

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**
Институт водных проблем и гидроэнергетики

Диссертационный совет Д.25.12.038

На правах рукописи

УДК 556.33:550.341.5 (574.51)

ТУКЕШОВА ГУЛЗИЗА ЕСИРКЕПОВНА

**ГИДРОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РЕЖИМЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
(на примере Алматинского сейсмоактивного района)**

Специальность 25.00.07 – Гидрогеология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Бишкек – 2012

Работа выполнена в Институте сейсмологии Министерства Образования и науки Республики Казахстан

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
Абдуллаев Абдулазиз Умарович

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук
Мамыров Эрнест
кандидат геолого-минералогических наук,
доцент **Оролбаева Лидия Эргешовна**

Ведущая организация: «АОА Алматы гидрогеология»

Защита состоится 18 января 2013 г. в 14⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д.25.12.038 при Института водных проблем и гидроэнергетики Национальной Академии наук Кыргызской Республики по адресу: 720033, г. Бишкек, ул. Фрунзе, 533.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных проблем и гидроэнергетики Национальной Академии наук Кыргызской Республики по адресу: 720033, г. Бишкек, ул. Фрунзе, 533, e-mail: iwp@istc.kg.

Автореферат разослан 17 декабря 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д.25.12.038
кандидат физико-математических наук



Т.В. Тузова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Прогноз землетрясений в настоящее время является одной из наиболее актуальных задач наук о Земле. Важное место в комплексе методов решения данной проблемы занимает способы выделения предвестников землетрясений по гидрогеодинамическим параметрам подземных вод, прежде всего по вариациям уровня подземных вод (УПВ) и дебиты глубоких самоизливающихся скважин подземных вод.

К настоящему времени в результате многочисленных и долговременных исследований в Казахстане, Кыргызстане и в других странах Центральной Азии, КНР, США и Японии установлены иногда недостаточно достоверные факты возникновения гидрогеологических предвестниковых аномалий накануне сильных землетрясений. Критический анализ мировых литературных данных показывает, что аномальные изменения в гидрогеодинамическом режиме подземных вод в существенной степени отражает быстро протекающие современные геодинамические, в том числе сейсмические процессы. Более того установлено, что подземные воды глубинной циркуляции играют основную роль в развитии геодинамической неустойчивости и в том числе подготовки сильных землетрясений. Целесообразность и эффективность применения гидрогеодинамических (ГГД) методов поиска предвестников и прогноза землетрясений (особенно на краткосрочном и оперативном этапах) достаточно убедительно доказана многолетними наблюдениями на полигонах Казахстана, Киргизии и Узбекистана.

В Казахстане одна треть территории является сейсмоактивной. Здесь проживают почти половина населения республики и сосредоточена свыше 40% промышленного потенциала, расположено более 400 городов и населенных пунктов, в том числе крупнейшего мегаполиса Средней Азии города Алматы.

За последние 100 лет здесь произошло более 10 катастрофических землетрясений. Поэтому задача обеспечения безопасности населения от сейсмических угроз отнесена Президентом Республики Казахстан Н.А. Назарбаевым в ранг национальной безопасности. Основой стратегии защиты населения от сейсмических катастроф является система комплексного сейсмомониторинга и прогноза землетрясений, обеспечивающиеся своевременные предупреждения населения и принятие превентивных мер безопасности. В этом аспекте гидрогеодинамический сейсмомониторинг и на этой базе реализация краткосрочного прогноза, несомненно, представляет исключительную актуальность.

Связь темы диссертации с крупными научными программами. Настоящая диссертационная работа выполнена в рамках программ фундаментальных исследований в Институте сейсмологии МОН РК по научному направлению «Разработка научных основ и методов прогноза разрушительных землетрясений и вызванных ими природных катастроф».

Цель и задача исследований. Цель – выявление особенностей вариаций гидрогеодинамических предвестников сильных землетрясений в режиме подземных вод.

- Изучение закономерностей изменения режима подземных вод под влиянием различных эндогенных (тектонических) и экзогенных (атмосферных и космических) факторов и прямого воздействия сейсмических процессов.

- Разработать на этой основе методику краткосрочного прогноза сильных землетрясений в сеймотектонических условиях Северного Тянь-Шаня.

- Обоснован анализ параметров подземных вод как основа для выявления информативности гидрогеодинамических полей с целью краткосрочного прогноза сильных землетрясений в условиях Северного Тянь-Шаня.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Впервые разработана новая методика отслеживания вариаций режима подземных вод путем расчета приведенного уровня ($H_{пр}$).

2. Выявлена достаточно надежная связь аномальных вариаций динамических параметров подземных вод с процессами подготовки сильных землетрясений.

3. Разработана методика использования гидрогеодинамических предвестников в режиме подземных вод для краткосрочного прогноза сильных землетрясений на АПП.

Практическая значимость научных результатов состоит в том, что полученные результаты используются:

1. При гидрогеодинамическом мониторинге для выделения аномальных вариаций в режиме подземных вод путем расчета приведенного уровня ($H_{пр}$).

2. При оценке сейсмической ситуации на Алматинском прогностическом полигоне в комплексе с другими методами оценки сейсмической ситуации.

3. При разработке метода краткосрочного прогноза сильных землетрясений в условиях Северного Тянь-Шанского сейсмоактивного пояса. Все эти результаты могут быть внедрены во всех организациях, которые занимаются сейсмическим прогнозом сильных землетрясений. Полученные результаты в научном плане расширяют существующее представление о физической природе предвестников и открывают возможность использования временных изменений ГГД показателей для оценки геодинамического состояния очаговых зон землетрясений.

Фактический материал и личный вклад автора.

В диссертационной работе используется:

– данные многолетних непрерывных наблюдений (1986-2011 гг.) гидрогеодинамического мониторинга на Алматинском прогностическом полигоне (АПП);

– данные Института сейсмологии Кыргызской Республики, а также сейсмологического Бюро СБ СУАР КНР, которые получены на основании

обмена данных, предусмотренных соглашениями о международном научно-техническом сотрудничестве;

– региональные и оперативные каталоги землетрясений Северного Тянь-Шаня, полученные в сейсмологических экспедициях Института сейсмологии Казахстана, Киргизии и Сейсмологического Бюро Синьзянь Уйгурского автономного региона Китайской народной Республики (СБСУАР КНР).

Перечисленные материалы представляли собой первичными рядами полигонных наблюдений, которые обрабатывались диссертантом в лаборатории Флюидного режима земной коры в Институте сейсмологии МОН РК.

Автор диссертации с самого начала работы принимал непосредственное участие в непрерывных режимных гидрогеодинамических наблюдениях на АПП, выполняла их обработку и формирование базы данных в лаборатории Флюидного режима земной коры Института сейсмологии и готовила данные (по замерам УПВ, дебита скважин ($Q_{\text{скв}}$), температуры подземных вод и сопутствующих параметров) для оценки сейсмической ситуации на регулярных обсуждениях межведомственной комиссии по прогнозу землетрясений. Принимала активное участие в подготовке и написании научно-технических отчетов, докладов и публикации. В процессе работы автором предложен ряд новых способов обработки данных ГГД показателей и выделением аномальных составляющих из наблюдаемых полей.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Разработана и теоретически обоснована новая методика отслеживания вариаций режима подземных вод путем расчета приведенного уровня ($H_{\text{пр}}$).

2. Выявлена достаточно надежная связь аномальных вариаций динамических параметров подземных вод с процессами подготовки сильных землетрясения.

3. Получены новые подходы поиска предвестников сильных землетрясений в режиме подземных вод и выделение информативных признаков, которые находятся в прямой зависимости от гидрогеологических условий пунктов наблюдений.

Личный вклад соискателя. Основные результаты, представленные, в данной диссертации автором получены самостоятельно. Автором впервые обоснована и усовершенствована методика расчета приведенного уровня подземных вод ($H_{\text{пр}}$). Она принимала непосредственное участие в полевых и экспериментальных наблюдениях, обработке огромной массы данных гидрогеодинамического мониторинга на Алматинском прогностическом полигоне, а также участвовала в практической работе прогнозной комиссии Института сейсмологии по комплексному анализу данных для оценки сейсмической ситуации на АПП. Автор принимала непосредственное участие в режимных гидрогеодинамических наблюдениях, выполняла обработку и анализ данных для оценки сейсмической ситуации, а также участвовала в подготовке научно-технических отчетов и публикаций.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертации докладывались на международных симпозиумах по прогнозу землетрясений,

оценке сейсмической опасности и современной геодинамике, в том числе на научных семинарах Института сейсмологии (ИС) Министерства образования и науки Республики Казахстан (МОН РК) (2000-2012); на международной научно-практической конференции «Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков», (Алматы, 2002); на Пятом Казахстанско-Китайском международном симпозиуме «Современная геодинамика и сейсмический риск Центральной Азии», (Алматы, 2003); на Казахстанско-Российской конференции «Геодинамические, сейсмологические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска», (Алматы, 2004); на Шестом Международном симпозиуме по Тянь-Шанским землетрясениям, Урумчи, КНР, (2006), на международной конференции «Современные проблемы геофизики» Восьмая Уральская молодежная научная школа по геофизике в Горном Институте УрО РАН, (Пермь, 2007, 2008); в Институте гидрогеологии и геоэкологии имени У.М. Ахмедсафина МОН РК на Международном научно-практической конференции «Подземные воды - стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана», (Алматы, 2008), в Институте сейсмологии НАН КР (2009, 2010); на конференциях Международного геодинамического полигона на научной станции Российской Академии наук в г.Бишкеке (2008, 2009, 2010, 2011); на IV Всероссийской научной конференции «Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага», (Архангельск, 2009); на Втором региональном научно-техническом конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», (Петропавловск-Камчатский, 2009); на международной конференции в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева «Геологическая наука и индустриальное развитие Республики Казахстан», (Алматы, 2010); на международной XVII Всероссийской конференции «Проблемы сейсмотектоники», (Воронеж, 2011); на IV международной конференции «Инновационные идеи и технологии-2011», (Алматы, 2011); на международной конференции «Сейсмопрогностические наблюдения на территории Азербайджана», (Баку, 2012). Результаты внедрены в практическую работу Государственного учреждения «Сейсмологическая опытно-методическое экспедиция» Комитета науки МОН РК, а также Межведомственной прогнозной комиссии при ИС МОН РК по мониторинговым данным для текущей оценки сейсмической ситуации на Алматинском прогностическом полигоне в реальном времени.

Работа выполнена под руководством заведующего лабораторией гидрогеодинамики, д.г.-м. наук А.У. Абдуллаева, которому автор выражает свою глубокую благодарность и признательность.

Особую благодарность автор выражает директору ИС МОН РК доктору технических наук, академику Казахской национальной академии естественных наук Республики Казахстан (КазНАЕН РК), Т.Д. Абаканову и члену корреспонденту КазНАЕН А.Н. Ли. Автор с благодарностью отмечает ценные советы и консультации доктора ф.-м.н. Г.Я. Хачикян, д.г.-м.н. В.А. Смоляр,

кандидатов физико-математических наук О.М. Белослюдцева и В.Ф. Остапенко.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По теме диссертации опубликовано 26 работ, из них единоличных – 14 в иностранных изданиях, рекомендованных ВАК КР – 18 в кыргызских изданиях – 7.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав и выводов, изложенных на 144 страницах машинописного текста, содержит 9 таблиц, 46 рисунков, список литературы из 59 наименований, 1 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Во введении обосновывается актуальность работы, ее новизна, сформулированы цель и задачи исследований, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проводится обзор исследований, общая характеристика геолого-тектонического и гидрогеологического строения Алматинского прогностического полигона.

В большинстве зарубежных работ по поиску предвестников землетрясений

Характерной особенностью геологического строения региона является наличие двух мегакомплексов горных пород. Нижний – древний фундамент, представлен интенсивно дислоцированными разнообразными осадочными, метаморфическими, магматическими породами допалеозойского и палеозойского возраста, а верхний – слабо метаморфизованными, осадочными толщами мезозоя и кайнозоя. Толщи нижнего мегакомплекса слагают многочисленные хребты Тянь-Шаня и основания межгорных впадин, а мезокайнозойские отложения выполняют межгорные и предгорные структуры.

В геологической истории Тянь-Шаня палеоген-четвертичный период занимает особое место, так как с этого времени начинается новейший орогенный этап. Новейшие движения на Тянь-Шане привели к коренной перестройке древних денудационных структур и образованию на месте верхнепалеозойской платформы современной структуры, характеризующейся в основном проявлением интенсивных дифференцированных поднятий и опусканий, разделенными глубинными разломами различного ранга. В таких областях на современном этапе протекает интенсивный сейсмический процесс.

Гидрогеологические особенности района исследования относятся к Северо-Тянь-Шанскому гидрогеологическому региону, включающему крупный Илийский бассейн, обрамленный с юга горными сооружениями Кетмень-Заилийской системы трещинных вод, а на севере горноскладчатой системой Джунгарского Алатау. Илийский артезианский бассейн охватывает одноименную межгорную впадину, отделяющую северные цепи Тянь-Шаня от Джунгарского Алатау (рис. 1).

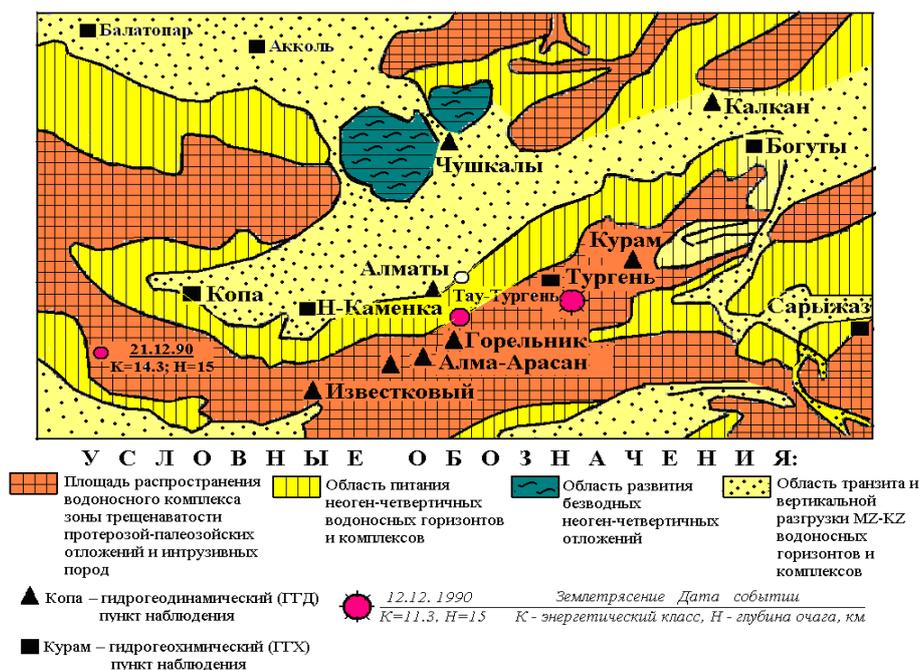


Рис. 1. Схема геологического районирования Алматинского прогностического полигона по А.У. Абдуллаеву, 1997

В пределах этой впадины выделяются три бассейна второго порядка с различными амплитудами и временем погружения: Джаркентская, Алматинская и Копинская, которые заполнены мезозойскими и кайнозойскими осадочными породами. От горных областей эти бассейны отделяются серией региональных тектонических разломов, и выполнены осадками мезо-кайнозоя, представленных чередованием водоупорных и водопроницаемых пород с общей мощностью до 4000–6000 м.

В гидрогеологическом строении Северного Тянь-Шаня выделяются следующие основные водоносные комплексы и горизонты:

1. Водоносные горизонты в песчано-конгломератовых толщах четвертичных отложений, содержание поровые и порово-пластовые воды.
2. Водоносные горизонты и комплексы песчано-гравелито-глинистых толщах мезо-кайнозоя преимущественно с напорными трещинно-пластовыми и пластово-трещинными водами.
3. Водоносные комплексы в осадочных, эффузивно-осадочных и метаморфических породах палеозойского и протерозойского возраста с характерными трещинными, карстовыми и трещинно-жильными водами.
4. Водоносные комплексы в интрузивных породах с трещинными и трещинно-жильными водами.

Собственно территория г. Алматы представляет собой впадину со сложно построенной поверхностью фундамента. Её погруженная часть характеризуется глубиной 3200-3700 м. Южный борт этой впадины наиболее крутой и имеет глубину залегания палеозойских отложений от нуля метров (обнаженная вдоль южной границы территории до 2600 м). Сравнительно

пологий северный борт характеризуется глубинами залегания фундамента от 2200 м на северо-востоке до 1800 м на северо-западе.

Основной особенностью внутреннего строения осадочного слоя сложенного Pg – Q терригенными отложениями состоит в чередовании водоносных и водоупорных слоев различных размеров. Нижней части осадочного слоя заключенный между этой границей и поверхностью фундамента на юге впадины, где начинается резкое воздымание фундамента.

Сейсмический режим района исследования характеризуется наиболее высокой сейсмической активностью в пределах трансрегионального Тянь-Шаньского сейсмоактивного пояса. Именно здесь в прошлые века происходили катастрофические землетрясения с $M=7-8,4$ так как здесь проходят ряд опасных сейсмогенерирующих зон.

В настоящее время в районе ежегодно фиксируют несколько сот сейсмических толчков с $K=6-10$ и несколько землетрясений с $K=10-13$. Это участки сейсмогенерирующих зон для которых закончился период покоя или еще не завершился активный период, считаются местами проявлений возможных землетрясений. Вероятность таких событий достаточно высока.

Вторая глава посвящена описанию основной характеристики гидрогеодинамической наблюдательной сети на Алматинской прогностической полигон (АПП), концепции ее сооружения, технике и методике непрерывных наблюдений.

На территории Северного Тянь-Шаня, которая характеризуется наиболее высокой сейсмической активностью с 80-х годов прошлого столетия действует «Республиканская система» сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений Казахстана. В состав системы входят пункты наблюдений различных полей – геофизических, деформационных, гидрогеохимических, гидрогеодинамических, современных движений земной коры на основе GPS, в том числе несколько геофизических обсерватории, а также станции, оснащенные современной высокочувствительной аппаратурой цифровой регистрации сейсмического режима. В этом комплексе сейсмомониторинга значительное место занимают гидрогеодинамические методы наблюдений как наиболее эффективные при краткосрочном прогнозе сильных землетрясений. Все водопункты гидрогеодинамических (ГГД) наблюдений размещены исходя из концепции, что процессы подготовки сильных землетрясений охватывают не только в очаговой области, но и достаточно большие площади (тысячи и десятки тыс. км² и более) на сейсмогенерирующих структурах (М.А. Садовский, И.П. Нерсесов, Г.А. Соболев, А.Н. Султанходжаев, А.У. Абдуллаев и др.). При этом предвестниковые эффекты имеют свойство дальнего действия, т.е. проявляются на значительных расстояниях (первых сотни км) (И.Г. Киссин, Ф.И. Монахов и др.). При этом предполагалось, что такие профили должны пересекать все основные сейсмогенерирующие зоны Юго-Восточного Казахстана.

В настоящее время в Республиканской системе сейсмогидрогеомониторинга действует 18 станций гидрогеодинамических наблюдений за ходом

вариации УПВ, $Q_{\text{скв}}$ и $T^0C_{\text{воды}}$ (Рис. 2). Из них 11 станции Института сейсмологии МОН РК и 7 ГГД станций АО «Алматыгидрогеология». На всех станциях Института сейсмологии МОН РК ежедневно с различной дискретностью измеряется дебит самоизливающихся скважин и температура воды в них. В ГГД станциях АО «Алматыгидрогеология» в непрерывном режиме с часовым опросом измеряется УПВ в неизливающихся глубоких скважинах. Одновременно все эти данные сопровождаются синхронным измерением сопутствующих физических параметров: $P_{\text{атм}}$, $T^0C_{\text{воз}}$ и метеосадки в районах локализации отдельных водопунктов. Вся полученная информация ежедневно передается в центр сбора и обработки данных, где составляется база данных с нарастающим итогом. Далее они поступают в лабораторию гидрогеодинамики для дальнейшей обработки и научного анализа, и выявления ГГД аномалий из наблюдаемых полей с учетом выявления внешних факторов на режим подземных вод.

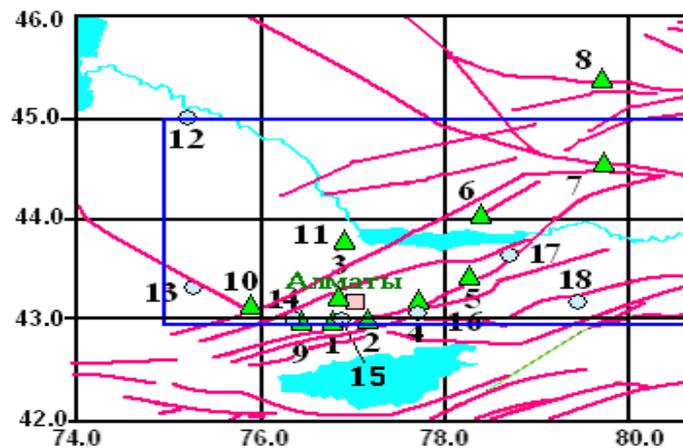


Рис. 2. Схема расположения на гидрогеодинамических и гидрогеохимические ▲ (ГГХ) станции Института сейсмологии Алматинском прогностическом полигоне: 1 – Алма-Арасан, 2 – Горельник, 3 – Нижняя Каменка, 4 – Тау-Тургень, 5 – Курам, 6 – Калкан, 7 – Джаркент-Арасан, 8 – Капал-Арасан, 9 – Известковый, 10 – Кастек, 11 – Чушкалы; ◊ ГГД станции «Алматыгидрогеологии»: 12 – Акколь, 13 – Копа, 14 – Каскелен, 15 – Казачка, 16 – Тургень, 17 – Богуты, 18 – Сарыжас; □ Контуры Алматинского прогностического полигона

К Алматинскому прогностическому полигону (АПП) относится территория, ограниченная координатами $42^{\circ}30' - 45^{\circ}00' \text{ СШ}$ и $75^{\circ} - 00'; 81^{\circ} - 00' \text{ ВД}$. Полигон охватывает площадь Кетмень-Заилийского, Джунгарского Алатау, разделенный Илийской впадиной (Рис. 2). Полигон с юга дополняется 4 станциями Института сейсмологии НАН КР. На севере-востоке в Джунгарской зоне ГГД станций Винчуань СУАР КНР. Основное количество пунктов наблюдений находится в центральной части полигона на площади около 10 тыс. км². Все водопункты ГГД мониторинга охватывают основные сейсмогенерирующие зоны Юго-Восточного Казахстана. Опыт длительных исследований показал, что каждый водопункт имеет свою чувствительность, даль-

действие и основную направленность по которой он «улавливает» прогнозные сигналы. Все это обусловлено конкретным геолого-тектоническим и гидрогеологическим условиям локализации отдельных водопунктов. Многолетний опыт показывает, что к сожалению существующая сеть ГГД мониторинга не совершенен, а количество водопунктов явно не достаточен.

Основным объектом режимной наблюдательной сети является скважина, вскрывающая глубокозалегающий напорный водоносный горизонт порово-пластовых или трещинно-жильных вод глубиной от 100 до 600 м. Глубина некоторых скважин в центральной части Алматинской впадины достигает 2800 м.

Гидрогеодинамические скважины оборудованы средствами автоматической или полуавтоматической записи уровня и температуры подземных вод, а также дебита (расход) самоизливающихся скважин в непрерывном режиме.

Детально рассматриваются особенности обработки первичных данных гидрогеодинамических режимных наблюдений.

Преобразованию исходных данных в стационарный временной ряд (СВР) является важным этапом обработки данных.

Объектом преобразования являются характеристики длины временного ряда в заданном сегменте. В процессе преобразования исходные данные $Y(1), Y(2), Y(3), \dots, Y(n)$ заменяются последовательностью $(1), (2), (3), \dots, (n)$. Суммарная длина кривой определяется выражением

$$L = \sum_{i=1}^m \text{abs}[y_{(i)} - y_{(i-1)}], \quad (1)$$

где m – длина сегмента во временном ряду, L – длина кривой.

При прохождении временного ряда скользящим окном мы в зависимости от длины сегмента избавляемся от периодических и нестационарных составляющих. Опытным путем установлено, что при достоверности не хуже 0,9 полученная последовательность является признаком стационарного временного ряда с нормальным законом распределения.

Исследование влияния внешних полей на параметры подземных вод требует специальной методики обработки, анализа и интерпретации данных в различных выборках. Следует отметить, что мы имеем дело с непрерывными наблюдениями в различных полях, численные значения которых в различных дискретностях представлены в виде непрерывных временных рядов различной продолжительности.

Для выявления взаимосвязи и взаимообусловленности различных физических процессов, протекающих в атмосфере и гидросфере, наиболее эффективными оказались корреляционный и спектральные анализы временных рядов, осуществляемые с помощью программных средств (MEZOZAURи СОС). При этом временные ряды коррелируемых параметров были составлены по непрерывным часовым и среднесуточным значениям, а в ряде случаев по агрегированным 7 – суточным значениям с различными окнами сдвигов.

При многомерной обработке параметров широко использовались статистические, спектральные, спектрально-временные, дисперсионные и корреляционные методы анализов временных рядов и их совокупностей. Основной алгоритм обработки измеренных данных состоит из трех последовательных блока: перевод исходного ряда в стационарный временной путем преобразования заданного сегмента (отрезка времени) скользящим окном, статистическая обработка приведенных параметров с вычислением дисперсии (S), среднеквадратичного отклонения ($\pm\sigma$) устойчивых фоновых значений параметра (x_i) и, наконец, нормирование ряда для установления доверительного интервала $\pm 2\sigma$. Такая процедура позволяет перейти к формализованным оценкам аномальных отклонений в стандартизированных многомерных рядах. Распознавание образов аномалий производится с использованием мер подобия и парной корреляции по двум признакам – амплитуде и дисперсии.

Методика поиска корреляционных связей с сейсмическим процессом и выявления предвестниковых аномалий землетрясений изложена во многих работах (А.Н. Султанходжаев, Г.М. Варшал, И.Г. Киссин, Г.С. Вартамян, В.П. Рудаков, В.И. Зубков, А.У. Абдуллаев, ДжанВэй, Ван Дав, В.И. Уломов, А.Б. Оспанов, Э.Мамыров и др.). Выбор представительных землетрясений, подготовка которых может обуславливать аномальные возмущения в параметрах локально-равновесных гидрогеохимических систем, осуществлялся по деформационной модели (В.И. Уломов и И.П. Добровольский), а в качестве обобщающего параметра сейсмической обстановки использовался энергетический класс (K) потока сейсмических событий, приведенных к точке наблюдения ($K_{пр}$) через эпицентральное расстояние (R), где $K_{пр} = K - 2,5 \cdot \lg R$. Поиск связей между аномалиями гидрогеодинамических полей и сейсмичностью проводился через функцию взаимной корреляции на основе анализа аномальных вариаций во многопараметрных временных рядах ГГД мониторинга.

В третьей главе приводится исследования влияния внешних факторов режима подземных вод.

Естественный режим подземных вод формируется под влиянием различных факторов, действующих в конкретной природной обстановке. К режимообразующим факторам относятся: гидрогеодинамические (атмосферные, космические, гидрометеорологические), гидрогеологические и тектонические факторы, которые можно представить как систему взаимосвязанных факторов. К ней можно отнести:

1. Запасы подземных вод в районе исследования за счет инфильтрации метеорных осадков или поверхностных вод;
2. Колебания атмосферного давления;
3. Солнечно-лунные приливы;
4. Изменения напряженно-деформированного состояния земной коры в районе локализации водоносных горизонтов.

Среди всех этих факторов наиболее влияющими на режим подземных вод являются первые два фактора.

Влияние внешних факторов на формирование флюидного режима достаточно хорошо определяется, исходя из модели, согласно которой система водоносный горизонт – скважина представляет собой «чувствительный объемный деформограф». По такой модели изменение УПВ (Н) или дебит (Q) скважин можно представить, как функцию от вариаций ряда факторов во времени, т.е.:

$$H(Q)=f(Iф+P_6+Pc+Df), \quad (2)$$

где $H(Q)$ – изменение УПВ или дебита (Q) скважин; $Iф$ – инфильтрация атмосферных осадков; P_6 – барометрический (атмосферный) эффект; Pc – приливные силы; Df – деформирование водоносного (горизонта).

Вклад каждого из этих факторов в режиме подземных вод имеет свое индивидуальное значение. Инфильтрационный фактор определяется водно-балансовыми расчетами в области питания и имеет вполне прогнозируемый периодический (циклический) характер. Все факторы возможного влияния на водный режим условно можно подразделять на две группы: долгопериодическое (сезонные и другие периодичные явления) и краткопериодное.

К атмосферным факторам относятся: метеорные осадки, атмосферное давление ($P_{атм}$) и температура воздуха ($T_{воз}$). Если осадки формируют режим подземных вод, то температура воздуха, будучи тесно связанной с $P_{атм}$, оказывает непосредственное влияние (таяние, испарение), быстрое или медленное заполнение подземных резервуаров, что обуславливает проявление гидрогеологических циклов. На рис. 3 показаны временной ход количества выпавших осадков (О), формирование УПВ (Н), функция их взаимной корреляции (ЗБ), их сопоставление и формирование годового сезонного хода (ЗА) по данным среднемесячных значений.

Рассмотрены особенности влияния внешних факторов на вариации динамических показателей подземных вод.

Данные о влиянии метеофакторов базируются на результатах непрерывных и ежесуточных наблюдений на ГГХ станциях АПП, начиная с 1982 г., и по настоящее время, по широкому спектру параметров термальных вод. На ход УПВ и дебит подземных вод артезианского бассейна наибольшее влияние оказывают метеофакторы, к которым относятся атмосферное давление, осадки и температура воздуха. Влияние атмосферного давления передается с небольшим запаздыванием во времени на всю область распространения подземных вод. В зависимости от знака барометрического давления ($\pm\Delta P$) грунты испытывают сжатие или растяжение. Ход H и $P_{атм}$ находятся в противофазе друг к другу (рис. 3 А). Коэффициенты корреляции между ними достигают в отдельные периоды 0,8-0,9, а интервал запаздывания реакции летом более продолжителен, нежели зимой (рисунок 3 Б).

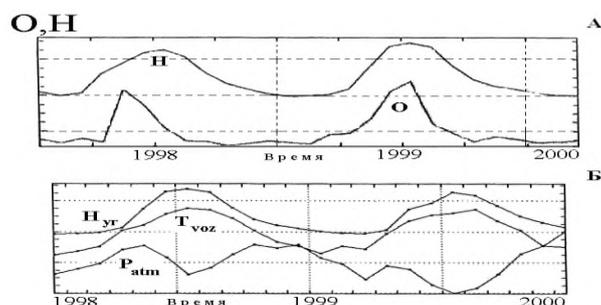


Рис. 3. Синхронизированный временной ход уровня подземных вод (Н), осадков (О), атмосферного давления (P_{atm}) и температуры воздуха (T_{voz}): А – среднемесячные значения уровня на станции Тургенъ и месячной суммы осадков на (МП) Ассы; Б – совмещенные графики среднемесячных значений уровня подземных вод, атмосферного давления и температуры воздуха

На станциях Медео, Тургенъ и родник Казачка коэффициенты корреляции составили (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции на станциях Медео, Тургенъ и родник Казачка

Корреляция r	Тургенъ	Медео	род. Казачка
R корреляции (прямой)	0,74*	0,58	0,58
R корреляции (max/сдвиг)	0,81/1 мес.	0,72/1 мес.	0,76/1 мес.

Таким образом, подъем уровня в результате инфильтрационного пополнения запасов происходит на этих пунктах с задержкой около месяца. Метеопосты, на которых измерялось количество осадков располагаются в областях питания.

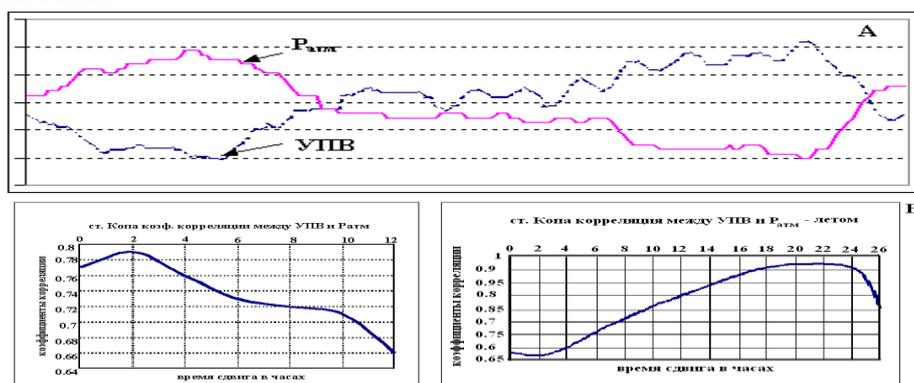


Рис. 4. А - Временной ход уровня подземных вод (УПВ) и атмосферного давления (P_{atm}) на станции Копа в марте 1995 г.; Б – Коэффициенты корреляции между собой этих параметров зимой и летом

Степень воздействия («нагружение») атмосферного давления P_{atm} на ход УПВ определяется коэффициентом барометрической эффективности (В) (Валейшо, Киссин, 1983), который представляет собой эквивалентную величину изменения УПВ (ΔH), соответствующую приращению атмосферного давления (ΔP) данном месте за соответствующий период наблюдения, т.е.

$$B = \Delta H / (\Delta P), (\text{мм/мб}) \quad (3)$$

где ΔH – мм; ΔP – мб.

В случае измерения УПВ непрерывном режиме необходимо учесть влияние приливных деформаций. Поскольку суточная сумма приливных вариаций близка к нулю, то в суточные значения H и $P_{\text{атм}}$ необходимо вводить поправку за прилив.

Детальное изучение барометрической эффективности (B) за длительный период наблюдения показывает, что он для каждой станции имеет индивидуальное значение и колеблется от 0,9 мм/мб (ст. Сарыжаз) до 4 мм/мб (ст. Тургень), и в тоже время не постоянен в различных частях полигона в разное время года. Таким образом, можно констатировать, что различные генетические типы подземных вод имеют различную тензочувствительность (реакцию) на влияния барического поля.

Атмосферные факторы в основном обуславливают наличие сезонного хода и суточных вариаций. Влияния атмосферных факторов на вариации УПВ заключается передаче давления барического поля ($P_{\text{атм}}$) на водоносный горизонт. В зависимости от знака действующего давления водоносный горизонт либо уменьшается, либо увеличивается в объеме, в результате чего происходит соответственно повышение или понижение пьезометрического уровня воды в скважинах. Следовательно, изменения УПВ в скважинах могут служить мерой напряженно-деформированного состояния водоносного горизонта.

По динамическому, режиму УПВ с учетом их спектрального состава связи с метеофакторами гидрогеодинамических станции АПП можно разделить на две группы - метеозависимые, где в спектре проявляются периоды характерные для синоптического цикла 33-80 час (станции Богуты, Медео, Тургень, Акколь – слабозависимые), где в спектре отмечаются периоды 24-45 и 12, 12,5 час (Казачка, Копа и Сарыжаз).

Что касается влияния $P_{\text{атм}}$ на дебит скважин, то выборка данных в годовом и многолетнем вариантах указывает на отсутствие между ними сколько-нибудь значительной корреляции. Причина заключается в том, что самоизливающиеся гидротермальные системы представляют собой вертикально-восходящие потоки в узких разломных зонах, где самоизлив в трещинах отрыва контролируется эндогенным режимом.

Воздействие приливных сил Луны и Солнца на динамический режим подземных вод носит сложный и весьма изменчивый характер. Непрерывные измерения уровня подземных вод в скважинах и дебита самоизливающих скважин на АПП показали, что в ходе вариации этих параметров присутствуют характерные полусуточные и суточные гармоники во всех наблюдаемых скважинах, что хорошо видно при непрерывной записи параметров с дискретностью 1 час и более. Эти гармоники, как показывает спектральный

состав, достаточно устойчивы во времени, находятся в четком соответствии с фазами Луны и могут быть связаны с действиями приливообразующих сил.

В четвертой главе рассматривается разработка методики выделения аномалий, обусловленных сейсмическими процессами на АПП и концепция краткосрочного прогноза.

Практическим результатом проведенных исследований является возможность разработки методов удаления различных помех из наблюдаемых полей.

Представлены особенности временных рядов параметров мониторинга. Временные ряды гидрогеодинамических (ГГД) параметров характеризуются некоторыми особенностями, затрудняющими их интерпретацию: точность измерения параметров зачастую близка к предельно возможной; некоторые временные ряды имеют периодические сезонные и приливные компоненты. Используется программа «MEZOZAVR», дополненная специальной программой «Модель-Фактор», обладающей более широкими возможностями.

За основу в программе «Модель–Фактор» принят временной ряд (фактор), заданный явно (т.е. значениями в точках отсчета) или неявно (например, гармоника). Предполагается, что значение фактора в определенный момент времени испытывает воздействие от многих факторов, влияющих в данный или предшествующий момент времени. В подпрограмме «Model» выделяется система факторов (моделируемого и влияющего) временных рядов, подготовленных в окне «Мезозавра». При этом, техногенные факторы, оказывающие существенное влияние (пропуски замеров), не входят в эту систему, задается их снятие.

Технология обработки временных рядов. В процессе предварительной обработки осуществляется низкочастотная фильтрация, т.е. удаляются явные выбросы в отобранных факторах и снимается тренд - совокупность гармоник с периодами больше заданного. Для выделения аномальных значений параметра, зависящих только от воздействия глубинных процессов, используется подпрограмма «anom.exe».

В пятой главе представлена новая методика исследования динамических параметров подземных вод и выделение прогнозных аномалий сильных землетрясений.

Длительные полигонные наблюдения на АПП показывают, что накануне многих землетрясений отмечается различные гидрогеодинамические эффекты, которые проявляются в течение от нескольких часов, суток и первых месяцев в виде различных отклонений от обычного фонового хода УПВ и $Q_{\text{СКВ}}$. Такие аномальные проявления можно свести к четырем основным морфотипам: бухта, полочки, подъем-скачок и пульсация.

До последнего времени основным методом обработки данных непрерывного мониторинга заключалось компенсационно-фильтрационной регрессии между различными параметрами воздействия т.е. согласно следующей упрощенной модели:

$$H_{\text{ощ}} = K * H_{\text{исх}} + B, \quad (4)$$

где K – коэффициент линейной регрессии, $H_{\text{исх}}$ – исходный ряд, B – постоянная величина.

С этой целью были составлены различные программные средства для анализа уровня подземных вод (УПВ) скомпенсированных за $P_{\text{атм}}$ с учетом временного сдвига между ходом УПВ и $P_{\text{атм}}$. Принципы формализованного выделения аномалий и их численной оценки заложены в пакет программы. При этом главным привывделений полезной прогнозной аномалий было получение из наблюдаемых параметров такого временного ряда, который не имел бы тренда, а все аномальные отклонения имеют один знак (+) выходной ряд должен иметь нормальное распределение дисперсии. Принимается, что аномалии считается положительное значение временного ряда, превышающие доверительный интервал – отклонение от среднего на величину 2σ (90% вероятность) или 3σ (99,7% вероятность). При таком анализе временных рядов ГГД мониторинга за многолетний период для каждой станции были рассчитаны фоновое среднее значение на сейсмический спокойный период достаточно длительном интервале времени (не менее года).

Между тем указанный метод оказался недостаточно точным, не полностью отражает влияние быстроменяющихся барических полей над наблюдаемыми скважинами и воздействия 14 и 28 дневных вариаций. В этих условиях наиболее рациональным является расчет приведенного уровня подземных вод (УПВ) за каждые сутки, который представляет собой модель:

$$H_{\text{пр}} = \Delta H - B * \Delta P \quad (5)$$

Как показали наши исследования в этой модели влияния $P_{\text{атм}}$ учитывается за сутки, а между тем $P_{\text{атм}}$ (как это было экспериментально доказано) продолжает воздействовать и дальше, переходя вторые сутки, т.е. сдвиг τ доходит до 48 часов.

Приведенного уровня подземных вод ($H_{\text{пр}}$). В условиях непрерывного синхронного наблюдения за УПВ и атмосферного давления наиболее эффективным является метод удаления влияния $P_{\text{атм}}$ путем расчета приведенного уровня подземных вод – ($H_{\text{пр}}$). Известно, что по каждому водопункту определяется отдельно $P_{\text{атм}}$ и $H_{\text{пр}}$. По данным таких показателей $H_{\text{пр}}$ для каждой станции рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{пр}} = |\Delta H_{i-1}| + |\Delta H_i| - B(|\Delta P_{i-1}| + |\Delta P_i|), \quad (6)$$

где ΔH_{i-1} и ΔH_i изменение УПВ в предыдущий и последующий дни, а ΔP_{i-1} и ΔP_i соответствующие приращения атмосферного давления, B коэффициент барометрической эффективности для данной станции наблюдения.

Далее для каждой станции составляется интервал доверия ($\pm 2\sigma$). Любые отклонения за пределами этого интервала рассматривается как времен-

ные аномалии. Обычно такие аномалии эффективны перед землетрясениями и выражаются резкими знакопеременными (+; -) выскоками в ходе $H_{пр}$. Интенсивность и время их развития зависит от энергетических параметров землетрясения (рис.5).



Рис.5. Временной ход $H_{пр}$ по ряду водопунктов на АПП перед землетрясением 6.12.1999 г.

На основе данной методики применяется метод картирования по вариациям $H_{пр}$ АПП. Для составления такой карты используется программа «SURFER», которая позволяет переходит к пространственно – временному картированию (рис.6).

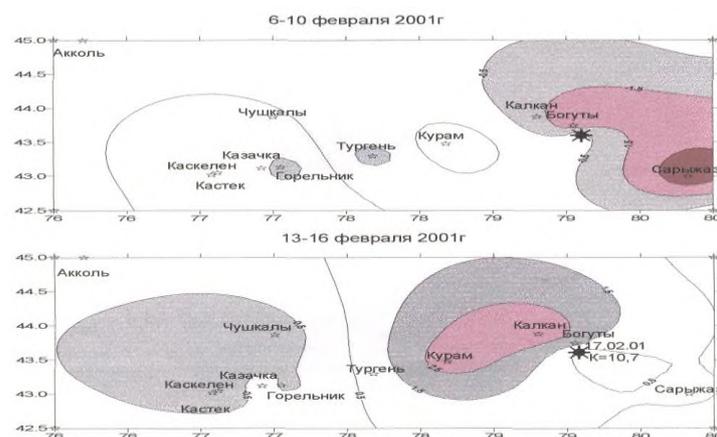


Рис. 6. Пространственно – временное картирование вариаций $H_{пр}$ перед землетрясением 17.02.2001 г., $K=10,7$

Предвестниковые аномалии сильных землетрясений в вариациях УПВ обычно бывают скрытыми из-за помех различного рода и только специальная методика обработки данных и выделения аномалий позволяют установить истинную картину временного хода предвестников и их амплитуду в период подготовки сильных землетрясений.

На рис.7 показана обработка данных непрерывного измерения уровня подземных вод (УПВ) и атмосферного давления ($P_{атм}$) на станции Медео по программе компенсации, с учетом вариации силы тяжести (приливные силы).

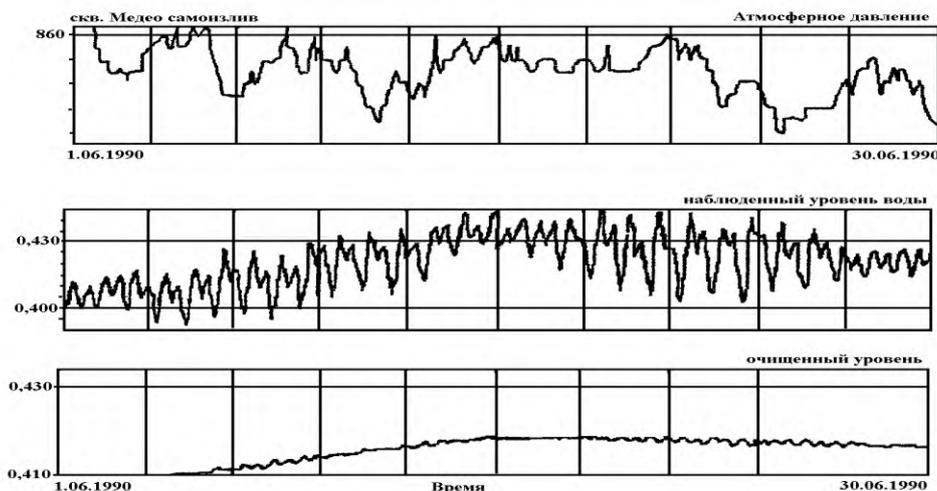


Рис.7. Обработка данных непрерывного измерения атмосферного давления ($P_{атм}$) и уровня подземных вод (УПВ)

Предвестниковые эффекты сильных землетрясений в ходе приведенного уровня подземных вод ($H_{пр}$), представляют собой резкие импульсные знакопеременные аномалии, выходящие за пределы расчетного доверительного интервала. На рис. 8 отчетливо видны неоднократные знакопеременные импульсы $H_{пр}$, предвещающие очень сильные события за 30-45 дней, которые по значению в несколько раз превышают пределы доверительного интервала.

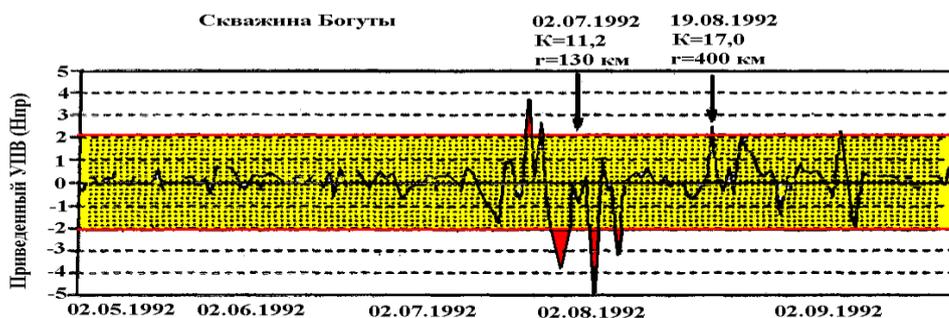


Рис. 8. Краткосрочные импульсные аномалии в гидрогеодинамических наблюдениях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение диссертации сформулированы основные результаты исследования, обобщения и выводы, которое подводит итог исследованию, выносимые на защиту:

- разработана и теоретически обоснована новая методика отслеживания вариаций режима подземных вод путем расчета приведенного уровня ($H_{пр}$).

- выявлена достаточно надежная связь аномальных вариаций динамических параметров подземных вод с процессами подготовки сильных землетрясения.

- получены новые подходы поиска предвестников сильных землетрясений в режиме подземных вод и выделение информативных признаков, которые находятся в прямой зависимости от гидрогеологических условий пунктов наблюдений.

- впервые для Алматинского прогностического полигона с высокой сейсмической активностью, детально изучены особенности режима подземных вод для поиска предвестников землетрясений и внедрены в практику на АПП.

- дана оценка сейсмической ситуации и прогноза сильных землетрясений по данным многопараметрического гидрогеодинамического мониторинга основана на распознавании детерминированных образов ожидаемого землетрясения в гидрогеодинамическом поле.

- исследованы эндогенные (тектонические) и экзогенные (атмосферные и космические) факторы в формировании аномалий.

- предложен новый метод для повышения достоверности выделения краткосрочных аномалий в период подготовки и проявления сильных землетрясений.

В сейсмоактивных регионах получены многочисленные аномальные явления во временных вариациях уровня подземных вод, но аномалии, которые были обнаружены, оказались, не связанными с землетрясениями, а обусловленными влиянием на земную кору атмосферных и космогенных факторов. Из этого следует, что проблема прогноза землетрясений является весьма сложной, поэтому требует фундаментальных исследований, прежде всего в области теории сейсмических процессов. Продолжение в исследовании на наш взгляд имеет перспективы развития при поиске и прогноза предвестников землетрясений.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. **Тукешова, Г.Е.** Влияние атмосферных факторов на УПВ и дебит термальных вод на станциях наблюдения Алматинского прогностического полигона /Труды международной научно-практической конференции «Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков» / [Текст] / Г.Е.Тукешова. - Алматы. 2002. - С. 168-169.

2. **Абдуллаев, А.У.** Предварительные результаты исследования связи флюидного режима подземных вод юго-восточного Казахстана с сейсмическими, космофизическими и атмосферными факторами /Геодинамические, сейсмологические и геофизические основы прогноза землетрясений и оценки сейсмического риска. Международный научно-исследовательский центр – геодинамический полигон. / [Текст] Абдуллаев А.У., Остапенко В.Ф., Тукешова Г.Е.

шова Г.Е., Стихарный А.П., Сулова Т.П., Есенжигитова Е.Ж. - Алматы. 2005. - С. 254-256.

3. **Абдуллаев, А.У.** Фрактальные свойства гидрогеохимических и гидрогеодинамических полей / Доклады НАН РК / [Текст] / А.У.Абдуллаев, В.Ф.Остапенко, А.П.Стихарный, Г.Е.Тукешова. - Алматы. №5. 2006. - С. 51-54.

4. **Тукешова, Г.Е.** Исследование влияния атмосферных и космофизических факторов на динамический режим подземных вод /Inlandearthquake. / [Текст] / Тукешова Г.Е. - Urumchi. China. ISSN 1001-8956. 2007. - Vol. 21. №.4.

5. **Тукешова, Г.Е.** Взаимодействия и взаимообусловленность ГГХ и ГГД полей с деформационными процессами //Восьмая Уральская молодежная научная школа по геофизике / [Текст] / Г.Е.Тукешова. - Пермь. Горный институт УрО РАН. 2007. - С. 260-264.

6. **Абдуллаев, А.У.** Исследование динамики флюидного режима Юго-Восточного Казахстана методом численной характеристики // Геодинамика и геоэкология высокогорных районов в XXI веке //Сборник материалов третьего международного симпозиума / [Текст] /А.У.Абдуллаев, В.Ф.Остапенко, Г.Е.Тукешова. - Бишкек: научная станция РАН. 2008. вып. 3. - С. 13-19.

7. **Тукешова, Г.Е.** Совокупный комплексный параметр (СКП) подземных вод и его связь с сейсмичностью на Алматинском прогностическом полигоне (АПП) //Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геоэкологические проблемы /Четвертый международный симпозиум. / [Текст] /Г.Е. Тукешова. - Бишкек: научная станция РАН. 2008. - С. 283-286.

8. **Тукешова, Г.Е.** Динамические показатели информативности подземных вод / [Текст] /Современные проблемы геофизики /Девятая Уральская молодежная научная школа по геофизике /Сборник материалов. ЕАГО. - Екатеринбург. 2008. - С. 200-202.

9. **Абдуллаев, А.У.** Теоретические основы развития динамической гидрогеохимии /Международная научно-практическая конференция / Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана. / [Текст] / А.У. Абдуллаев, Г.Е. Тукешова. - Алматы. 2008. - С.74-77.

10. **Абдуллаев, А.У.** Гидрофизический метод оценки сейсмической активности недр /Международная научно-практическая конференция / Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана. / [Текст] А.У. Абдуллаев, В.Ф. Остапенко, Г.Е. Тукешова. - Алматы. 2008. - С.78-80.

11. **Тукешова, Г.Е.** Связь гидрогеохимических и гидрогеодинамических полей с деформационными процессами /Международная научно-практическая конференция / Подземные воды – стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана. / [Текст] Тукешова Г.Е. - Алматы. 2008. – С. 81-83.

12. **Абдуллаев, А.У.** Влияние сейсмичности, атмосферных и космофизических факторов на формирование флюидного режима и циклических про-

цессов в земной коре /Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геоэкологические проблемы //Сборник материалов четвертого международного симпозиума / [Текст] Абдуллаев А.У., Остапенко В.Ф., Тукешова Г.Е. - Бишкек: научная станция РАН. 2009. вып.4. - С. 142-147.

13. **Абдуллаев, А.У.** Прогноз катастрофических землетрясений методами гидрогеохимического мониторинга сейсмоактивных зон / Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геоэкологические проблемы // Сборник материалов четвертого международного симпозиума / [Текст] Абдуллаев А.У., Тукешова Г.Е.- Бишкек: научная станция РАН. 2009. вып.4. - С.148-154.

14. **Тукешова, Г.Е.** Использование флюидного режима в качестве индикатора сейсмических событий /Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геоэкологические проблемы/Сборник материалов четвертого международного симпозиума / [Текст] Тукешова Г.Е.- Бишкек: научная станция РАН. 2009. вып.4. - С. 256-259.

15. **Тукешова, Г.Е.** Влияние космофизических факторов на дебит самоизливающихся скважин / Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого архипелага /Материалы IV Всероссийской научной конференции. РАН / [Текст] Тукешова Г.Е. - Архангельск. 2009. - С. 68-69.

16. **Тукешова, Г.Е.** Гидрогеологический мониторинг методом приведенного уровня подземных вод / Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан // Серия геологическая. / [Текст] Тукешова Г.Е. - Алматы. 2010. № 1 (423). - С. 82-84.

17. **Тукешова, Г.Е.** Соотношение между температурой воздуха и температурой воды самоизливающихся скважин на Алматинском прогностическом полигоне / Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан // Серия геологическая. / [Текст] Тукешова Г.Е. - Алматы. 2010. № 4 (426). - С. 82-86.

18. **Тукешова, Г.Е.** Исследование влияния космофизических факторов на флюидный режим земной коры (на примере Алматинской сейсмоактивной зоны) / Журнал «Поиск». / [Текст] Тукешова Г.Е. - Алматы: научный журнал Министерства образования и науки. 2010. № 2. - С. 156-160.

19. **Тукешова, Г.Е.** Гидрогеологический мониторинг на Алматинском прогностическом полигоне методом приведенного уровня подземных вод / Геологическая наука и промышленное развитие Республики Казахстан /Национальной Академии Наук Республики Казахстан. Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева / [Текст] Тукешова Г.Е. - Алматы. 2010. - С. 360-361.

20. **Абдуллаев, А.У.** Сравнительная характеристика гидрогеохимических аномалий сильных Текелийских землетрясений в Джунгарском хребте по данным комплексного гидрогеохимического мониторинга /«Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии»/Сборник докладов 7-го Казахстанско-Китайского международного симпозиума. / [Текст] Абдуллаев А.У., Есенжигитова Е.Ж., Остапенко В.Ф., Тукешова Г.Е. - Алматы. 2010. - С. 145-151.

21. **Абдуллаев, А.У.** Фазовая перестройка ионно-солевого состава локально-равновесных гидрогеохимических систем как индикатор быстропротекающих геодинамических процессов / Проблемы сейсмо тектоники / Материалы XVII всероссийской конференции с международным участием. / [Текст] Абдуллаев А.У., Тукешова Г.Е. - Воронеж: издательско-полиграфический центр «Научная книга». 2011. – Т. 3. - С. 76-81.

22. **Тукешова, Г.Е.** Гидрогеодинамические параметры подземных вод и выделение краткосрочных предвестников / Проблемы сейсмо тектоники / Материалы XVII всероссийской конференции с международным участием. / [Текст] Тукешова Г.Е. - Воронеж: издательско-полиграфический центр «Научная книга». 2011. – Т. 6. - С. 501-503.

23. **Тукешова, Г.Е.** Выделение прогностических аномалий в уровне подземных вод на Алматинском прогностическом полигоне / Материалы IV международной конференции «Инновационные идеи и технологии – 2011». / [Текст] Тукешова Г.Е. - Алматы: научно-техническое общество «КАХАК». 2011. - С. 371-373.

24. **Абдуллаев, А.У.** Гидрогеологические аномалии Кеминского катастрофического землетрясения 1911 г. (в связи со 100-летием события) / Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов / Пятый международный симпозиум. / [Текст] Абдуллаев А.У., Тукешова Г.Е. - Бишкек. Т. I. 2011. - С. 18-22.

25. **Тукешова, Г.Е.** Исследование кратковременных вариаций дебита скважин на Алматинском прогностическом полигоне предвещающих сильные землетрясения / Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов / Пятый международный симпозиум. / [Текст] Тукешова Г.Е., Ельдеева М.С. - Бишкек. Т. I. 2011. - С. 202-204.

26. **Абдуллаев, А.У.** Сопоставление гидрогеологических аномалий Кеминского катастрофического землетрясения 1911 г. в Средней Азии Шамахинского землетрясения 1902 г. на Кавказе (в связи с проблемой прогнозирования сильных землетрясений) / Seismo forecasting researches carried out in the Azerbaijan territory / Republican seismic survey center of Azerbaijan national academy of sciences / [Текст] Абдуллаев А.У., Тукешова Г.Е. - Baku. 2012. ISSN 2219-6641. - С.81-85.

Тукешова Гулзиза Есиркеповнанын «Жерастындагы суулардын жер-титирөөдөгү гидрогеодинамикалык билдиргичтери (Алмата сейсмикалык активдүү районунун мисалында)» темасындагы 25.00.07 – Гидрогеология адистиги боюнча геология-минералогия илимдеринин кандидаты илимий даражасына луу үчүн жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Ачкыч сөздөр: жер титирөөлөрдүн гидрогеодинамикалык билдиргичтери, жерастындагы суулардын режими, келтирилген деңгээл, Алмата прогнозу түзүү полигону.

Иштин максаты: Жерастындагы суу режими негизинде сейсмикалык прогноз түзүү мүмкүнчүлүктөрүн аныктоо.

Изилдөөнүн объекти: Алмата сейсмикалык прогноз түзүү полигону.

Изилдөөнүн максаттары:

Жерастындагы суулардын гидрогеодинамикалык параметрлеринин көп жылдык режимин математикалык талдоо.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:

Алмата сейсмикалык активдүү районундагы жерастындагы суулардын келтирилген деңгээли менен сейсмикалык коркунучтосунда биринчи жолу статистикалык маанилүү байланыш түзүлдү;

Катуу жер титирөөлөрдүн башталыш жана орун алыш процесстерине байланыштуу болгон жерастындагы суулардын режиминдеги гидрогеодинамикалык вариациялары аныкталып, анализ делген;

Алмата прогнозу түзүү полигонунун сейсмикалык активдештирүүнүн орто мөөнөттүк баалоосун түзүү үчүн сейсмологиялык жана гидрогеодинамикалык маалыматтар менен бирге, бир комплексте, жерастындагы суулардын билдиргич гидрогеодинамикалык параметрлерин пайдалануу мүмкүнчүлүгү биринчи жолу көрсөтүлгөн.

Алынган натыйжаларды пайдалануу мүмкүнчүлүгү.

Аткарылган изилдөөлөрдүн негизинде Алмата сейсмикалык активдүү райондун мисалында жерастындагы суулардын мониторингин жакшыртуу боюнча методикалар иштелип чыккан.

Сейсмикалык коркунучтун таасиринен келип чыккан жерастындагы суулардын режиминин өзгөрүүсүнүн аныкталган закон ченемдүүлүгүн Алмата сейсмикалык активдүү районунун прогноздук көрсөткүчтөрүнүн маалымдуулугун баалоодо эске алуу зарыл.

Жерастындагы суулардын параметрлеринин вариацияларын комплекстүү анализдөө методикасы Түндүк Тянь-Шань аймактарындагы жер титирөө прогнозун түзүү максатында гидрогеодинамикалык талаалардын маалымдуулугун аныктоо үчүн негиз боло алат.

Пайдалануу тармагы: сейсмикалык прогноз түзүү изилдөөлөрү.

РЕЗЮМЕ

диссертации Тукешовой Гуллизы Есиркеповны на тему: «Гидрогеодинамические предвестники землетрясений в режиме подземных вод (на примере Алматинского сейсмоактивного района)» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология

Ключевые слова: гидрогеодинамические предвестники землетрясений, режим подземных вод, приведенный уровень, Алматинский прогностический полигон.

Цель работы: Исследование особенностей вариаций динамических параметров подземных вод, обусловленных сейсмическими процессами для выделения геодинамических предвестников землетрясений.

Объект исследований: Алматинский сеймопрогностический полигон.

Методы исследования: Математическая обработка многолетнего режима гидрогеодинамических параметров подземных вод их связь с эндогенными и экзогенными процессами для выявления аномальных составляющих из наблюдаемых полей.

Полученные результаты и их новизна:

Впервые установлена статистически значимая связь вариации приведенного уровня подземных вод Алматинского сейсмоактивного района с процессами подготовки сильных землетрясений;

Обнаружены и проанализированы гидрогеодинамические аномалии в режиме подземных вод, обусловленные процессами подготовки и реализации сильных землетрясений;

Впервые показана возможность использования гидрогеодинамических предвестниковых параметров подземных вод в комплексе с сейсмологическими и гидрогеодинамическими данными для средне- и краткосрочной оценки сейсмической активизации на Алматинского прогностического полигона.

Степень использования полученных результатов.

На основании выполненных исследований разработаны методики по совершенствованию мониторинга подземных вод на примере Алматинского сейсмоактивного района.

Выявленные закономерности изменения режима подземных вод под влиянием сейсмичности следует учитывать при оценке информативности прогностических показателей Алматинского сейсмоактивного района.

Методика комплексного анализа вариаций параметров подземных вод может быть основой для выявления информативности гидрогеодинамических полей с целью прогноза землетрясений в регионах Северного Тянь-Шаня.

Область применения: сеймопрогностические исследования.

SUMMARY

theses Tukeshovoy Gulzily Esirkepovnyto subjects: "Gidrogeodinamicheskie harbingery earthquakes in mode of underground water (on example Almatinskogo seismoaktivnogo region)"
on competition degree candidate geologo-mineral sciences on professions 25.00.07 - Hidrogeologiya

The Keywords: hydrodynamics harbingers earthquakes, mode of underground water, brought level, Almatinskiy forecasting firing range.

The Purpose of the work: Study of the particularities variation dynamic parameter of underground water, conditioned seismic process for separation hydrodynamics harbingers of the earthquakes.

The Object of the studies: Almatinskiy seismo forecasting firing range.

The Methods of the study: Mathematical processing the perennial mode hydrogeodynamics parameter of underground water their relationship with endogenous and exogenous process for revealing anomalous forming from observed by flap.

The Got results and their novelty:

Is it For the first time installed statistical meaningful relationship variation brought level of underground water Almatinskogo seismoactive of the region with process of preparing the strong earthquakes;

They Are Discovered and analysed hydrogeodynamiction to anomalies in mode of underground water, conditioned process of preparation and realization of the strong earthquakes;

For the first time possibility of the use hydrogeodynamics precursor parameter underground water is shown in complex with seismological and hydrogeodynamiction given for fair- and short-term estimation to seismic activation on Almatinskogo forecasting prognostic of the firing range.

The Degree of the use got result.

On the grounds of executed studies is designed methods on improvement of the monitoring of underground water on example Almatinskogo seismoactive of the region.

The Revealed regularities of the change the mode of underground water under influence сейсмичности follows to take into account at estimation information prognostic of the factor Almatinskogo seismoactive of the region.

The Methods of the complex analysis вариаций parameter of underground water can be a central to revealing information hydrogeodynamics by flap for the reason forecast of the earthquakes in region North Tian-Shan.

The Area using: seismoprognostic of the study.

Объем 1,68уч. изд. л.
Тираж 120 экз. Заказ № 278

Типография ОсОО «Алтын Принт»
720000, г. Бишкек, ул. Орозбекова, 44
Тел.: (+996 312) 62-13-10
e-mail: romass@front.ru