ӘОЖ 614.8
МРНТИ 87.33.31
DOI 10.56525/CQPB7703

ЖЕР СІЛКІНІСІНЕН ТУЫНДАЙТЫН ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАР САЛДАРЫН БАҒАЛАУДЫҢ ҒЫЛЫМИ-ӘДІСТЕМЕЛІК ТӘСІЛДЕРІ

Әлшериев Ердәулет Тұрысбекұлы[1], Досалиев Қанат Серікұлы[1], Наукенова Айгуль Сагиндыковна[1], Исмаилов Бахытжан Абдухаликович[2]*, Ивахнюк Григорий Константинович[3]

[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан
[2]Есенов университеті, Ақтау, Қазақстан
[3]Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты, Санкт-Петербург, Ресей Федерациясы
e-mail: alsheriev@mail.ru, dosaliev_k@mail.ru, n.a.s.1970@mail.ru, baxa-86_8@mail.ru, ismailov_b_a@mail.ru, g.ivakhnyuk@mail.ru

Аңдатпа. Түркістан облысы сейсмикалық белсенді аймақтардың қатарына жатады және мұнда күшті жер сілкінісінің орын алу қаупі жоғары. Осыған байланысты жер сілкінісінен туындайтын төтенше жағдайлар салдарын ғылыми тұрғыда бағалау өзекті мәселе болып табылады. Зерттеудің мақсаты – ықтимал 7-8 баллдық сценарийлік жер сілкінісі жағдайында қирау мен зақымдану аймақтарын анықтаудың ғылыми-әдістемелік тәсілдерін негіздеу және олардың салдарын кешенді бағалау.

Зерттеу барысында аймақтың геологиялық және сейсмикалық ерекшеліктері, жер бедері, құрылыс қорының жай-күйі, инженерлік инфрақұрылым және халықтың тығыздығы сияқты негізгі факторлар ескерілді. Ғылыми әдістемелік негіз ретінде статистикалық талдау әдістері, географиялық ақпараттық жүйелер және картографиялық модельдеу қолданылды. Бұл тәсілдер жер сілкінісінің ықтимал салдарын кеңістіктік тұрғыда бағалауға және қауіпті аймақтарды нақтылауға мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижелері Түркістан облысының жекелеген аумақтарында сейсмикалық қауіп-қатер деңгейінің жоғары екенін көрсетті. Әсіресе тұрғын үй құрылысы тығыз орналасқан және әлеуметтік-маңызды инфрақұрылым шоғырланған аймақтарда ықтимал материалдық шығын мен адам шығынының жоғары болу қаупі анықталды. Алынған нәтижелер жергілікті атқарушы органдар мен төтенше жағдайлар қызметтері үшін апаттық жағдайларды болжау, тәуекелдерді басқару және алдын алу шараларын жоспарлау барысында ғылыми негіз бола алады.

Зерттеу қорытындылары жер сілкінісінен туындайтын төтенше жағдайлар салдарын азайтуға, халықтың қауіпсіздігін арттыруға және аймақтың сейсмикалық тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталған практикалық маңызға ие.

Түйін сөздер: жер сілкінісі, төтенше жағдай, сейсмикалық қауіп-қатер, бағалау әдістері, инфрақұрылым, апаттық жоспарлау.

Кіріспе

Қазіргі уақытта тек қана Қазақстан Республикасында ғана емес, сонымен қатар дүние жүзі бойынша адам өміріне табиғи сипаттағы төтенше жағдайлардан қорғау үлкен келелі мәселе болып табылады.

Қазақстан Республикасында экологиялық жағдайды төмендететін табиғи іс-шаралардың алдын-алу мен орын алған апатты жоюдың заңнамалық негіздерін қосымша толықтыруды қажет етеді. Сол себепті халықты, аймақты табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардан қорғау (болжау, алдын-алу және орын алған апатты жою мен есептеу) бүгінгі күннің өзекті мәселесі болып табылады.

Үлкен жер сілкінісінің салдарын ұзақ мерзімді болжау мүмкіндігі бар. Атап айтқанда, белгілі бір аумақтардың сейсмикалық қауіптілігін болжау және ғимараттар мен құрылыстардың сейсмикалық әсерлерге реакциясы, демек, жер сілкінісінен кейінгі урбанизацияланған аумақтың жай-күйін болжау мүмкін. Осындай болжам негізінде, өз кезегінде, жер сілкінісінің салдарын азайту жөніндегі шараларды әзірлеуге, сондай-ақ жаңа сейсмикалық қауіпті аумақтарды игеру кезінде жоспарлау шешімдерін негіздеуге болады.

Қазақстан Республикасындағы урбанизацияланған аумақтар (әсіресе оңтүстік және шығыс бөлігінде) сейсмикалық белсенді аймақтарға қауіпті жақын орналасқан және сезілетін сейсмикалық әсерлерге толық ұшырайды.

Қазақстан Республикасындағы урбанизацияланған аумақтар (әсіресе оңтүстік және шығыс бөлігінде) сейсмикалық белсенді аймақтарға қауіпті жақын орналасқан және сезілетін сейсмикалық әсерлерге толық ұшырайды. Бұл Өскемен, Семей, Шымкент, Тараз, Жезқазған және т.б. сияқты ірі қалалар. Тарихи және аспаптық деректер бойынша бұл қалаларда MSK-64 шкаласы бойынша 3, 6, 7, 8 және 9 баллдық сілкіністер тудырған жер сілкіністерінің көріністері тіркелген. Демек, бұл қалалар үшін болашақта да осындай оқиғалардың қайталану ықтималдығы жоғары. Ірі облыс орталықтары бола отырып, олар айтарлықтай қарқынды дамып келеді және сәйкесінше халықтың саны және үлкен қарқындылықтағы жер сілкіністерінің ықтимал сейсмикалық әсер ету аймағындағы объектілер мен мүліктердің құны өсуде. Осыны ескере отырып, осы қалалар үшін сейсмикалық тәуекелді бағалау проблемасы, Қазақстанның басқа елді мекендері сияқты, өңірдің орнықты және үйлесімді дамуын қамтамасыз ету үшін өзекті мәселелердің біріне айналуда [1].

Қазақстан Республикасының оңтүстік өңірінде орналасқан Түркістан облысы сейсмикалық белсенді аймақтардың қатарына жатады. Облыс аумағының оңтүстік шығыс бөлігі (116,280 мың км²) 7–8 баллдық жер сілкінісі қаупі жоғары аймақта орналасқан. Мұндай табиғи апаттардың орын алуы адам өмірі мен денсаулығына, тұрғын үй қорына және әлеуметтік-экономикалық инфрақұрылымға елеулі қауіп төндіреді.

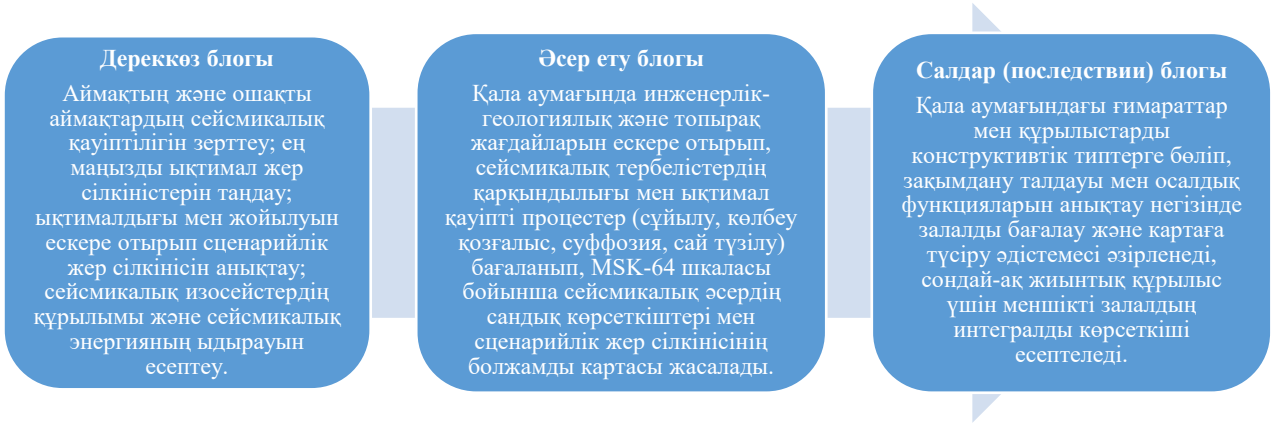
Материалдар мен зерттеу әдістері

Облыс аумағының елді мекендерінде белсенді сейсмикалық картасын жасаумен болжамды қирайтын құрылымдар мен сол құрылымдардағы тұрғындарды есептеу, су қоймаларының картасы бойынша судың бағытындағы судың көтерілу деңгейін анықтай отырып, сол аймақтардағы тұрғындар мен мал санын есептеу, табиғи апат орын алатын аймақтардағы қирайтын тұрғын үйлер мен ғимараттар, инженерлік желілерді анықтау.

Урбанизацияланған аумақтардың сейсмикалық қаупін бағалау және аудандастыру өте өзекті міндет болып көрінеді. БҰҰ (UNDRO) енгізген тұжырымдамаға сәйкес, сейсмикалық тәуекел-аумақтың болжамды сейсмикалық қауіптілігіне және құрылыс және табиғи нысандардың осалдығына (ғимараттар мен инфрақұрылымдардың түрі, құрылыс нысандарының сапасы, халықтың тығыздығы, көшкіндер, сел, экология және т.б.) сәйкес ықтимал жер сілкіністерінен болатын әлеуметтік-экономикалық зиянның ықтималдығы [2, 3].

Сейсмикалық тәуекелді бағалаудың теориялық аспектілерін, дамудың осалдығы және сейсмикалық қауіп сияқты факторларды есепке алу негізінде сейсмикалық тәуекелді бағалау және болжау әдістемесін әзірлеген көптеген зерттеушілер қарастырады [4]. Жалпы қабылданған тұжырымдамаға сәйкес В.И. Осипов және басқалар сейсмикалық тәуекел сейсмикалық қауіптің суперпозициясы және әртүрлі тәуекел элементтерінің осалдығы ретінде анықталады (адамдар, азаматтық және өнеркәсіптік инженерлік құрылымдар, тіршілікті қамтамасыз ету желілері, инфрақұрылымның басқа компоненттері, экономикалық және коммерциялық қызмет және т.б.).

Аймақтың сейсмикалық тәуекелді бағалау тұжырымдамасы келесідей орындалатын үш тапсырма блогынан тұрады (1 сурет).



Сурет 1 - Сейсмикалық тәуекелді бағалау тұжырымдамасың блогы

Қатты жер сілкіністерінің салдарын бағалау экономикалық өлшемдерге негізделгендіктен, осы көрсеткіштерді ескере отырып есептеулер жүргізу қажет. Ол үшін келесі қадамдар жасалады:

- ғимараттар мен құрылыстардың әрбір конструктивтік түрінің ағымдағы құны анықталады;
- сценарий жер сілкінісіне ұшыраған кезде құрылыстың әрбір түрінің конструктивті осалдығын бағалау жүргізіледі;
- конструктивті осалдықтан ықтимал конструктивті залалға көшу жүзеге асырылады;
- сындарлы залалды экономикалық бағалау жүргізіледі және қала аумағы үшін сейсмикалық тәуекелді есептеу жүргізіледі.

Ғимараттардың пайдалы ауданының бірлігіне тікелей экономикалық зиян ретінде көрсетілген сейсмикалық тәуекелді есептеу кең таралған әдіс болып табылады. Оны келесі формуламен ұсынуға болады [5]:

$$R = \frac{\Sigma_k = \left(f(d_k) \cdot \Sigma_i Q_k^i\right)}{\Sigma_k S_k} \quad (1)$$

Мұндағы:

$f(d_k)$ - d_k ғимараттарының зақымдану дәрежесін қалпына келтіру шығындарын анықтайтын функция;

Q_k^i - d_k зақымдануы бар бірдей типтегі ғимараттардың құны;

S_k - d_k зақымданған ғимараттардың пайдалы ауданы.

Түркістан облысы Қазақстан Республикасының оңтүстік бөлігінде орналасқан, аумақтың сейсмикалығы осы өңірдің қазіргі тектоникасымен тікелей байланысты.

Сейсмикалық жағдайды ескере отырып, аумақтың қазіргі тектоникалық белсенділігі және сейсмикалық тербелістердің әлсіреуінің аймақтық ерекшеліктері, келесі параметрлері бар сценарийлік жер сілкінісі таңдалды: магнитудасы $M \geq 6{,}0$, ошақтың тереңдігі $H = 10$ км, гипоцентральды қашықтық $R = 21$ км.

Зерттеу нәтижелері

Жүргізілген бағалауларға сәйкес, 7–8 баллдық жер сілкінісі орын алған жағдайда облыс бойынша шамамен 200 мыңнан аса адам зардап шегуі мүмкін, оның ішінде 35 мыңға жуық адамның қаза табу қаупі бар, ал 264 мыңнан астам тұрғын баспанасыз қалуы ықтимал. ҚР Төтенше жағдайлар министрлігіне қарасты «Сейсмология институты» ЖШС мәліметтері бойынша Түркістан облысында 8 баллдық сейсмикалық қауіпті аймақтарға Арыс қаласы, Бәйдібек, Келес, Қазығұрт, Сайрам, Сарыағаш, Төлеби және Түлкібас аудандарының бір бөлігі жатады, бұл аумақта 700 мыңға жуық адам тұрады. Осыған байланысты қирау мен

зақымдану аймақтарын алдын ала бағалау, ықтимал шығындарды азайту және халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері өзекті ғылыми және практикалық маңызға ие.

Топырақтың сейсмикалық тербелістерін бағалаудағы және сейсмикалық қарқындылықтың өзгеруін есептеудегі ең маңызды көрсеткіш-жылдамдық сипаттамалары, яғни бойлық және көлденең толқындардың таралу жылдамдығы. Осыған байланысты Түркістан облысын аумақты сейсмикалық жіктелуі кезінде жүргізілген сейсмикалық барлау зерттеулерінің нәтижелері жинақталды. Бұл деректер сейсмикалық қарқындылық пен синтетикалық акселерограмманың өсуін бағалауды есептеуге негіз болды [6-10]. Сценарийлік жер сілкінісіндегі сейсмикалық қарқындылықты бағалау үшін синтетикалық акселерограммалар MATLAB mseer_gms бағдарламасын қолдана отырып, сейсмикалық барлау жұмыстары жүргізілген пункттер үшін есептелді. Жер асты жағдайларына байланысты Түркістан облысының аумағында 6, 7 және 8-балдық аймақтарға бөлінді, олар баллдық бойынша ең жоғары үдеудің келесі мәндерімен сипатталды: 45-110, 160-200 және 230-310 см/с^2. Түркістан облысының аумағында сценарийлік жер сілкінісі кезінде максималды сейсмикалық қарқындылықты бөлу схемасы (MSK- 64 шкаласы бойынша макросейсмикалық баллдарда және шыңдық үдеу мәндерінде - PGA). 1- 6 баллдық аймақ (PGA 110 см/с^2 дейін); 2- 7 баллдық аймақ (PGA 160-200 см/с^2); 3- 8 баллдық аймақ (PGA 230-310 см/с^2).

Қорытынды

ҚР Төтенше жағдайлар министрлігіне қарасты «Сейсмология институты» ЖШС мәліметтері бойынша Түркістан облысында 8 баллдық сейсмикалық қауіпті аймақтарға Арыс қаласы, Бәйдібек, Келес, Қазығұрт, Сайрам, Сарыағаш, Төлеби және Түлкібас аудандарының бір бөлігі жатады, бұл аумақта 700 мыңға жуық адам тұрады. Жағымсыз болжамды сценарийді ескере отырып жүргізілген жоспарлық есептеулер санитарлық шығындардың шамамен 10%-ды, ал қайтарымсыз шығындардың 1%-ды құрауы мүмкін екенін көрсетеді. Осыған байланысты қирау мен зақымдану аймақтарын алдын ала бағалау, ықтимал шығындарды азайту және халықтың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері өзекті ғылыми және практикалық маңызға ие.

Осылайша, урбанизацияланған аумақтардағы қатты жер сілкінісінің салдарын бағалау мен аудандастырудың ғылыми-әдістемелік негізі ықтимал қауіпті аймақтарды бөліп көрсете отырып, сейсмикалық қауіптілікті бағалау деректеріне, сценарийлік жер сілкінісін таңдауға, сейсмикалық тербелістердің әлсіреуін және нақты топырақ жағдайларын ескере отырып, сейсмикалық әсерлерді болжауға, сондай-ақ облыс аумағындағы әртүрлі типтегі ғимараттардың конструктивті сейсмикалық осалдығын бағалауға негізделеді. Облыс жағдайындағы қатты жер сілкіністерінің салдарын бағалаудың әзірленген және сыналған әдістемесі ауыр сценарийлік жер сілкіністерінің ықтимал залалдарын анықтауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер және сценарийлік жер сілкінісінен Түркістан облысының аумағында үлестік залалды бөлу схемасы ықтимал апатты салдардың алдын алу мақсатында күшті жер сілкіністеріне дайындық бойынша жоспарлар мен іс-шараларды әзірлеу үшін негіз бола алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Ларионов, В.И. Методические подходы к оценке уязвимости и их применение при оперативном прогнозировании последствий землетрясений / В.И. Ларионов, Н.И. Фролова, А.Н. Угаров/Оценка и управление природными рисками: материалы общероссийской конф. РИСК-2000. – Москва: Анкил, 2000. – С.132–135.

2. Александров А.А. Методы анализа сейсмического риска для населения и урбанизированных территории / А.А. Александров и др.] // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Сер. Естественные науки. – 2015. – № 2 (59). – С. 110–124. DOI: 10.18698/1812-3368-2015-2-110-124.

3. Заалишвили В.Б. Оценка сейсмического риска урбанизированной территории / В.Б. Заалишвили и др. // Геология и геофизика юга России. – 2014. – № 2. – С. 22–29.

4. Осипов, В.И. Оценка сейсмического риска территории г. Б. Сочи / В.И. Осипов (и др.) // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2015. - № 1. - С. 3–19.

5. Артиков Т.У. Сейсмическая опасность территории Узбекистана / Т.У. Артиков, Р.С. Ибрагимов, Ф.Ф. Зияудинов. – Ташкент: Фан, 2012. – 254 с. [6] Carson R. Silent Spring. – Boston: Houghton Mifflin, 2017.

6. Сейсмическое районирование СССР, М, «Наука», 1981г.

7. Akkar S., Ilki A., Goksu C., Erdik M. (ред.). Advances in Assessment and Modeling of Earthquake Loss. – Cham: Springer, 2021. – 444 p.

8. Tesfamariam S., Goda K. (ред.). Handbook of Seismic Risk Analysis and Management of Civil Infrastructure Systems. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2018. – 912 p.

9. Tyagunov S., Ismailov V., Ibragimov R. Engineering-seismological aspects of earthquake scenario preparation: Experience of the IDNDR-RADIUS project implementation in Tashkent, Uzbekistan / S. Tyagunov, V. Ismailov, R. Ibragimov// International Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management. – Ankara, Turkey, 1999. – P. 21–28.

10. Шахраманьян М.А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасение населения (теория и практика) / М.А. Шахраманьян; 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: ВНИИИ ГОЧС, 2000. – 192 с.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ

Алшериев Ердаулет Турысбекович[1], Досалиев Канат Серикович[1], Наукенова Айгуль Сагиндыковна[1], Исмаилов Бахытжан Абдухаликович[2]*, Ивахнюк Григорий Константинович[3]

[1]Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
[2]Yessenov University, Актау, Казахстан,
[3]Санкт-Петербургский государственный технологический институт, Санкт–Петербург, Россия
e-mail: ismailov_b_a@mail.ru, dosaliev_k@mail.ru, n.a.s.1970@mail.ru, baxa-86_8@mail.ru, g.ivakhnyuk@mail.ru

Аннотация. Туркестанская область относится к числу сейсмически активных зон и имеет высокий риск сильных землетрясений. В этой связи актуальной проблемой является научная оценка последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных землетрясениями. Цель исследования-обоснование научно-методических подходов к определению зон разрушений и повреждений в случае возможных 7-8-балльных сценарных землетрясений и комплексная оценка их последствий.

В ходе исследования были учтены такие основные факторы, как геологические и сейсмические особенности региона, рельеф местности, состояние строительного фонда, инженерная инфраструктура и плотность населения. В качестве научно-методической основы использовались методы статистического анализа, географические информационные системы и картографическое моделирование. Эти подходы позволили пространственно оценить возможные последствия землетрясений и уточнить опасные зоны.

Результаты исследования показали высокий уровень сейсмического риска на отдельных территориях Туркестанской области. Особенно в регионах с густонаселенным жилищным строительством и концентрацией социально-значимой инфраструктуры выявлен повышенный риск возможного материального ущерба и человеческих потерь. Полученные результаты могут служить научной основой при прогнозировании аварийных ситуаций,

управлении рисками и планировании профилактических мер для местных исполнительных органов и служб по чрезвычайным ситуациям.

Выводы исследования имеют практическое значение, направленные на минимизацию последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных землетрясениями, повышение безопасности населения и обеспечение сейсмической устойчивости региона.

Ключевые слова: землетрясение, чрезвычайная ситуация, сейсмическая опасность, методы оценки, инфраструктура, аварийное планирование.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE CONSEQUENCES OF EARTHQUAKE-RELATED EMERGENCIES

Alsheriyev Erdaulet[1], Dossaliyev Kanat[1], Naukenova Aigul[1], Ismailov Bakhytzhan[2]*, Ivakhnyuk Grigory[3]

[1]Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,
[2]Yessenov University, Aktau, Kazakhstan,
[3]St. Petersburg State Technological Institute, St. Petersburg, Russia
e-mail: ismailov_b_a@mail.ru, dosaliev_k@mail.ru, n.a.s.1970@mail.ru, baxa-86_8@mail.ru, g.ivakhnyuk@mail.ru

Abstract. Turkestan region is one of the seismically active zones and has a high risk of strong earthquakes. In this regard, the scientific assessment of the consequences of emergency situations caused by earthquakes is an urgent problem. The purpose of the study is to substantiate scientific and methodological approaches to determining areas of destruction and damage in the case of possible 7-8-point scenario earthquakes and a comprehensive assessment of their consequences.

The study took into account such key factors as the geological and seismic features of the region, the terrain, the state of the building stock, engineering infrastructure and population density. Statistical analysis methods, geographical information systems and cartographic modeling were used as the scientific and methodological basis. These approaches made it possible to spatially assess the possible effects of earthquakes and clarify the danger zones.

The results of the study showed a high level of seismic risk in certain territories of the Turkestan region. Especially in regions with densely populated housing construction and a concentration of socially significant infrastructure, an increased risk of possible material damage and human losses has been identified. The results obtained can serve as a scientific basis for predicting emergency situations, managing risks, and planning preventive measures for local executive authorities and emergency services.

The findings of the study are of practical importance, aimed at minimizing the consequences of emergency situations caused by earthquakes, improving the safety of the population and ensuring the seismic stability of the region.

Keywords: earthquake, emergency, seismic hazard, assessment methods, infrastructure, emergency planning.