

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2025-1-72-79>

УДК 550.34

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ВЫБОРА МЕСТА НОВОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧНОСТИ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Ә. А. Исағали^{1,2*}, Г. К. Умирова¹, А. Е. Великанов²

¹ Satpayev University, Алматы, Казахстан

² Филиал «Институт геофизических исследований» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

* E-mail для контактов: aydarovna.98@mail.ru

Обновленная карта зонирования по сейсмогенерирующим зонам 2016 г. [1] внесла некоторые изменения в области активной сейсмичности на территории Западного Казахстана. Ранее сейсмическая опасность в основном связывалась с землетрясениями от высоко активной зоны, пересекающей Каспийское море от Копетдага на Кавказ. При этом до последнего времени район исследований считался асейсмичной зоной, здесь практически не проводилось никаких инструментальных работ по изучению сейсмичности. Однако, геодинамические события последних лет показывают, что на территории Западного Казахстана происходят довольно ощутимые землетрясения, которые некоторые исследователи относят к техногенному влиянию длительно разрабатываемых месторождений нефти и газа. Специалисты настаивают на установке сети сейсмических станций для более точного определения локации землетрясений и уменьшения погрешностей при вычислении параметров геодинамических событий.

Благодаря проведению совместных работ с Мичиганским государственным университетом (США) и Институтом геофизических исследований Национального ядерного центра Республики Казахстан (ИГИ НЯЦ РК) в юго-восточной части Мангистауской области к востоку от п-ова Мангистау была установлена Мангистауская временная сеть сейсмических станций (сеть MSUAR) с целью изучения комплекса условий для выбора места установки новой сейсмической станции в Западном Казахстане и изучения сейсмичности региона [2].

На основе сбора и анализа геолого-геофизических, сейсмологических, геоморфологических данных и результатов дешифрирования были определены критерии и факторы, которые можно будет использовать при решении широкого круга задач - от открытия новых сейсмически активных областей, исследования скоростных характеристик земных недр, изучения геодинамики районов активной добычи полезных ископаемых, в том числе углеводородов до построения новых карт зонирования территории Западного Казахстана по сейсмичности.

Ключевые слова: сейсмическая опасность, землетрясение, Западный Казахстан, сейсмические станции, геология, геофизика, сейсмология.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно областями, характеризующимися интенсивными геодинамическими процессами (сейсмическими событиями) в Казахстане, являются юг и юго-восток его территории. За последние 134 года на этой территории произошла череда разрушительных землетрясений, из которых можно выделить землетрясения Чиликское (1889 г.) и Кеминское (1911 г.), магнитуда которых составила более 8. Последние десятилетия также характеризуются наличием интенсивных сейсмических событий с магнитудой больше 6, в перечень которых входят Жаланащ-Тюпское (1978 г., $M = 6,8$); Зайсанское (1990 г., $M = 6,8$; Байсорунское (1990 г., $M = 6,3$). Эти факты доказывают высокую сейсмическую активность юга и юго-востока Казахстана и в настоящее время. Особую опасность вызывает близость зон, потенциально опасных с точки зрения особо разрушительных землетрясений, к промышленно развитым и густонаселенным районам юга и юго-востока РК.

В соответствии с разной степенью сейсмологической, геолого-геофизической изученности и принадлежностью к различным тектоническим зонам, на

территории Казахстана выделяются Алтай-Тарбагатайский, Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньский, Кара-тау-Таласский и Прикаспийский регионы. Практически на всей территории Казахстана осуществлен достаточно полный комплекс сейсмологических исследований по оценке сейсмической опасности. Наибольшей полнотой и представительностью сейсмологического материала отличается территория Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньского региона. Поскольку территория Западного Казахстана является практически асейсмичной областью и до сегодняшнего дня характеризовалась слабыми геодинамическими событиями, то Прикаспийский регион представлен данными лишь по слабым землетрясениям. Однако, Шалкарское землетрясение 2008 г. проявилось на поверхности земли интенсивностью до 7 баллов. По мнению некоторых специалистов, это землетрясение связано с техногенным влиянием длительной разработки Карачаганакского месторождения, однако по данным сети сейсмических станций Национального ядерного центра РК (НЯЦ РК), в исследуемом районе ранее уже фиксировались два небольших землетрясения 1976-го и 1989-го годов. На современном этапе соб-

ран представительный объем сейсмического материала, что дало возможность определить механизм очага землетрясений (Михайлова Н.Н., Великанов А.Е., 2008) [3] и выказать суждение в отношении природы Шалкарского землетрясения.

Если до 2017 года сейсмически активными областями, в основном, считались юг, юго-восток и частично восток РК, то на обновленной карте общего сейсмического зонирования (2017 г.) в западной части Казахстана появились сейсмически активные зоны. При этом недостатком проведенного сейсмического зонирования является слабая инструментальная изученность, а порой и полное отсутствие инструментальных сейсмических наблюдений, реально регистрирующих землетрясения. Связано это с низкой плотностью сейсмических сетей в Западном Казахстане, отсутствием систематических сейсмических наблюдений стационарными сейсмическими станциями. Лишь Комплексная сейсмологическая экспедиция (КСЭ) Института физики Земли АН СССР эпизодически на короткий период длительностью около года выставляла сейсмические станции, укомплектованные короткопериодной аппаратурой с собственным периодом 1,5 с, 1,25 с. Все эти станции оперировали на сравнительно небольшой территории вблизи хребта Мугоджары, являющегося южным отрогом Уральских гор. На Мангышлакском полуострове, Прикаспийской впадине и других районах Западного Казахстана сейсмические наблюдения в советский период не проводились.

Если международные системы изучения сейсмичности регистрируют, в основном, интенсивные геодинамические события, сильные землетрясения, то слабые землетрясения могут быть зарегистрированы только отдельными станциями, имеющимися в этом регионе (станция Актюбинск и сейсмическая группа Акбулак сети НЯЦ РК). Но этого совершенно недостаточно для достоверной локализации, и может приводить к систематическим ошибкам в оценках местоположения гипоцентров землетрясений.

Представленные сведения являются основанием для создания новой станции или сейсмической группы в составе региональной сети НЯЦ РК и глобальной международной системы в Западном Казахстане. Учитывая, что Западный Казахстан является зоной, в которой могут происходить разрушительные землетрясения как техногенного, так и природного характера, актуальность исследований является бесспорной с точки зрения повышения точности локализации и распознавания природы регистрируемых геодинамических событий и их прогноза.

Целью представленных исследований является изучение геолого-геофизических и сейсмологических условий для выбора места установки новой сейсмической станции с целью определения сейсмичности Западного Казахстана.

Достижение цели будет выполнено за счет последовательного решения следующих задач:

1. Изучение геологических и геоморфологических особенностей строения района исследований;
2. Проявление особенностей геологического строения в геофизических полях и их учет при выборе места сейсмической станции;
3. Изучение тектонической обстановки района на основе анализа всех имеющихся геолого-геофизических материалов, цифровой модели рельефа, а также дешифрирования спутниковых снимков;
4. Анализ сейсмотектонической характеристики исследуемой территории.

Объектом исследования является Мангистауская временная сеть сейсмических станций (сеть MSUAR), которая была установлена в юго-восточной части Мангистауской области в рамках выполнения совместных работ с Мичиганским государственным университетом (США) и Институтом геофизических исследований (ИГИ НЯЦ РК) с целью изучения сейсмических условий для выбора места установки новой сейсмической станции в Западном Казахстане и сейсмичности региона.

Район расположения 16 временных сейсмических станций находится в юго-западной части плато Устюрт. Северная группа станций расположена в пределах увала Карабаур, центральная группа станций – в районе увала Музбель, западная группа станций – в районе впадины Карынжарык, южная группа станций расположена южнее увала Музбель на относительно ровном месте (рисунок 1, а, б).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В геологическом отношении район работ расположен в западной части Туранской плиты, входящей в состав молодой Центрально-Евразийской платформы. Сейсмическим зондированием установлено, что мощность земной коры на большей территории западной части Туранской плиты составляет 40–45 км [4].

Консолидированная кора состоит из верхнего – гранитного и нижнего – базальтового слоев; граничная скорость сейсмических волн на поверхности базальтового слоя составляет 6,8–7,4 км/сек, однако эта граница прослеживается хуже, чем верхняя граница консолидированной коры. Мощность гранитного слоя меньше мощности базальтового слоя.

Кристаллический фундамент довольно четко прослеживается по скоростям сейсмических волн 5,6–6,5 км/сек на глубинах 10–12 км и вопрос о его внутреннем строении и возрасте является спорным. Большинство исследователей считает, что фундамент Туранской плиты – гетерогенный и только в западной части – байкальский. Предполагается, что этот крупный массив байкальской консолидации подвергся дроблению и частичной переработке в эпохи активизации тектонических движений. На отдельных участках в раннем или среднем палеозое возникли внутренние геосинклинали – миогеосинклинали-авлакогены (Центрально-Мангышлакская, Южно-Эмбинская, Кассарминская и Туаркырская), где заложилась

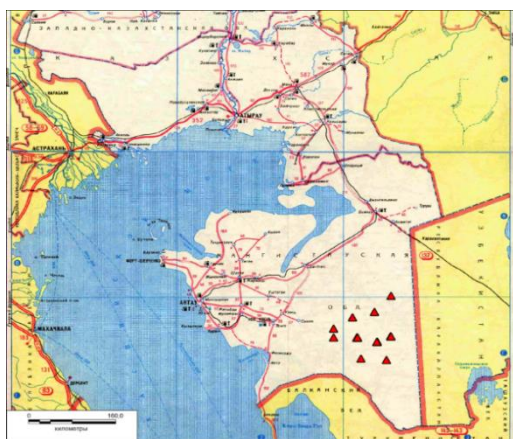
глубокие прогибы и накопились мощные толщи осадков, претерпевшие затем инверсию, складчатость и разную степень метаморфизма. Миогеосинклинали ограничены крупными разломами и представляют собой узкие (первые десятки километров) и протяженные (до сотен километров) геосинклинальные зоны.

Местоположение сейсмической группы «Мангистау» приурочено к восточной части Центрально-Мангышлакской миогеосинклинали, история которой начинается предположительно с пермского периода, а прогибание и осадконакопление продолжалось в триасе. Инверсия и складкообразование произошло в конце триаса. Пермотриасовые молассовые и карбонатные формации выходят на поверхность и слагают хребты Каратаушик, Западный и Восточный Каратау, а также горки Кунабай, Карашек и Карамая. В значительной степени пермотриасовые отложения погребены под мезокайнозойскими осадками.

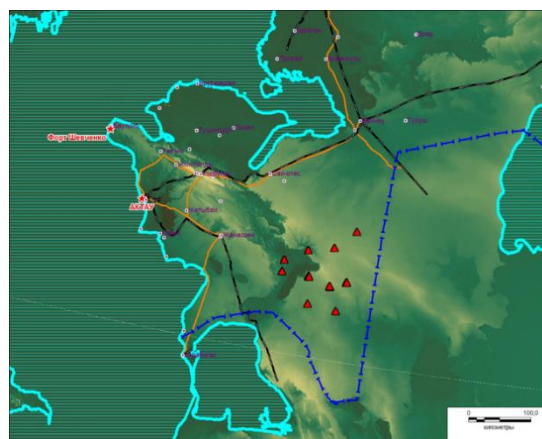
На большей части территории Западной части Туранской плиты на кристаллическом фундаменте зале-

гает комплекс пород от нижнепалеозойского до триасового возраста мощностью 3–5 км. Многие исследователи называют этот комплекс эпигеосинклинальным, а структуры этого комплекса – квазиплатформенными. Верхние горизонты этого комплекса были вскрыты рядом скважин на Северном и Южном Устюрте, и Южном Мангышлаке. Они представлены преимущественно красноцветными молассовыми породами пермотриаса, это – песчаники, алевролиты, реже аргиллиты.

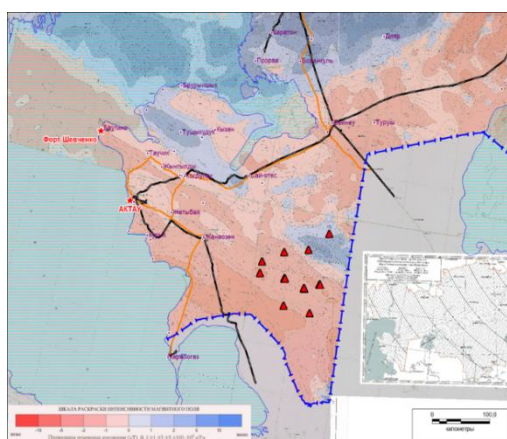
Собственно платформенный чехол начинается с рет-лейасовых отложений и включает в себя все мезозойские и кайнозойские отложения [5]. Строение платформенного чехла тесно связано с рельефом поверхности эпигеосинклинального комплекса и поверхности фундамента. Во многих случаях крупные структуры платформенного чехла наследуют структуры эпигеосинклинального комплекса и фундамента. Однако более мелкие, локальные структуры платформенного чехла являются наложенными и не находят отражения в структурах фундамента.



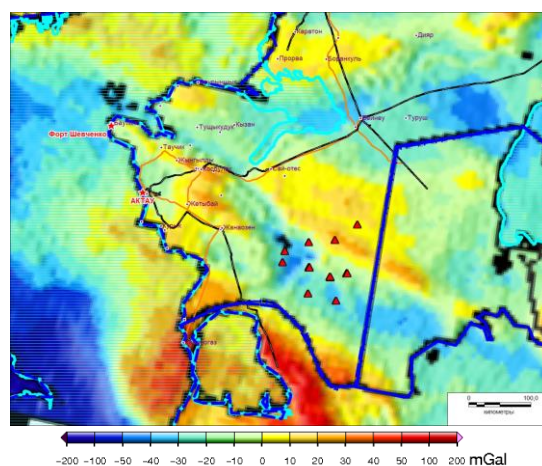
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1. Местоположение временных сейсмических станций: на обзорной карте Мангистауской области (а); на карте цифровой модели рельефа (б); на карте аномального магнитного поля (в) и на карте аномалий силы тяжести в свободном воздухе (г)

Помимо квазиплатформенного структурного яруса на Туранской плите выделяются 4 структурных яруса: рет-лейасовый (терригенно-карбонатный (глины, алевролиты, аргиллиты, песчаники, пески, конгломераты, мергели, известняки, доломиты), среднеюрско-нижнемиоценовый (карбонатно-терригенный), среднемиоценово-нижнеплиоценовый (карбонатно-терригенный), среднеплиоценово-четвертичный (терригенно-карбонатный, существенно терригенный).

Центрально-Мангышлакская миогеосинклиналь (Мангышлакско-Центрально-Устьюртская система дислокаций и Южно-Мангышлакско-Устьюртская система прогибов) представляет собой систему крупных антиклинальных и синклиналильных зон. Она протягивается от берегов Каспийского моря через п-ов Тюбкараган, через весь Мангышлак, Центральный Устьюрт до аллювиальной долины Аму-Дарьи. С севера она ограничена Южно-Бузачинским, на востоке – Северо-Устьюртским Барсакельмесским прогибами. В эту миогеосинклиналь входят Тюбкараганская антиклинальная зона, Каратауская мегантиклиналь, Чакырганская антиклинальная зона, Беке-Башкудукская антиклинальная зона, Сегендыкский, Жазгурлинский, Ассак-Ауданский прогибы и ряд синклиналильных и антиклинальных зон восточного Мангышлака и западной части Устьюрта. Жазгурлинский прогиб занимает большую часть Южно-Мангышлакского плато и протягивается до чинков Устьюрта. Его размеры 200×70 км, длина ступени 120 км, ширина 30 км. С этой ступенью связаны крупнейшие месторождения нефти. Подошва меловых отложений фиксируется на глубине около 400 м. Жазгурлинский прогиб выполнен отложениями среднемиоценово-нижнеплиоценового и среднеплиоценово-четвертичного ярусов.

Геоморфологические особенности района

Изображение цифровой модели рельефа (Рисунок 1, б), полученной по результатам высокоточной спутниковой радарной съёмки SRTM, детально отражает геоморфологию изучаемого района. Западные сейсмические станции расположены в зоне пониженных значений рельефа. Изучение этой зоны показало, что на ранних стадиях развития полуостровов Мангышлак был островом. Область пониженных значений рельефа могла быть проливом, образованным по системе ослабленных тектонических зон и соединяющим Мёртвый Култук, впадину Карынжарык и залив Кара-Богаз-Гол. В настоящее время эта зона подвержена более интенсивным процессам эрозии и денудации земной поверхности, в результате которых обнажились более древние породы перми, триаса, юры, мела и палеогена.

Геофизическая характеристика

В целом геологическое строение исследуемой территории отражается в геофизических полях. Общее северо-западное простирание геологических

структур соответствует простиранию геофизических полей и аномалий. Направление линий границ значений знакопеременного магнитного поля отражает местоположение тектонических разломов первого и второго порядков, в том числе и северо-западное направление основного Мангышлакского разлома. В северной части района расположения сейсмических станций локализуется магнитная аномалия, вытянутая в северо-западном направлении, примыкая к Мангышлакскому разлому с северо-восточной стороны (рисунок 1, в) [6]. По-видимому, здесь под мезокайнозойскими осадочными породами залегает массив базальтоидных пород кристаллического фундамента, который наиболее близко подходит к земной поверхности.

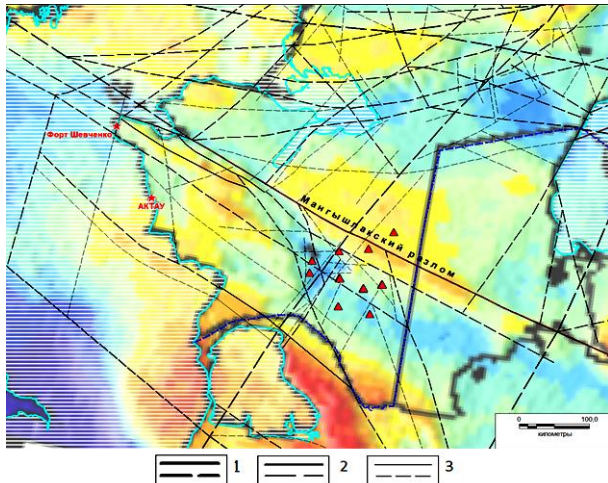
Гравитационная карта аномалий в свободном воздухе в меньшей степени отражает влияние геологических структур, так как напрямую зависит от характера рельефа местности (рисунок 1, г). В северной части местоположения сейсмических станций наблюдается вытянутая в северо-западном направлении аномалия силы тяжести, связанная, с одной стороны, с увеличением абсолютных отметок увала Карабаур, так и, возможно, с гравитационным эффектом от глубинных базальтоидных пород. В районе западных сейсмических станций наблюдается отрицательная аномалия силы тяжести, которая связывается, с влиянием горных пород с низкими плотностными характеристиками. Пространственно это аномалия приурочена к наиболее пониженным формам рельефа впадины Карынжарык. И в том, и в другом случае возможно проявление двойной природы гравитационных аномалий. С одной стороны, на измеренные значения силы тяжести оказывают влияние абсолютные отметки высоты места, с другой – избыток или недостаток масс. Отсюда следует, что горные породы, слагающие этот район, могут вызывать здесь повышенную глубинную сейсмическую нестабильность недр и возможное периодическое появление сейсмических шумов, связанных с изменяющимися лунно-солнечными приливными силами.

В результате анализа всех имеющихся материалов, включая интерпретацию геофизических полей и цифровой модели рельефа, а также дешифрирование спутниковых снимков, построена тектоническая схема района работ (рисунок 2). На схеме показаны тектонические разломы первого, второго и третьего порядков. Положение основных разломов глубинного заложения первого порядка и часть разломов второго порядка было уточнено и, в основном, совпадает со всеми разломами, выделенными ранее выполненными работами и отображёнными на тектонических картах и схемах по Прикаспийскому региону. Разломы второго и третьего порядка были откартированы по результатам современных исследований.

Таким образом, сеть сейсмических станций расположена на пересечении тектонических разломов северо-западного и северо-восточного направлений.

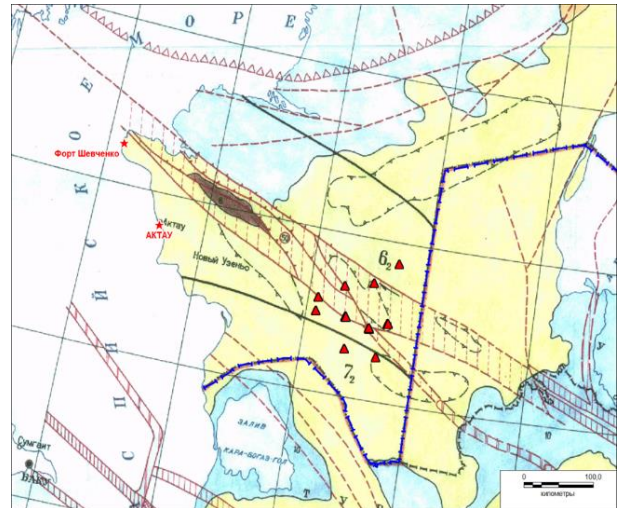
Среди них отмечаются разломы первого порядка Мангышлакский (северо-западный) и Карынжарыкский (северо-восточный), который является продолжением Мугоджарского (Предуральского) разлома на юго-запад в Туранскую плиту. Остальные разломы являются второстепенными. Отсюда отмечаем, что наиболее благоприятным местом для размещения

стационарной сейсмической станции (или группы) является, возможно, юго-восточная часть местоположения полевых станций, геологическое строение которой определяется меньшей тектонической нарушенностью, отсутствием геофизических аномалий и меньшей изрезанностью рельефа местности.

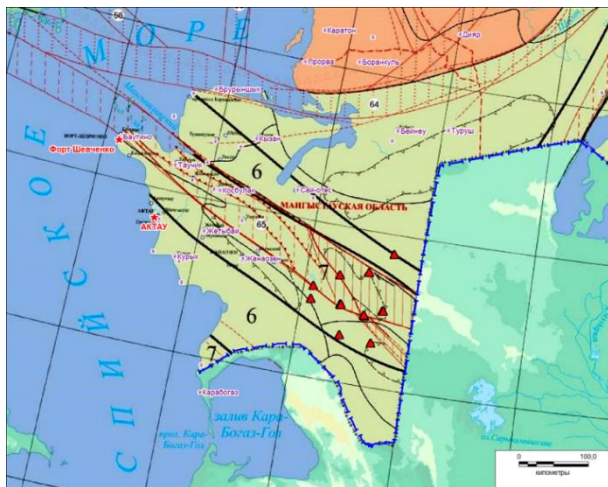


1 – разломы первого порядка в коренных породах и перекрытые рыхлыми отложениями (пунктиром); 2 – разломы второго порядка; 3 – разломы третьего порядка; в качестве подложки использована карта аномалий силы тяжести в свободном воздухе

а)



б)



в)



Рисунок 2. Схема расположения временных сейсмических станций на: тектонической схеме Мангыстауской области (а); карте общего сейсмического районирования РК 2003 года (б); карте общего сейсмического зонирования 2016 года (в)

Сеймотектоническая характеристика

Рассматривалась по картам сейсмического районирования территории Казахстана 2003 г. и 2017 г. [1]. (рисунок 2, б, в), на которых приводятся положения сейсмогенерирующих зон, максимальная магнитуда возможных землетрясений в них, а также изолинии сейсмической интенсивности в баллах по шкале MSK-64. Временные сейсмические станции приурочены к Центрально-Мангышлак-Устьюртской сейсмогенерирующей зоне с максимальной магнитудой $M_{\max} \leq 5$. На карте районирования 2003 года изолинии балльности и их значения для района Центрально-Мангышлак-Устьюртской сейсмогенерирующей зоны построены преимущественно с учетом значительного влияния соседней Балкан-Копетдагской сейсмогенерирующей зоны, находящейся южнее за пределами исследуемой площади и имеющей высокий сейсмopotенциал ($M_{\max} > 8$). Здесь сама Центрально-Мангышлак-Устьюртская сейсмогенерирующая зона попадает в район сейсмической интенсивности 6 по шкале MSK-64 (рисунок 2, б).

На карте общего сейсмического зонирования 2016 года изолинии балльности и их значения построены с учетом возможного влияния самой Центрально-Мангышлак-Устьюртской сейсмогенерирующей зоны, в пределах которой для нее выделена зона сейсмической интенсивности 7 по шкале MSK-64 (рисунок 2, в). Дополнительно в северной части исследуемой площади показана выделенная позже Южно-Эмбенско-Мугоджарская сейсмогенерирующая зона с $M_{\max} \leq 4,5$.

Центрально-Мангышлак-Устьюртская сейсмогенерирующая зона (№ 65 на карте) пространственно определяется одноименной системой дислокаций, представляющих собой зону поднятий, проходящую в ЗСЗ направлении, отделяя Северо-Устьюртскую синеклизу вместе с Южно-Бузачинским прогибом от Южно-Мангышлак-Устьюртской системы прогибов Туранской плиты. Северной границей названной зоны является Центрально-Мангышлак-Устьюртский глубинный разлом. Южная граница описываемой зоны проходит по Беке-Башкудукскому и Шахпахтинскому разломам, прослеженным вплоть до поверхности базальтового слоя земной коры. Характерной чертой внутренней структуры описываемой зоны является высокая степень дислоцированности платформенных отложений, включая и верхнепермско-триасовый (Каратауский) комплекс, складчатая структура которого видна в обнаженных ядрах Каратауского антиклинория. В Центрально-Мангышлак-Устьюртской зоне широко развиты складчато-надвиговые структуры, охватывающие и мезозойские, и кайнозойские толщи. Прямое отражение этих структур в рельефе, а также имеющие место случаи надвигания отложений палеогена на четвертичные образования, свидетельствуют о том, что рассматриваемая тектоническая зона и сейчас находится под воздействием сил субмеридионального горизонтального сжатия. Интенсивные складчато-надвиговые дислокации платформенного чехла в данном случае представля-

ют собой проявление шовной складчатости, в результате которой образовалась линейная инверсионная раннекеммерийская зона, активная до настоящего времени. Очаги землетрясений с $M = 5,0-5,5$ приурочены и могут возникнуть в зонах разуплотнения литерального типа в нижних горизонтах сиалического комплекса коры.

Южно-Эмбенско-Мугоджарская сейсмогенерирующая зона (№ 64 на карте) выделена как предполагаемая между сближающимися на северо-восток Южно-Эмбенским и Северо-Устьюртским разломами. Зона выделяется всеми исследователями как граничная между древней Русской и молодой Туранской платформами, в ее пределах происходит значительная перестройка земной коры. Рассматриваемая зона достаточно определенно трассируется геоморфологическими, геофизическими методами и космофотодешифрированием [Журавлев, 1960; Аристархова, 1971; Муратов, 1986; Тимуш, 2011].

К северу от названной зоны мощность сиалического комплекса коры сокращена до 2–5 км, тогда как мощность нижнего базитового увеличена до 25–30 км. К югу от Эмбенской зоны мощность палеозойского комплекса быстро сокращается. Наконец, по разные стороны Южно-Эмбенской зоны наблюдается различный характер структуры платформенного чехла: в Прикаспийской впадине господствуют структуры соляной тектоники, а на Северном Устьюрте складки чехла приобретают черты линейности, причем их ориентировка субпараллельна зоне сочленения разновозрастных платформ. Приведенные данные позволяют рассматривать Южно-Эмбенскую зону как подвижный на новейшем этапе элемент земной коры, игравший важную роль в геологическом развитии региона в течение всего неогена. Вдоль этой зоны происходит, по-видимому, надвигание Северо-Устьюртского блока на Северо-Прикаспийский, либо поддвигание последнего под край Туранской платформы. В южной части зоны отмечено три слабых землетрясения с магнитудой $M = 3-4$. Проведенный кластерный анализ комплекса параметров [Шапилов, Тимуш и др., 2010; Тимуш, 2011] привел к заключению, что максимальная магнитуда землетрясений не должна превышать $M = 4,5$ [7].

Выводы

Сбор, анализ и обобщение представительного объема априорной информации позволил выделить следующие факторы по выбору месторасположения сейсмической станции на территории Западного Казахстана:

1. Геологическое строение Центрально-Мангышлакской миогеосинклинали (Мангышлакско-Центрально-Устьюртская система дислокаций и Южно-Мангышлакско-Устьюртская система прогибов), к которым приурочено местоположение системы временных сейсмических станций, имеет сложное геологическое строение и представляет собой систему крупных антиклинальных и синклиналиных зон;

2. Стоит обратить внимание на местоположение западных сейсмических станций сети MSUAR в зоне

пониженных значений рельефа. В настоящее время эта зона подвержена более интенсивным процессам эрозии и денудации земной поверхности, в результате которых обнажились более древние породы перми, триаса, юры, мела и палеогена. Этот факт нужно учитывать при окончательном выборе места стационарной сейсмической группы, так как при глобальном изменении климата, связанного с общим потеплением и повышением уровня мирового океана, а также уровня Каспийского моря, ожидается возврат раннего геоморфологического строения;

3. Магнитное поле отражает местоположение тектонических разломов первого и второго порядков, в том числе и северо-западное направление основного Мангышлакского разлома;

4. Гравиметрическая карта в меньшей степени отражает расположение геологических структур, так как несёт в себе информацию о характере рельефа местности. Наблюдаемая на территории исследования двойная природа аномалий силы тяжести, предопределяет здесь повышенную сейсмическую нестабильность недр на глубине;

5. Сейсмогенерирующие зоны, к которым приурочено местоположение временных сейсмических станций, характеризуются развитием складчато-надвиговых структур отложений палеогена на четвертичные образования, что свидетельствует о том, что рассматриваемая тектоническая зона и сейчас находится под воздействием сил субмеридионального горизонтального сжатия. Очаги землетрясений с $M = 5,0-5,5$ приурочены и могут возникнуть в зонах разуплотнения литрального типа в нижних горизонтах сиалического комплекса коры;

6. Таким образом, наиболее благоприятным местом для размещения стационарной сейсмической станции (или группы) является, возможно, юго-восточная часть местоположения полевых станций, геологическое строение которой определяется меньшей тектонической нарушенностью, отсутствием геофизических аномалий и меньшей изрезанностью рельефа местности.

Введение в строй одной или нескольких сейсмических станций позволит по-новому взглянуть на сейсмичность территории Западного Казахстана, даст возможность открытия новых ранее неизвестных сейсмически активных областей, откроет новые границы для исследования скоростных характеристик земных недр, позволит изучать геодинамику районов активной добычи полезных ископаемых, в том числе углеводородов.

Данные исследования финансировались Министерством энергетики Республики Казахстан в рамках научно-технической программы BR24792713 «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан».

ЛИТЕРАТУРА

1. СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических зонах» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.10.2021 г.)
2. Результаты Казахстанско-Американского полевого эксперимента 2021–2022 гг. в западном Казахстане по изучению условий сейсмической регистрации / Макки Кевин, Михайлова Н. Н., Мукамбаев А.С. // Сборник материалов XI Казахстанско-Китайского международного симпозиума «Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска в Центральной Азии» 26–29 сентября 2023 года. Алматы. – С. 199–205.
3. Михайлова Н.Н., Великанов А.Е. Шалкарское землетрясение 26 апреля 2008 года // Промышленность Казахстана 12.2008–02.2009. – Вып. 6(51)–1(52). – С. 52–55.
4. Геологическое строение Казахстана / Бекжанов Г. Р., Кошкин В. Я., Никитченко И. И. и др. / Алматы: Академия минеральных ресурсов РК. – 2000. – 396 с.
5. Геология СССР. Т. 21. Западный Казахстан. М.: Недра, 1970.
6. Аномальное магнитное поле Казахстана. – Научное издание Комитета геологии и охраны недр Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК / Главный редактор Б.С. Ужкенов, ответственный исполнитель О.В. Игнатюк. Кокшетау 2004.
7. Тимуш, А.В. и др. Сейсмогенерирующие зоны Казахстана / А.В. Тимуш [и др.] – Алматы: ТОО «Хай Технолоджи», 2012. – 80 с.

REFERENCES

1. SP RK 2.03-30-2017 «Stroitel'stvo v seysmicheskikh zonakh» (s izmeneniyami i dopolnениями po sostoyaniyu na 21.10.2021 g.)
2. Rezul'taty Kazakhstansko-Amerikanskogo polevogo eksperimenta 2021–2022 gg. v zapadnom Kazakhstane po izucheniuyu usloviy seysmicheskoy registratsii / Makki Kevin, Mikhaylova N. N., Mukambaev A.S. // Sbornik materialov XI Kazakhstansko-Kitayskogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Prognoz zemletryaseni, otsenka seysmicheskoy opasnosti i seysmicheskogo riska v Tsentral'noy Azii» 26–29 sentyabrya 2023 goda. Almaty. – P. 199–205.
3. Mikhaylova N.N., Velikanov A.E. Shalkarskoe zemletryasenie 26 aprelya 2008 goda // Promyshlennost' Kazakhstana 12.2008–02.2009. – Issue. 6(51)–1(52). – P. 52–55.
4. Geologicheskoe stroenie Kazakhstana / Bekzhanov G. R., Koshkin V. Ya., Nikitchenko I. I. i dr. / Almaty: Akademiya mineral'nykh resursov RK. – 2000. – 396 p.
5. Geologiya SSSR. Vol. 21. Zapadnyy Kazakhstan. Moscow: Nedra, 1970.
6. Anomal'noe magnitnoe pole Kazakhstana. – Nauchnoe izdanie Komiteta geologii i okhrany neдр Ministerstva energetiki i mineral'nykh resursov RK / Glavnyy redaktor B.S. Uzhkenov, otvetstvennyy ispolnitel' O.V. Ignatyuk. Kokshetau 2004.
7. Timush, A.V. i dr. Seysmogeneriruyushchie zony Kazakhstana / A.V. Timush [i dr.] – Almaty: TOO «Khay Tekhnologiya», 2012. – 80 p.

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ЖАҢА СЕЙСМИКАЛЫҚ
СТАНЦИЯНЫҢ ОРНЫН ТАҢДАУҒА АРНАЛҒАН ГЕОЛОГИЯЛЫҚ, ГЕОФИЗИКАЛЫҚ
ЖӘНЕ СЕЙСМОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР**

Ә. А. Исағали^{1,2*}, Г. К. Умирова¹, А. Е. Великанов²

¹ *Satpayev University, Алматы, Қазақстан*

² *ҚР ҰЯО РМК «Геофизикалық зерттеулер институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан*

** Байланыс үшін E-mail: aydarovna.98@mail.ru*

2016 жылғы сейсмикалық зоналау картасында [1] Батыс Қазақстандағы белсенді сейсмикалық аймақтарда бірқатар өзгерістер енгізілді. Бұрын сейсмикалық қауіп негізінен Каспий теңізі арқылы Копетдагтан Кавказға өтетін жоғары белсенді аймақтың жер сілкіністерімен байланысты болатын. Алайда, соңғы уақытқа дейін зерттеу аймағы асейсмикалық аймақ болып саналып, мұнда сейсмикалық зерттеулер жүргізілмеген. Дегенмен, соңғы жылдардағы геодинамикалық оқиғалар Батыс Қазақстанда айтарлықтай жер сілкіністері болып жатқанын көрсетеді, оларды кейбір зерттеушілер мұнай мен газ кен орындарының техногендік әсерімен байланыстырады. Сарапшылар жер сілкіністерінің орындарын нақты анықтау және геодинамикалық оқиғалардың параметрлерін есептеу кезінде қателіктерді азайту үшін сейсмикалық станциялар желісін орнату қажеттігін айтуда.

Мичиган мемлекеттік университеті (АҚШ) және Қазақстан Республикасының Ұлттық ядролық орталығы Геофизикалық зерттеулер институтымен (ГЗИ ҰЯО ҚР) бірлескен жұмыстардың нәтижесінде Маңғыстау облысының оңтүстік-шығыс бөлігінде, Маңғыстау түбегінің шығысында, Батыс Қазақстанда жаңа сейсмикалық станция орнату үшін жағдайларды зерттеу және аймақтың сейсмикалық белсенділігін зерттеу мақсатында Маңғыстаулық уақытша сейсмикалық станциялар желісі (MSUAR желісі) орнатылды.

Геологиялық-геофизикалық, сейсмологиялық, геоморфологиялық деректерді жинау және талдау негізінде жаңа сейсмикалық белсенді аймақтарды ашудан, жер қыртысының жылдамдық сипаттамаларын зерттеуден, пайдалы қазбаларды, оның ішінде көмірсутектерді белсенді өндіру аймақтарының геодинамикасын зерттеуден бастап, Батыс Қазақстанның сейсмикалық белсенділігі бойынша жаңа карталарды құруға дейінгі кең ауқымды міндеттерді шешу үшін қолдануға болатын критерийлер мен факторлар анықталды.

Түйін сөздер: сейсмикалық қауіптілік, жер сілкінісі, Батыс Қазақстан, сейсмикалық станциялар, геология, геофизика, сейсмология.

**STUDY OF GEOLOGICAL, GEOPHYSICAL, AND SEISMOLOGICAL CONDITIONS FOR SELECTING
A SITE FOR A NEW SEISMIC STATION TO STUDY THE SEISMICITY OF WESTERN KAZAKHSTAN**

A. A. Issagali^{1,2*}, G. K. Umirova¹, A. Ye. Velikanov²

¹ *Satpayev University, Almaty, Kazakhstan*

² *Branch "Institute of Geophysical Research" RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan*

** E-mail for contacts: aydarovna.98@mail.ru*

The present article provides review of seismic certainty and knowledge of Kazakhstan territory. The certain changes have been introduced to the picture of active seismicity of Western Kazakhstan once updated map for seismogenic zones was issued in Year 2016. Previously, seismic hazards had been mainly associated with potential earthquakes from a highly active zone crossing the Caspian Sea from the Kopet Dag to the Caucasus. Moreover, up to date mentioned area had been considered as an aseismic zone with no practical efforts to investigate seismic activity. However, recent geodynamic events demonstrated quite noticeable record of the earthquakes in Western Kazakhstan attributed by some researchers to technogenic impact from extensive production development of petroleum and gas deposits. The experts insist on arrangement of seismic arrays' grid to ensure more accurate verification of earthquakes and mitigate errors in geodynamic events parameters estimation.

The joint effort of Michigan State University (USA) and Institute for Geophysical Researches of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan undertaken in the south-eastern part of Mangistau Province, east of the Mangistau Peninsula, resulted with deployment of Mangystau array (MSUAR) – Mangistau Temporary Network of Seismic Arrays aimed to run feasibility study to substantiate location of a new seismic array in Western Kazakhstan and further investigate seismicity of the region.

The numerous criteria and factors had been identified based on the findings of collection and analysis of geological-geophysical, seismological, geomorphological data including interpretation results and mentioned criteria and factors shall be further used to address wide range of challenges.

Keywords: seismic hazard, earthquake, Western Kazakhstan, seismic arrays, geology, geophysics, seismology.