады, ерекше сейсмикалық көріністер белгілі емес. Алайда, бұл аймақтардың барлығы дерлік қарқындылығы 5 баллға дейінгі күшті шалғай жер сілкіністерінен зардап шекті, олардың эпицентрі көршілес сейсмикалық белсенді аймақтарда орналасқан. Оларды сейсмикалық картадағы жаңа жарықтардың пайда болуынан көруге болады. Құмкөл кен орнына жақын сейсмоқауіпті аймақтар жеткілікті, оларға Құмкөл (48), Бастарау (49), Орталық Торғай (50) және Құланды (51) т.б. жатады, бірақ олардағы жер сілкінулер магнитудасы –

2.5÷3.5 аралығында тіркелгендіктен микросілкінулерге жатады [8-9].

Игерілгеніне 35 жылдан асқан кен орнында үздіксіз мұнай өндіру 1990 жылдан бері жүргізіліп келді. Дүние жүзінде көптеген кен орындарында 40-70 жыл бойы игеру кезінде рельефтің 2,3-тен 8,8 м-ге дейін айтарлықтай төмендеуі байқалған. Дегенмен кей авторлар [10] бұл қауіпті емес, игерілгеніне 100 жылдан асқан Атырау және 50 жылдан асқан Манғыстау мұнай кен орындарында апатты жер сілкіністері тіркелген жоқ, қазіргі уақытта мұнай және газ кен орындарын игеру мен техногендік сейсмикалық арасындағы өзара байланыстың болуын біржақты растауға немесе жоққа шығаруға болмайды деп дәлелдейді.

1997 жылдан бастап Теңіз, Қарашығанақ, Жаңажол, Кеңкияқ және Құмкөлде қазақстандық сейсмологтар аспаптық сейсмологиялық бақылауларды бастады. Сейсмологиялық мониторинг нәтижесінде геодинамикалық және геомеханикалық процестерге үздіксіз жедел бақылау қамтамасыз етіледі, бұл болуы мүмкін табиғи және техногендік апаттардың жағымсыз салдарын болдырмау бойынша дер кезінде шаралар қабылдауға кең мүмкіндік-

тер ашады. 2003 жылдан бастап сигналдарды жүйелі түрде анықтау және өңдеу, геофизикалық зерттеу институты деректер орталығында сейсмикалық бюллетеньдер құрастыру басталды. Қазақстан Республикасы Сейсмология институты деректеріне сәйкес, республикадағы сейсмобуллетень тек батыстың үш мұнай кен орнында: Кеңкияқ, Жаңажол, Құмкөлде бақылайды. Қалған ірі Өзен, Теңіз, Қарашығанақ кен орындарының арнайы сейсмикалық мониторинг жүйесі жолға қойылған [11].

Қорытынды

Тұтастай алғанда, Қазақстанның кең аумағындағы мұнай-газ кен орындарындағы сейсмикалық бақылаулардың стационарлық желісі бойынша магнитуда 3,0 – 3,5-ті құрайды, дегенмен уақыт ұзара келе, мұнай-газ кен орындарындағы жер сілкіну амплитудасының өсу ықтималдығы болуы мүмкін. 2010 жылғы ТЖД мәліметінше, Құмкөл кен орнында магнитудасы 5 балл болатын жер сілкінісі тіркелген. Осыған орай мұнай-газ кен орындарында сондай-ақ басқа да қауіпті аймақтарда жоғары сезімтал станцияларды орналастыра отырып, мониторингтің арнайы желілерін ұйымдастыру қажет.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кузьмин Ю.О. Мұнай және газ кен орындарындағы индукцияланған сейсмикалық процестер. // Жер қойнауын пайдалану мәселелері. – 2019. – № 4. – Б. 9-17 (орыс тілінде)
2. Абдрахманов С., Ермуханова Н.Б. Тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі. // – Астана: Фолиант, 2015. – Б. 192 (қазақ тілінде)
3. Клаудия Шимшаль, Гидо Гирсе. Геотермиялық жобаларды талдауға арналған заманауи сейсмикалық деректер. // Геотермиялық дерексіз диапазон. Том 2. – 2023 (неміс тілінде)
4. Джузеппе Карло Марино, Марко Мартини Россо. Жер сілкінісіне байланысты инженерлік салалардағы генеративті қарсыласу желілеріне шолу. // Жер сілкінісіне төзімді инженерия. – 2023 (ағылшын тілінде)
5. Соколова И.Н., Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Полешко Н.Н. Қазақстан аумағындағы техногенді сейсмика. // Хабаршы ҰЯО ҚР. – 2017. – Бас 2. – Б. 47–58 (орыс тілінде)
6. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. Техногенді сейсмика – индукцияланған және триггерлі. // М.: РГА ГДИ, – 2015. – Б. 364 (орыс тілінде)
7. Ганбарли З. А. Мұнай және газ кен орындарын игеру кезіндегі техногендік жер сілкінісі. // Жастардың шығармашылығы-табысты болашаққа қадам : профессор Коровин М. К. атындағы ғылыми мектептің элементтері бар VIII бүкілресейлік ғылыми студенттік конференция материалдары. – Томск, 2015. – Б. 390-393 (орыс тілінде)
8. Қазақстан Республикасының жалпы сейсмикалық аудандастыру картасы. Масштаб: 1: 5000000. – 2010. // Қазақстан Республикасының Ұлттық атласы. 1 Том: табиғи жағдайлар мен ресурстар. – Алматы, 2010. – С. 150 (орыс тілінде)
9. Ананьин И.В. Сейсмикалық және шығыс еуропалық платформа және оған іргелес аудандарда жер сілкінісінің көріну заңдылықтары. // Дисс рефераты. . доктор . физ.-мат. ғылыми баяндама нысанында. – 1990. – Б. 66 (орыс тілінде)
10. Чагай В.Г. Жер сілкінісі және мұнай және газ кен орындарын игеру. Геология, мұнай мен газды игеру, бұрғылау, өндіру, экология, оқыту және біліктілікті арттыру // Еңбектер жинағы. Басылым 1. – Ақтау, 2014. – Б. 12-13 (орыс тілінде)
11. Вэйчжэнь Цуй, Син Сю, Чжэнпэн Хоу, Фэн Чжан, Фусин Лю. Сейсмикалық реакцияны талдау негізінде мұнай сақтайтын резервуардың сейсмикалық сипаттамаларын зерттеу. // Азаматтық құрылыс саласындағы жетістіктер: құрылымдардың жер сілкінісіне төзімділігі, мониторинг және анықтау. – 2022 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Kuzmin Yu.O. Industsirovannyye sejsmicheskie protsessy na mestorozhdeniyah nefi i gaza. // Problemy nedropol'zovaniya . – 2019. – № 4. – P.9-17 (in Russian)

2. *Abdrakhmanov S., Ermukhanova N. Tirshilik areketinin kauipsizdigi. // – Astana: Faliant, 2015. – P. 192 (in Kazakh)*
3. *Claudia Schimschal, Guido Gierse. Moderne seismische Datenbearbeitung zur Erfüllung der Anforderungen von Geothermieprojekten. // GeoTHERM Abstract-Band. Band 2. – 2023 (in Deutsch)*
4. *Giuseppe Carlo Marano, Marco Martino Rosso. Generative adversarial networks review in earthquake-related engineering fields. // S.I.: AI, S and BDA in earthquake engineering. – 2023 (in English)*
5. *Sokolova I.N., Mikhajlova N.N., Velikanov A.E., Poleshenko N.N. Tekhnogennaya sejsmika na territorii Kazakhstana. // Herald NYATS RK. – 2017. – Vypusk 2. – P. 47-58 (in Russian)*
6. *Adushkin V.V., Turuntaev S.B. Tekhnogennaya sejsmichnost – indutsirovannaya i trigger'naya. // M.: IDG RAN, – 2015. – P. 364 (in Russian)*
7. *Ganbarli Z. A. Tekhnogennye zemletryaseniya pri razrabotke neftnyan'kh i gazovykh mestorozhdenij. // Youth creativity is a step into a successful future: materials of the VIII All-Russian Scientific Student Conference with elements of the scientific school named after Professor M. K. Korovin. – Tomsk, 2015. – P. 390-393 (in Russian)*
8. *Map of the general seismic zoning of the Republic of Kazakhstan. Scale: 1: 5000000. – 2010. // National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Volume 1: Natural conditions and resources. – Almaty, 2010. – P. 150 (in Russian)*
9. *Anan'in I.V. Zakonomernosti proyavleniya zemletryasenij na sejsmicheskoy i vostochnoevropejskoj platforme i pril'gayushchej k nej // avtoreferat diss. . doctor . fiz.-maht. V forme nauchnogo doklada. – 1990. – P. 66 (in Russian)*
10. *Chagaj V.G. Zemlyatresenie i razrabotka neftnyan'kh i gazovykh mestorozhdenij. Geologiya, razrabotka nefti i gaza, burenie, dobycha, ekologiya, obuchenie i povyshenie kvalifikatsii // collection of works. Publication 1. – Aktau, 2014. – P. 12-13 (in Russian)*
11. *By Weizhen Cui, Xingyu Xu, Zhengpeng Hou, Feng Zhang, Fuxing Liu. Study on seismic performance of oil storage tank based on seismic response analysis. // Advances in Civil Engineering: Structural Seismic Resistance, Monitoring and Detection. – 2022 (in English)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Кузьмин Ю.О. Индуцированные сейсмические процессы на месторождениях нефти и газа. // Проблемы недропользования. – 2019. – № 4. – С.9-17 (на русском языке)*
2. *Абдрахманов С., Ермуханова Н. Безопасность жизнедеятельности. // – Астана: Фолиант, 2015. – С. 192 (на казахском языке)*
3. *Клаудия Шимшал, Гвидо Гирсе. Современные сейсмические данные для анализа геотермических проектов. // Геотермический абстрактный диапазон. Том 2. – 2023 (на немецком языке)*
4. *Джузеппе Карло Марано, Марко Мартино Россо. Обзор генеративных состязательных сетей в инженерных областях, связанных с землетрясениями. // Сейсмостойкая инженерия. – 2023 (на английском языке)*
5. *Соколова И.Н., Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., Полешко Н.Н. Техногенная сейсмика на территории Казахстана. // Вестник НЯЦ РК. – 2017. – Выпуск 2. – С. 47–58 (на русском языке)*
6. *Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. Техногенная сейсмичность – индуцированная и триггерная. // М.: ИДГ РАН, – 2015. – С. 364 (на русском языке)*
7. *Ганбарли З. А. Техногенные землетрясения при разработке нефтяных и газовых месторождений. // Творчество молодежи – шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора Коровина М. К. – Томск, 2015. – С. 390-393 (на русском языке)*
8. *Карта общего сейсмического районирования Республики Казахстан. Масштаб: 1: 5000000. – 2010. // Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1: природные условия и ресурсы. – Алматы, 2010. – С. 150 (на русском языке)*
9. *Ананьин И.В. Закономерности проявления землетрясений на сейсмической и восточноевропейской платформе и прилегающих к ней районах // автореферат дисс. доктор. физ.-мат. в форме научного доклада. – 1990. – С. 66 (на русском языке)*
10. *Чагай В.Г. Землетрясение и разработка нефтяных и газовых месторождений. Геология, разработка нефти и газа, бурение, добыча, экология, обучение и повышение квалификации // сборник трудов. Издание 1. – Актау, 2014. – С. 12-13 (на русском языке)*
11. *Вэйчжэнь Цуй, Синью Сюй, Чжэньпэн Хоу, Фэн Чжан, Фусин Лю. Исследование сейсмических характеристик резервуара для хранения нефти на основе анализа сейсмического отклика. // Достижения в области гражданского строительства: сейсмостойкость конструкций, мониторинг и обнаружение. – 2022 (на английском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Ермуханова Н.Б., PhD доктор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің, «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» кафедрасының аға оқытушысы (Қызылорда қ., Қазақстан), nurzhamal77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5748-3731>

Арыстанбек А.Б., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің, «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» кафедрасының оқытушысы (Қызылорда қ., Қазақстан), a.akbota80@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1450-443X>

Төлеген А.Е., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің, «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» кафедрасының оқытушысы (Қызылорда қ., Қазақстан), aiym-tolegen@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1610-7104>

Абилова А.К., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» кафедрасының магистранты (Қызылорда қ., Қазақстан), aidauren_zko.96@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4230-1800>

Information about the authors:

Ermukhanova N.B., PhD, Senior Lecturer of the Department «Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology», Korkyt Ata Kyzylorda University (Kyzylorda, Kazakhstan)

Arystanbek A.B., Lecturer of the Department «Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology», Korkyt Ata Kyzylorda University (Kyzylorda, Kazakhstan)

Tolegen A.E., Lecturer of the Department «Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology», Korkyt Ata Kyzylorda University (Kyzylorda, Kazakhstan)

Abilova A.K., Korkyt Ata Kyzylorda University, Master's student of the Department «Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology» (Kyzylorda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Ермуханова Н.Б., доктор PhD, старший преподаватель Кызылординского университета имени Коркыт Ата, кафедра «Электроэнергетика, техносферная безопасность и экология» (г. Кызылорда, Казахстан)

Арыстанбек А.Б., преподаватель кафедры «Электроэнергетика, техносферная безопасность и экология» Кызылординского университета имени Коркыт Ата (г. Кызылорда, Казахстан)

Төлеген А.Е., преподаватель кафедры «Электроэнергетика, техносферная безопасность и экология» Кызылординского университета имени Коркыт Ата (г. Кызылорда, Казахстан)

Абилова А.К., магистрант кафедры «Электроэнергетика, техносферная безопасность и экология» Кызылординского университета имени Коркыт Ата (г. Кызылорда, Казахстан)

KAZAKHSTAN
INDUSTRY WEEKKAZAKHSTAN
MACHINERY FAIRМЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИМЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ**10-12 мая 2023**Международный выставочный центр «EXPO»
г. Астана, Казахстан

promweek.kz

Организаторы:Министерство индустрии
и инфраструктурного развития
Республики Казахстан

AEXKS

Контакты:Выставочная компания
«Астана-Экспо КС»
+7 (7172) 64 23 23