



УДК: 551.3 (550.3)

Зулхумар УМАРОВА,
Старший научный сотрудник ГУ "Институт ГИДРОИНГЕО"
E-mail: zulhumoru01@gmail.com
Нодира ТАДЖИБАЕВА,
К.г.-м. наук, доцент Национального университета Узбекистана
Сайера САИДОВА,
Старший научный сотрудник ГУ "Институт ГИДРОИНГЕО"

Рецензент: к.г.-м.н., профессор Ташкентского государственного технического университета И.А.Агзамова

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE GEOLOGICAL AND TECTONIC STRUCTURE AND THE SEISMIC POTENTIAL OF THE TERRITORY OF UZBEKISTAN

Annotation

The work is devoted to the relationship between the geological and tectonic structure and the seismic potential of the territory of Uzbekistan. The purpose of the study is to identify and describe the main geological and tectonic factors determining the level of seismic activity in the region. The paper considers: stratigraphy and lithology of the sedimentary cover, the deep structure of the Earth's crust, active faults and zones of increased fracturing, modern movements of the Earth's crust. The analysis of the relationship between the geological structure, tectonic structure and the distribution of earthquake epicenters is carried out. Based on the data obtained, the seismic potential of individual tectonic elements and zones is estimated.

Keywords: geological and tectonic structure, seismic hazard, seismicity, faults, tectonics.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И СЕЙСМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация

Работа посвящена взаимосвязи геолого-тектонической структуры и сейсмического потенциала территории Узбекистана. Целью исследования является выявление и описание основных геологических и тектонических факторов, определяющих уровень сейсмической активности на территории региона. В работе рассмотрены: стратиграфия и литология осадочного чехла, глубинное строение земной коры, активные разломы и зоны повышенной трещиноватости, современные движения земной коры. Проведен анализ взаимосвязи между геологическим строением, тектонической структурой и распределением эпицентров землетрясений. На основе полученных данных дана оценка сейсмического потенциала отдельных тектонических элементов и зон.

Ключевые слова: геолого-тектоническое строение, сейсмическая опасность, сейсмичность, разломы, тектоника.

ЎЗБЕКИСТОН HUDUDINING GEOLOGIK-TEKTONIK TUZILISHI VA SEYSMIK SALOHİYATINING O'ZARO BOG'LIQLIGI

Annotatsiya

Ish O'zbekiston hududining geologik-tektonik tuzilishi va seysmik salohiyatining o'zaro bog'liqligiga bag'ishlangan. Tadqiqotning maqsadi mintaqadagi seysmik faollik darajasini belgilaydigan asosiy geologik va tektonik omillarni aniqlash va tavsiflashdir. Ishda quyidagilar ko'rib chiqiladi: cho'kindi qoplamining stratigrafiyasi va litologiyasi, er qobig'ining chuqur tuzilishi, faol yoriqlar va yorilishning kuchaygan zonalari, yer qobig'ining zamonaviy harakatlari. Geologik tuzilish, tektonik tuzilish va zilzila epitsentrlarining tarqalishi o'rtasidagi munosabatlar tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlarga asoslanib, individual tektonik elementlar va zonalarning seysmik potentsialini baholash berilgan.

Kalit so'zlar: geologik-tektonik tuzilishi, seysmik xavfi, seysmikligi, yoriqlari, tektonikasi.

Введение. Актуальность темы определяется следующими факторами: высоким уровнем сейсмического риска, недостаточной изученностью геологического строения и тектонической структуры, развитием территорий и увеличением техногенной нагрузки, проблемой прогноза землетрясений, важностью учета локальных геологических условий.

Многие регионы мира характеризуются повышенным уровнем сейсмической активности, что представляет значительную угрозу для жизни людей, инфраструктуры и экономики. Своевременная и точная оценка сейсмической опасности является критически важной для снижения рисков, связанных с землетрясениями. Сейсмический эффект, вызванный землетрясением, может существенно различаться в разных районах, в зависимости от местных геологических условий (грунты, рельеф, наличие подземных вод). Геолого-тектонические исследования позволяют учитывать эти факторы при сейсмическом микрорайонировании и проектировании сейсмостойких сооружений. Считаём, проведение геолого-тектонической характеристики территории региона в контексте сейсмической опасности является актуальной научной и практической задачей.

Литературный обзор. Первые систематические и свободные от мистики представления о землетрясениях возникли в Греции. Первый, кто указал на связь землетрясений с глубинными тектоническими процессами, был М.В.Ломоносов (1757г.). Но, еще длительное время в XVIII и в начале XIX вв. высказывались подчас самые фантастические гипотезы о возникновении этого природного явления. Впервые возможность существования в твердом

теле двух типов волн продольных и поперечных теоретически предсказана Пуассоном в 1828 г. Наличие поверхностных волн было открыто Рэлеем (1885 г.) и Лявом (1909г.). Первые механические сейсмографы появились в начале 90-х годов прошлого столетия. В 1897 г. английским сейсмологом Олдгеймом в соответствии с предсказаниями теории, впервые были правильно расшифрованы вступления Р- и S- волн на сейсмограммах.

Американскими учеными разработана дилатантно-диффузионная модель землетрясения, в соответствии с которой появление предвестников объясняется поступлением воды в очаговую зону готовящегося сейсмического события в результате резкого роста тектонических напряжений. К одной из последних работ относится опубликованная коллективом ученых ИС АН РУз (К.Н.Абдуллабековым, А.Н.Султанходжаевым, Г.Ю.Азизовым и др.) монография «Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане», в которой с единых методических позиций изучены структурно-тектонические особенности, позволяющие выделить геологические факторы, контролируемые в земной коре расположения очагов землетрясений и относительную силу. В конце восьмидесятых годов прошлого столетия в ГП Института ГИДРОИНГЕО были начаты исследования, направленные на изучение гидрогеологических предвестников землетрясений в сейсмоактивных районах Узбекистана. Влияние на гидродинамику и гидрогеохимию подземных вод тектонического напряжения, накапливающегося и вызывающего микро- и макро-трещинообразование, изменение порового давления, проницаемости и объема порового пространства, было исследовано (Барсуков и др., 1980; Султанходжаев, 1984; Копылова, 2008). Под руководством академика Г.А. Мавлянова (1971) и его последователей была создана обширная сеть гидрогеосейсмологических наблюдений. Разработка численных моделей, позволяющих имитировать процессы изменения гидрогеодинамического режима под воздействием различных природных и техногенных факторов были выполнены (Якубов О.К. и др.).

Методы исследования. Исследование, направленное на геолого-тектоническую характеристику территории региона в контексте сейсмической опасности, требует комплексного применения различных методов, позволяющих получить всестороннюю информацию о геологическом строении, тектонической структуре и активности территории. Методы исследования включают: аналитический метод (анализ литературных источников, архивных данных); полевые методы, гидрогеологический мониторинг: регулярные измерения уровня, температуры и электропроводности подземных вод в наблюдательных скважинах, периодический отбор проб подземных вод для химического анализа, определение гидрогеологических параметров водоносных горизонтов (коэффициент фильтрации, водопроницаемости, пьезопроводности) с помощью опытных откачек и наливов; методы обработки и анализа данных (статистический, спектральный, корреляционный, геостатистический анализы); методы математического моделирования [3,4]. Приведенные методы позволяют комплексно изучать геологическое строение и тектоническую структуру территории региона и дать обоснованную оценку ее сейсмической опасности.

Анализ и результаты. В геологическом строении Узбекистана принимает участие сложный комплекс пород осадочного, магматического и метаморфического генезиса от протерозоя до четвертичных [8]. В кристаллическом основании два структурных комплекса: нижний, архейский обнажается на юго-западе Гиссарского хребта, а южнее вскрыт скважинами в Южном Приаралье и Бухаро-Каршинском регионе. Сложен продуктами магматит-гнейсовой и амфиболит-плагиоклазовой метаморфической фации (гранито-гнейсы) с прослоями кварцитов, ортоамфиболитов, мраморов, гнейсов и др., мощностью 4-5 км. Отложения смяты в систему куполовидных структур, осложненных линейными крутыми и опрокинутыми складками. Простираение складок от субширотного (Южный Узбекистан) до северо-западного (Западный Узбекистан).

Верхний нижнепротерозойский комплекс обнажается в Западном Узбекистане метаморфизованной осадочно-вулканогенной толщей мощностью до 4-6 км, зеленокаменный комплекс). Толща сложена в систему пологих линейных складок северо-западного (Северный Нуратау) и северо-восточного (Западный Букантау) простирания. Рифейно-нижнедевонский платформенный чехол представлен преимущественно терригенными породами (до 5 км) и в структурном отношении совместно с кристаллическим основанием составляет древнюю платформу.

В связи с процессами тектонической активизации возникли Мангышлак-Гиссарский краевой прогиб, Каракумо-Гиссарская наложенная андезитовая вулканическая дуга карбона, ряд магматических ареалов с гранитоидами позднепалеозойского возраста. Верхнетриасово-палеогеновый чехол сложен морскими и континентальными отложениями. Его формирование завершилось образованием Турано-Тянь-Шаньской эпипалеозойской платформы. Структуры в общей форме наследуют структуры герцинид и представлены субширотными сводами (Южно-Тянь-Шаньский, Центрально-Устюртский, Центрально-Кызылкумский и др.), разделенными крупными синеклизами (Таджикская, Ферганская, Северо-Устюртская, Сырдарьинская) [2].

Современная структура выражена Туранской плитой на западе и Тянь-Шаньской платформенной орогенной (сводово-глыбовой) областью на востоке. Для плиты характерны поднятия и прогибы большого радиуса, для орогена – крупнейшие линейные своды (Чаткало-Кураминский, Алай-Туркестанский мегаантиклинории) и межгорные впадины (Ферганский и Таджикский мегасинклинории). Мегасинклинории выражены в современном рельефе горными хребтами различной протяженности, каждый из которых представляет собой сводовое поднятие (или цепочку сводовых поднятий), иногда линейной формы, осложненное региональными разломами, дизъюнктивными и пликтивными дислокациями высших порядков.

Горная область новейших контрастных движений, обладающих многокилометровой амплитудой, на северо-западе сменяется равнинами Туранской плиты. Исключение составляет район западного погружения Туркестанского и Зарафшанского хребтов: Нуратинские, Зирабулак-Зиаэтинские, Каратюбинские горы и Зарафшанская межгорная впадина, где область достаточно интенсивных новейших тектонических движений в виде сравнительно узкого выступа глубоко вклинивается в тело платформы. В Амударьинской впадине эпиплатформенный этап ознаменовался формированием поперечных к господствующим ранее структурам прогибов, разделивших Бухарскую тектоническую ступень на отдельные поднятия. К таким прогибам относятся Тузкойский, Рометанский, Ямбашинский.

Анализ сейсмической опасности территории Узбекистана. Узбекистан одна из наиболее густонаселенных стран Центральной Азии. Общая площадь страны составляет 447 400 км². Около 55% территории республики могут

подвергаться землетрясениям с магнитудой более 5 ($M > 5$). В этом регионе проживают 25 млн. человек. В сейсмически опасных районах расположено 120 городов, как основанных несколько тысяч лет назад, так и в прошлом столетии.

Территория Узбекистана испытывает деформирующее воздействие крупных блоков консолидированной земной коры: на севере и западе – Центрально-Казахстанский щит и Туранская плита, на востоке – Таримская, на юге – Индийская платформы. По историческим сведениям, известно о более 500 землетрясениях с магнитудой более 5 ($M > 5$), произошедших на территории республики. На сегодняшний день собраны уникальные сейсмологические данные за 100 лет, функционируют 24 цифровые станции по всей территории республики, в ближайшее время планируется установка еще 8 станций. В институте Сейсмологии АН РУз имеется унифицированный (генеральный) каталог сильных землетрясений Центральной Азии. За период с 1955 по 2010 г. на территории Узбекистана зарегистрированы 82 землетрясения с магнитудой

$M > 5$. Из них с $M=5-5,8$, $M=5,5-14$, $M=6-4$, $M=6,5-4$, $M=7-2$. Анализ землетрясений по историческим данным и регистрация современных сейсмических событий показали, что катастрофические землетрясения с интенсивностью 9 баллов (по MSK – 64) на территории Узбекистана наблюдались в Хорезме (1209 г.), в Фергане (1822 г.), в Андижане (1902 г.), в Каратаге (1907 г.), в Чаткале (1946 г.), в Газли (1984 г.) [3].

Сейсмичность территории Республики обусловлена особенностями глубинного строения земной коры и верхней мантии Центрально-Азиатского бассейна горно-складчатого региона. Установлено, что наиболее интенсивные подвижки происходят по зонам сочленения геологических структур и узлам тектонических нарушений, создавая возможность возникновения землетрясений. Р.Н.Ибрагимовым в зависимости от историко-структурной обстановки и сейсмичности в пределах Узбекистана выделены сейсмоопасные регионы (геодинамические районы): Ферганский, Приташкентский, Самаркандский, Бухара-Каршинский, Центрально-Кызылкумский, Сурхандарьинский, в пределах которых располагаются сеймотектонические структуры, отличающиеся друг от друга не только характером, масштабом и временем проявления новейших тектонических движений, но и распределением очага землетрясений [2,3,4]. В пределах каждого региона установлены сейсмические структуры, подразделяющиеся в свою очередь на сеймогенные зоны, обусловленные активными разрывами.

Геологические структуры, разделенные активными разломами, являются концентраторами сеймотектонических напряжений, а сами разломы – системами разгрузки сейсмической энергии, т.е. очагами землетрясений различных магнитуд. На поверхности земли они представлены эпицентрными, т.е. плейстоценовыми областями сильных землетрясений с возможным проявлением остаточных деформаций.

На территории Узбекистана выделены три категории сеймогенных зон, где возможно возникновение в дальнейшем землетрясений с максимальной магнитудой (M) и интенсивностью (J): 1) $M < 7,5$ и $J < 9$ баллов; 2) $M < 6,5$ и $J < 8,3$ баллов; 3) $M < 5,5$ и $J < 7$ баллов.

В пределах республики имеется 31 сеймогенная зона: Фергано-Таласская, Чаткало-Атойнакская, Северо-Ферганская, Наманганская, Андижанская, Южно-Ферганская, Куршабская, Талдысуйская, Чаткальская, Сандашская, Ангренская, Пскемо-Ташкентская, Нурекатинская, Лянгарская, Угам-Каржантауская, Моголтау-Писталитауская, Бесапано-Северо-Нуратинская, Букантауская, Северо-Тамдынская, Северо-Кульджуктауская, Южно-Ауминзатауская, Зарафшанская, Предкызылкумская, Южно-Тяньшанская, Бухарская, Султануиздагская, Гиссаро-Кокшальская, Кызылдарьинско-Лянгар-Караильская, Байсун-Кугитангская, Сурхантау-Шерабад-Келифская, Бабатаг-Кейкитауская. Каждая сеймогенная зона обусловлена или представлена определенными структурами (региональным, активными разломами), имеющих различную протяженность и ширину. Как показал анализ истории развития в любых частях, имеющих место нарушения в разное время происходили движения с различным характером и интенсивностью. С учетом активности новейших тектонических дифференцированных движений в пределах выше приведенных сеймогенных зон прогнозируются землетрясения с различной интенсивностью. В некоторых зонах выявлен ряд палеосейсмодислокаций, указывающих на возможность проявления в будущем разрушительных землетрясений с $M < 7,5$ и $J < 9$ баллов [5,6].

В пределах изучаемой территории между сеймогенными зонами находятся обширные участки, в которых отсутствуют геологические предпосылки для возникновения разрушительных толчков в 7 баллов и более. Их генерация не была зарегистрирована. Однако на эти участки влияли сотрясения из соседних сеймогенных зон. Иногда здесь наблюдалось усиление силы землетрясения, интенсивность которого не превышала значений, близко расположенных сеймогенных зон. Кроме того, на этих же участках определено большое количество эпицентров слабых толчков с магнитудой $M \leq 4,5$. Они, вероятно, обуславливаются возникновением небольших разрывов и растрескиванием земной коры при деформациях различных геологических структур.

Заключение. В строении земной коры большое значение имеют разрывные нарушения, большая часть которых закладывалась на начальных этапах ее формирования и периодически обновлялась (региональные разломы) или возникла по краям крупных структур (краевые разломы, кольцевые и полукольцевые нарушения). По зонам тектонических нарушений отмечен наиболее интенсивный рост локальных антиклинальных складок, который сопровождался землетрясениями. Таким образом, современный структурный план отражает синтез, интерференцию унаследованных северо-западных и новообразованных северо-восточных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский И.П. Механизм подготовки тектонического землетрясения. М. АН СССР, 1984г.
2. Ибрагимов Р.Н. Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. Т. ФАН. 1978г.
3. Каталог землетрясений Узбекистана за 2001-2005гг. Комплексная экспедиция ИС АН РУз. г.Ташкент, 2006г.
4. Коллектив авторов под ред. Абдуллабекова К.Н. Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. Т. ГИДРОИНГЕО, 2002г.
5. Абдуллабеков К.Н. Проблемы сейсмологии в Узбекистане. Журнал, ИС АН РУз, Ташкент, 2007. 272 с.
6. Саидова С.А. Изучение гидрогеодеформационного поля на территории Республики Узбекистан // Сборник тезисов Республиканского научно-технической конференции. «Приоритетные направления геологического изучения недр, гидрогеологических и инженерно-геологических исследований в Республики Узбекистан. Ташкент, 2011. С. 226-228.