



УДК: 551.3 (550.3)

Нодира ТАДЖИБАЕВА,
К.г.-м. наук, доцент Национального университета Узбекистана
E-mail: nadira.ruzievna@mail.ru

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

HYDROGEODEFORMATION FIELD OF UZBEKISTAN AS AN INDICATOR OF GEODYNAMIC ACTIVITY AND A HARBINGER OF EARTHQUAKES

Annotation

The work is devoted to a comprehensive study of the hydrogeodeformation (GGD) field in the territory of the Republic of Uzbekistan. The interrelationships between hydrogeological parameters (levels, flow rates, chemical composition of groundwater) and geodeformation characteristics of the Earth's crust are analyzed. The sites and periods of anomalous changes in the GGD field associated with tectonic activity and economic activity have been identified. The results obtained will make it possible to improve seismic forecasting methods, optimize the rational use of groundwater, and increase the safety and stability of engineering structures in the conditions of the Central Asian region.

Keywords: hydrogeodeformation field, seismic forecast, geodynamics, groundwater, crustal deformations, monitoring, tectonics, anthropogenic impact.

ГИДРОГЕОДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ УЗБЕКИСТАНА КАК ИНДИКАТОР ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПРЕДВЕСТНИК ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Аннотация

Работа посвящена комплексному изучению гидрогеодеформационного (ГГД) поля на территории Республики Узбекистан. Проанализированы взаимосвязи между гидрогеологическими параметрами (уровни, дебиты, химический состав подземных вод) и геодеформационными характеристиками земной коры. Выявлены участки и периоды аномальных изменений ГГД поля, связанные с тектонической активностью и хозяйственной деятельностью. Полученные результаты позволяют усовершенствовать методы сейсмического прогнозирования, оптимизировать рациональное использование подземных вод, а также повысить безопасность и устойчивость инженерных сооружений в условиях Среднеазиатского региона.

Ключевые слова: гидрогеодеформационное поле, сейсмопрогноз, геодинамика, подземные воды, деформации земной коры, мониторинг, тектоника, антропогенное воздействие.

O'ZBEKISTONNING GIDROGEODEFORMATIV MAYDONI GEODINAMIK FAOLIYAT KO'RSATKICHI VA ZILZILALAR OLDINI OLISHI SIFATIDA

Annotatsiya

Ish O'zbekiston Respublikasi hududidagi gidrogeodeformatsiya (GGD) maydonini kompleks o'rganishga ba g'ishlangan. Gidrogeologik parametrlar (darajalar, oqim tezligi, yer osti suvlarining kimyoviy tarkibi) va er qobig'ining geodeformatsion xususiyatlari o'rtasidagi munosabatlar tahlil qilindi. Tektonik faollik va iqtisodiy faoliyat bilan bo g'liq ggd sohasidagi g'ayritabiiy o'zgarishlarning joylari va davrlari aniqlandi. Olingan natijalar seysmik prognozlash usullarini takomillashtirish, yer osti suvlaridan oqilona foydalanishni optimallashtirish, shuningdek, o'rta Osiyo mintaqasida muhandislik inshootlarining xavfsizligi va barqarorligini oshirishga imkon beradi.

Kalit so'zlar: gidrogeodeformatsiya maydoni, seysmoprognos, geodinamika, yer osti suvlari, yer qobig'ining deformatsiyalari, monitoring, tektonika, antropogen ta'sir.

Введение. Республика Узбекистан расположена в сейсмоактивном регионе, подверженном землетрясениям различной магнитуды. Прогнозирование землетрясений и оценка сейсмической опасности является важной задачей для обеспечения безопасности населения и экономики. Тектонические процессы, происходящие в земной коре, оказывают влияние на гидрогеологический режим территорий, в том числе на уровни, дебиты и химический состав подземных вод. Изучение взаимосвязи между тектоническими деформациями и гидрогеологическими изменениями позволяет лучше понимать геодинамические процессы, происходящие в регионе. Интенсивное использование земельных и водных ресурсов, разработка месторождений полезных ископаемых, строительство крупных инженерных сооружений приводят к изменению напряженно-деформированного состояния земной коры и гидрогеологического режима территорий [1,2].

Существующие методы прогнозирования землетрясений и оценки сейсмической опасности имеют ограниченную точность. Изучение ГГД поля может предоставить дополнительную информацию о подготовке землетрясений и способствовать совершенствованию методов прогнозирования.

Цель исследования – комплексное изучение гидрогеодеформационного (ГГД) поля на территории Республики Узбекистан для выявления закономерностей его формирования и использования полученных знаний для оценки геодинамической активности, прогнозирования землетрясений и решения задач рационального водопользования и устойчивого строительства.

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 вначале 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, контролирующие 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. Особое внимание уделяется вопросу оценке воздействия крупномасштабного водоотбора, ирригации, строительства водохранилищ и других техногенных факторов на ГГД поле (Кучумов Б.Д., Норматов Р.Б. и др.). 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. Данное исследование, направленное на выявление закономерностей формирования и изменения гидрогеодеформационного (ГГД) поля по данным наблюдательной сети, требует комплексного применения различных методов, объединяющих гидрогеологические, геодезические и геофизические подходы. 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, пьезопроницаемости) с помощью опытных откачек и наливов; методы обработки и анализа данных (статистический, спектральный, корреляционный, геостатистический анализы); методы математического моделирования [3,4].

Анализ и результаты. Территория Узбекистана уникальна по своим природным условиям, она представляет собой своеобразное сочетание равнинного и горного рельефов. Равнины расположены в юго-западной и северо-западной части и состоят из плато Устюрт, дельты низовья Амударьи и пустыни Кызылкум. Горы и предгорья, занимая примерно одну 1/3 территории республики, находятся на востоке. В геологическом строении Узбекистана принимает участие сложный комплекс пород осадочного, магматического и метаморфического генезиса от протерозоя до четвертичных.

Характерная особенность природных условий Республики – высокая сейсмичность, доходящая до 8-9 баллов (рис. 1.). 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. Около 55% территории республики могут подвергаться землетрясениям с магнитудой более 5 ($M > 5$). По историческим сведениям, известно о более 500 землетрясениях, произошедших на территории республики, с соответствующей магнитудой. В сейсмически опасных районах расположено 120 городов, как основанных несколько тысяч лет назад, так и в прошлом столетии. К числу сильных разрушительных землетрясений относятся: Ферганское (1823г.), Андижанское (1889, 1902гг.), а также Ташкенское (1866, 1868гг.).

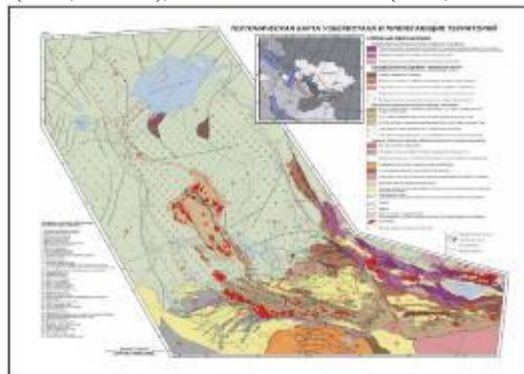


Рис. 1. Тектоническая карта Узбекистана и прилегающих территорий

По Р.Н.Ибрагимову 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. В пределах каждого региона установлены сейсмические структуры, подразделяющиеся на сейсмогенные зоны, обусловленные активными разрывами. На территории Узбекистана выделены три категории сейсмогенных зон, где возможно возникновение в дальнейшем землетрясений с максимальной магнитудой (М) и интенсивностью (J): $M < 7,5$ и $J < 9$ баллов; $M < 6,5$ и $J < 8,3$ баллов; $M < 5,5$ и $J < 7$ баллов.

Наблюдательная сеть гидрогеодеформационного поля на территории Республики Узбекистан представлена 6 наблюдательными пунктами, расположенными в городах Сырдарья, Карши, Бухара, Газли, Нукус и Ташкент, в которых ведутся наблюдения за изменением гидрогеодинамического режима [3,4].

На примере наблюдательного пункта «Сырдарья» проследим характер изменения уровня подземных вод (рис. 2). Пункт мониторинга, расположенный в г.Сырдарья, наблюдается с 1992 г, он характеризует напорные воды и по нему наблюдается непрерывный подъем напора до отметки +7,89 (31.12.2018г) против отметки 6,30 м (в 1992г.), что по видимому связано с передачей нагрузки чаши Чардарьинского водохранилища и Айдар-Арнасайской озерной системы по напорным пластам неоген-четвертичных отложений.

Поэтому, можно предположить, что подъем пьезометрического уровня обусловлен ростом внешней нагрузки процесса сброса воды в Айдаркуль. Это подтверждается в графике изменения среднегодовых значений пьезометрического уровня на пункте «Сырдарья» 1992-2018гг.



Рис. 2. Наблюдательный пункт «Сырдарья»

Начиная с 2012 по 2018гг после сокращения сброса воды в Тузкан-Айдарскую озерную систему началось снижение уровня, оно привело в первую очередь к спаду УГВ и пьезометрического уровня в подстилающей водонапорной системе. С отметки +8,35м (1992г) и до +7,89м (2018г). Таким образом, зафиксированный 1992г. пьезометрический уровень на отметке +6,32м, выше поверхности земли непрерывно поднимался в течение 13 лет и достиг своего апогея +8,35м (2012г), затем рост прекратился, на данный момент наблюдается понижение пьезометрического уровня до +7,89м. (рис. 3, А).

В 2016г. уровень колебался между отметками (+8,11м и 8,33м). С начала года уровень подземных вод во время землетрясения зафиксирован на отметке +8,11м (01.01). Затем, наблюдался незначительный спад УПВ до отметки +8,12м (14.01) и в этот день произошло землетрясение. После этого, затем УПВ начал медленно подниматься до отметки перед землетрясениями «Туябугуз» и «Маржанбулак», а после наблюдалось снижение УПВ. После землетрясения, 29 июля, наблюдалось понижение уровня до отметки 8,12 м (20.10), затем повысился уровень, и в это время было зафиксировано землетрясение (рис. 3, Б).

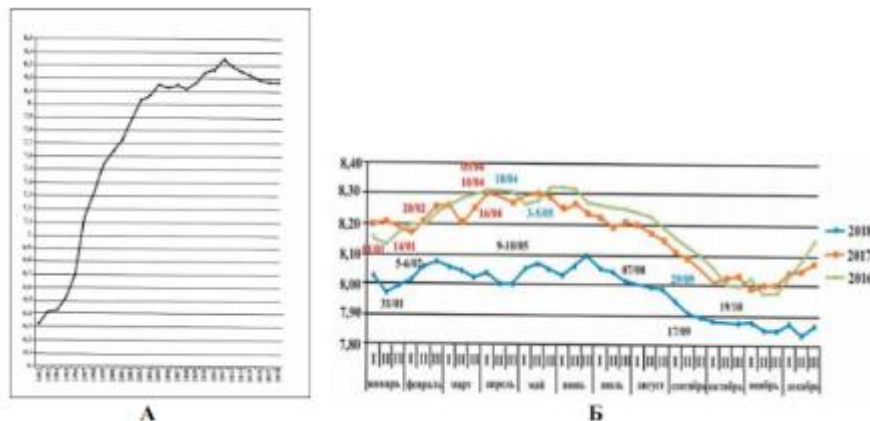


Рис. 4. Графики гидродинамического показателя подземных вод по пункту «Сырдарья»

А-графики изменения среднегодовых значений УПВ (1992-2022 гг.); Б-хронологический график колебания подземных вод по пункту «Сырдарья» (2016-2018 гг.)

Отмечаем, в мае месяце, 9-10 числа произошло два ощутимых землетрясения. С начала месяца УПВ резко поднимался с отметки 8,01м (01.05) до 8,07м (09.05.) с амплитудой колебания на 0,6м, а после землетрясение, наблюдался спад уровня до отметки 8,04м. 9 мая в Ташкенте и других городах Узбекистана (Ферганская долина, Гулистан, Джизак, Самарканд, Карши) ощущалось землетрясение силой 3 балла. Во время землетрясения, которое произошло 19 октября, УПВ зафиксирован на отметке 7,87м. Амплитуда колебания УПВ в исследованном периоде колебалась 0,4 см [3,4]. Таким образом, в исследованном периоде наблюдался спад уровня подземных вод с отметки 7,90м (01.11.) до 7,85м (13.11.). Амплитуда колебания уровня подземных вод составляла 0,05м.

Заключение. Резюмируя выше представленное, следует отметить, что за исследованный период происходило увеличение напора подземных вод. Землетрясения, имевшие место с 2016-2018гг. по-видимому, в зависимости от растяжения и сжатия земной коры, фиксируют увеличение напора (сжатие) или уменьшение напора (растяжение) земной коры. Такое изменение уровней, можно объяснить развитием деформации расширения водовмещающих пород, сменившейся деформацией их сжатия и плавное повышение уровня воды в измерительных скважинах после землетрясения. До настоящего времени пока не установлен механизм передачи предвестникового возмущения на большие расстояния, не до конца изучена роль тектонических неоднородностей в процессе распространения деформационного поля, но, можно предположить передачу напряжений по региональным глубинным разломам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киссин И.Г. Гидрогеологический мониторинг земной коры // Физика Земли. 1993. № 8. С. 58-69.
2. Копылова Г.Н. Изменения уровня воды в скважине ЮЗ-5, Камчатка, вызванные землетрясениями // Вулканология и сейсмология. 2006. № 6, С. 52-64.
3. 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.
4. Саидова С.А. Применение приборов автоматизированного режима для исследования гидрогеодеформационного поля // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли республики Узбекистан. Сборник тезисов докладов международной научно-технической конференции. Ташкент, 2014. С. 449-451.