

УДК 574.3



О.И. Антикаева



А.В. Шитов

Антикаева О.И.\*,  
Шитов А.В.\*\*

## Погода на Горном Алтае до и после Чуйского землетрясения 2003 г.<sup>1</sup>

\*Антикаева Ольга Ивановна, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

E-mail: aptikaevaoi@mail.ru

\*\*Шитов Александр Викторович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, преподаватель Горно-Алтайского государственного университета

E-mail: sav103@yandex.ru

Подробно рассмотрены особенности динамики некоторых метеорологических параметров в пределах Горного Алтая до и после сильного Чуйского землетрясения 2003 г. Обсуждаются вопросы взаимосвязи атмосферных и геодинамических процессов и комфортности проживания в описанном климате.

**Ключевые слова:** атмосферные и геодинамические процессы, мониторинг, экология, ритмы, вейвлет-анализ.

Вариации метеорологических параметров описывают изменчивость процессов в атмосфере и дают представление о тенденциях в изменении климата – одного из важнейших экологических факторов, определяющих качество жизни человека. В публикациях последних лет все чаще стали появляться свидетельства, указывающие на то, что геодинамические процессы оказывают влияние на экологические условия конкретных территорий, в том числе, на характер и динамику метеоданных<sup>2</sup>.

В настоящем исследовании рассматриваются особенности динамики некоторых метеорологических параметров в пределах Горного Алтая. Климат здесь умеренно-континентальный, на его формирование в первую очередь оказывает влияние значительное удаление от океанов. Принято считать, что одним из климатообразующих факторов Горного Алтая является солнечная радиация, количество которой зависит от высоты Солнца и продолжительности освещения в течение суток. В горах происходит процесс перераспределения солнечной энергии, куда вносят свою лепту атмосферные процессы, которые опосредовано через прозрачность и облачность приземного слоя воздуха влияют на динамику суммарной солнечной радиации.

Не менее значительную роль играет движение воздушных масс: континентальный арктический воздух, свободно достигающий внутренней территории в течение всего года, теплые и влажные западные воздушные массы, приходящие с Атлантического океана, теплые юго-западные и южные ветры и формируемые рельефом горной страны местные циклоны и фенообразные воздушные течения. Все это способствует разнообразию («мозаичности») местных климатических условий.

Есть основания полагать, что такое разнообразие может быть связано и с происходящими в этом сейсмически активном районе геодинамическими процессами. Например, существуют представления, подтвержденные данными полевых наблюдений, что над узлами активных разломов располагаются стационарные локальные области пониженного давления<sup>3</sup>. Новейшие тектонические процессы альпийского орогенеза на территории Горного Алтая сопровождались возникновением многочисленных разрывных нарушений. Активность разломов сохраняется до сих пор. Об этом свидетельствует результаты геодезических наблюдений, обилие гидротермальных радоновых источников, высокая (особенно на юго-востоке) сейсмическая активность и пр. Тот факт, что в пределах Горного Алтая имеет место движение воздушных масс, обусловленное наличием стационарных областей повышенного и пониженного давления, может быть следствием и геодинамических процессов.

В данной работе рассматриваются временные вариации метеорологических параметров по данным гидрометеостанций (ГМС) Горного Алтая за 2000–2011 гг. и локальные особенности этих вариаций. Данный временной интервал включает: период подготовки сильного Чуйского землетрясения 27 сентября 2003 г., его афтершоковый

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

<sup>2</sup> Морозова Л.И. Динамика облачных аномалий над разломами в периоды природной и наведенной сейсмичности // Физика Земли. 1997. № 9. С. 94–96; Бибикина Т.Н., Проскуракова Т.А., Журба Е.В., Алексеев В.А. Уточнение мест тектонических разломов по натурным измерениям облачности // 3-я Всероссийская научная конференция «Физические проблемы экологии (Экологическая физика)» (22–24 мая 2001 г., Москва). Тезисы докладов. М.: МГУ, 2001. С. 120.

<sup>3</sup> Чистова З.Б., Кутинов Ю.Г. Тектонические узлы и очаги землетрясений. Сходство и различие // Проблемы сейсмогеологии. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием 20–22 сентября 2011 года. Воронеж, 2011. С. 530–534.

период, а также более поздний период - когда сейсмический потенциал, накопленный в этом районе Горного Алтая, по мнению авторов работы<sup>1</sup>, был уже исчерпан. Результаты анализа динамики метеорологических параметров в течение продолжительного по времени и разнообразного по проявлениям геодинамических процессов периода, на наш взгляд, могут быть полезны при решении самых разных задач: от поиска механизмов взаимодействия земной коры и атмосферы до выявления механизмов воздействия геофизических полей на организм человека.

Локализация ГМС Горного Алтая относительно тектонических структур района показана на рис. 1. Большая их часть расположена в области, характеризующейся разветвленной сетью активных разломов: непосредственно в зоне разломов или в пределах приразломных впадин, и только ГМС Турочак расположена на периферии этой области.

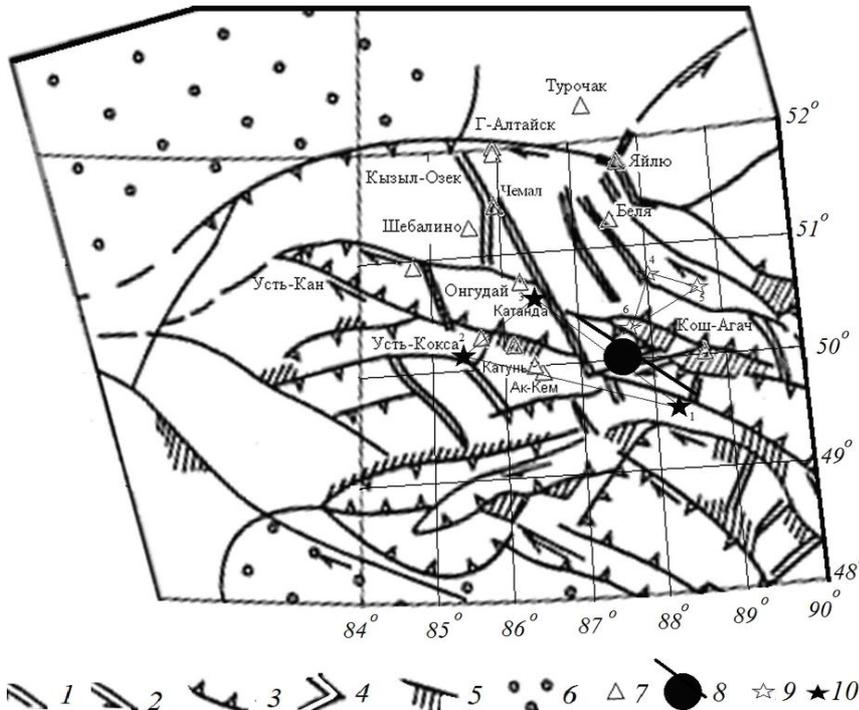


Рис. 1. Карта-схема района исследований. Разрывные нарушения и приразломные структуры: 1 - правые сдвиги; 2 - левые сдвиги; 3 - взбросы и надвиги; 4 - сбросы и раздвиги; 5 - приразломные впадины; 6 - впадины в пределах блоков (микроплит) обрамления; 7 - ГМС; 8 - эпицентр землетрясения 2003 г. (M=7.3); 9, 10 - пункты наблюдений геодезической сети, где зарегистрированы деформации растяжения и сжатия соответственно.

Средние значения температуры лета и зимы варьируют от станции к станции (рис. 2). Летние температуры 2000–2003 гг. слабо зависят от альтитуды ГМС. В течение этого периода они остаются неизменными и в большинстве случаев совпадают со среднемноголетними. Диапазон изменения средних значений зимних температур за тот же период на всех ГМС значительно шире и, они в большинстве случаев существенно отличаются от среднемноголетних. На ГМС Катушь они, как и летние, ниже многолетних, та же тенденция, но в меньшей степени отмечается на ГМС Ак-Кем. На ГМС Турочак температура зимой сохранялась на уровне среднемноголетней. На остальных ГМС температура выросла, особенно заметно на ГМС Кош-Агач – ближайшей к очаговой области Чуйского землетрясения.

Средние значения атмосферного давления закономерно уменьшаются с ростом альтитуды (рис. 3). На ГМС, расположенных выше 500 м, зимой 2001–2002 гг. средние значения атмосферного давления были аномально низкими. С ростом альтитуды ГМС эта особенность становится все более заметной.

Средние значения влажности не зависят от альтитуды ГМС и практически повсеместно превышают 60% (рис. 4). Самый «сухой» район на территории Горного Алтая – Чуйская степь, в пределах которой расположена ГМС Кош-Агач. Сезонные вариации влажности также зависят от места регистрации: на ГМС Ак-Кем, Чемал, Шебалино, Яйлю отмечается летний ее максимум, а на ГМС Турочак, Горно-Алтайск и Кош-Агач максимум влажности приходится на зиму.

Как видно из приведенных рисунков, только для ГМС Турочак, расположенной на периферии геодинамически активной зоны, характерно постоянство средних значений летних и зимних температур в течение длительного времени (рис. 2). На ГМС Катушь и Кош-Агач наблюдаются максимальные аномалии зимних температур противоположного знака по сравнению со среднемноголетними. Возможная причина таких вариаций температуры может состоять в следующем. Эти ГМС расположены в области с плотной сетью активных разломов, в окрестностях очага будущего землетрясения, где в течение длительного времени происходило накопление деформаций.

В эпоху 2000–2003 гг. по данным геодинамической сети в среднем значения скорости деформации сжатия по линии север-юг составило 6 мм/год<sup>3</sup>, при этом отмечалось резкое падение скорости перед эпицентральной зоной будущего землетрясения (окрестности пункта 1 на рис. 1). Зона деформаций уровня 10<sup>-6</sup> простиралась на расстояние до 100 км от линии разрыва. Максимальные же деформации 10<sup>-3</sup> концентрировались на его концах: на северо-восточном крыле – деформации растяжения, а на юго-западном – деформации сжатия.

<sup>1</sup> Гольдин С.В., Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г. Поле смещений земной поверхности в зоне Чуйского землетрясения, Горный Алтай // Докл. РАН. 2005. Т. 405. № 6. С. 804–809.

<sup>2</sup> Отчет о деятельности Сибирского Отделения Российской Академии Наук в 2001 году. Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www-sbras.nsc.ru/win/sbras/rep/rep2001/nz/z2/z2.html#oiggm>

<sup>3</sup> Там же.

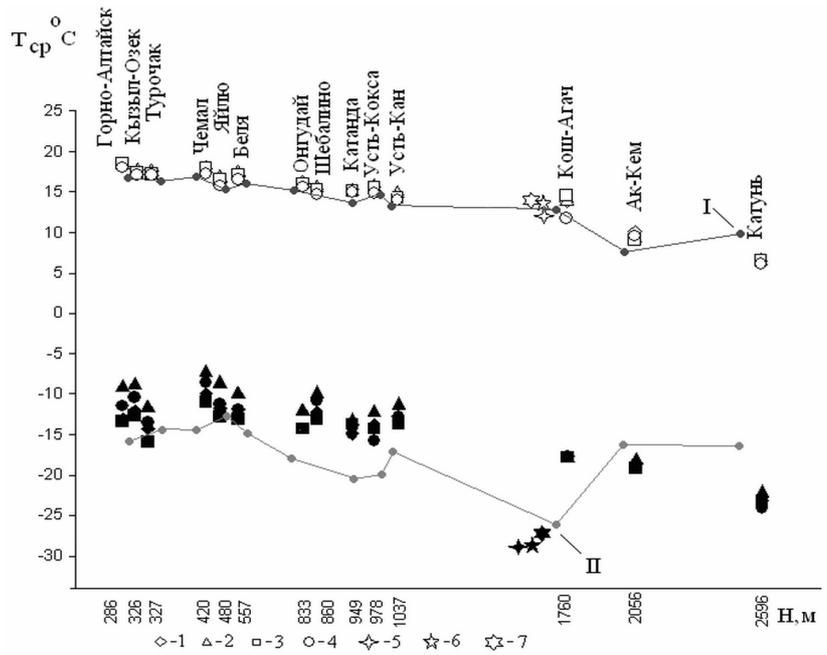


Рис. 2. Средние значения температур зимы и лета (соответственно заполненные и пустые значки), зарегистрированные на ГМС Алтая в 2000-2003 гг. (1-4), а также на ГМС Кош-Агач в 2009-2011 гг. (5-7). I и II – среднемноголетние температуры лета и зимы из работы<sup>1</sup>. Шкала на оси абсцисс (альтитуды ГМС) неравномерная.

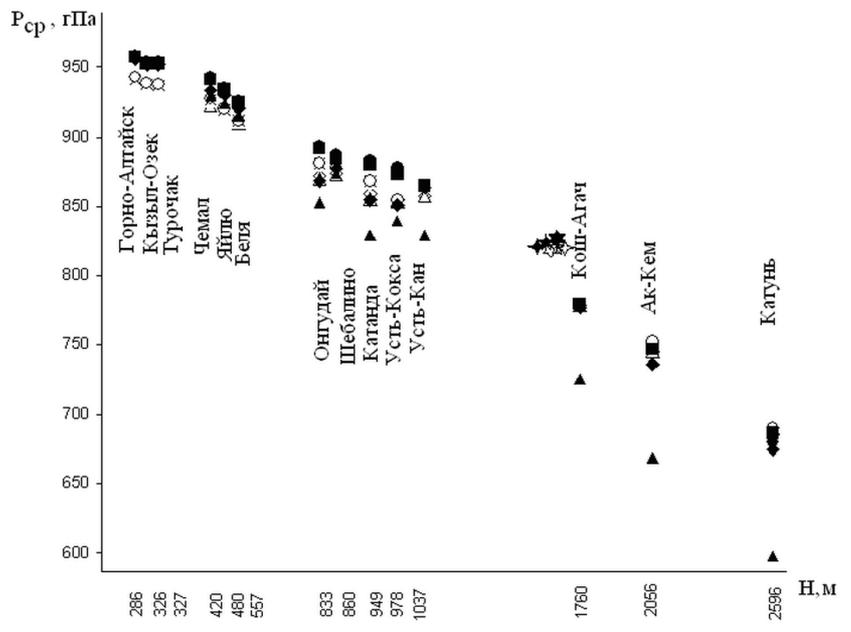


Рис. 3. Средние значения атмосферного давления зимой и летом, зарегистрированные на ГМС Алтая в 2000-2003 гг., а также на ГМС Кош-Агач в 2009-2011 гг. Шкала на оси абсцисс (альтитуды ГМС) неравномерная. Условные обозначения см. на рис. 2.

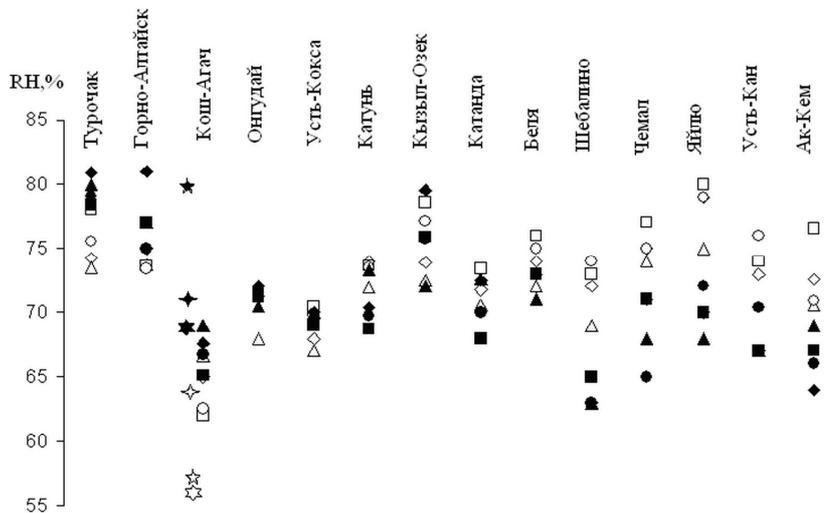


Рис.4 Средние значения относительной влажности зимой и летом, зарегистрированные на ГМС Алтая в 2000-2003 гг., а также на ГМС Кош-Агач в 2009-2011 гг. Условные обозначения см. на рис. 2.

<sup>1</sup> Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. Новосибирск. Изд-во НГУ.1997. 177 с.

На современной карте теплового потока Алтае-Саянской складчатой области<sup>1</sup> изолиния максимального теплового потока соотносится с активным разломом, включающим область разрыва. По-видимому, перераспределение напряжений и деформаций в области будущего очага могло вызвать перераспределение теплового потока, что могло отразиться на средних значениях температур, в первую очередь зимних, которые в меньшей степени зависят от солнечной радиации.

Следует отметить, что наблюдения на большинстве станций, в том числе и на ГМС Кош-Агач и Катунь, часто прерывались на длительное время. Но, несмотря на то, что мы не располагаем непрерывными рядами метеопараметров за 2000–2011 гг., можно констатировать, что после землетрясения описанный выше эффект нивелировался – уровень средних значений летних и зимних температур на ГМС Кош-Агач в 2009–2011 гг. вернулся к среднемуголетнему. При этом здесь заметно выросло давление и значения влажности для зимы и лета стали более дифференцированными – летние уменьшились, зимние – выросли. Если считать, что значения давления и влажности в 2009–2011 гг. вернулись к среднемуголетнему уровню, то перед землетрясением давление на ГМС Кош-Агач было аномально низким, влажность зимой – низкой, а летом – высокой.

Отметим, что подобные климатические изменения были обнаружены в процессе поиска метеопредвестников Ашхабадского землетрясения 1948 г. ( $M=7,3$ ) по рядам метеопараметров длительностью более 50 лет<sup>2</sup>. За 10 лет перед сильным землетрясением зимние температуры выросли на  $5-10^{\circ}\text{C}$ , а после него в 1949–1950 гг. их значения уменьшились на  $5-6^{\circ}\text{C}$ . Влажность воздуха в зимнее время за тот же период перед землетрясением также уменьшилась на 24%. В разных регионах Кавказа и Средней Азии неоднократно наблюдалось увеличение регионального выноса тепла из областей подготовки сильных сейсмических событий<sup>3</sup>. Например, за несколько дней до Газлийских землетрясений 1976 и 1984 гг. по данным ИК-снимков со спутника NOAA было выявлено, что площадь термальных аномалий в приповерхностных слоях атмосферы достигала  $100000\text{ км}^2$ .

Существование взаимной обусловленности тектонических процессов и процессов в атмосфере отмечалось многими авторами<sup>4</sup>. Некоторые исследователи предполагают существование «пятичленной связи»: солнечная активность – циркуляция атмосферы – гидрометеорологические элементы – земная кора – флюиды и газы земной коры<sup>5</sup>.

Если приведенные выше рассуждения справедливы, то следует подробно проанализировать имеющиеся данные на предмет поиска взаимосвязей между процессами в атмосфере и геодинамическими процессами в изучаемом районе. В этой связи представляется интересным совместный анализ динамики метеопараметров и некоторых геофизических и космофизических факторов.

Уже при визуальном анализе обнаруживается синхронность в поведении их рядов. В качестве примера приведем ряды вариаций атмосферного давления и высвобождения сейсмической энергии в пределах района исследований (рис. 5).

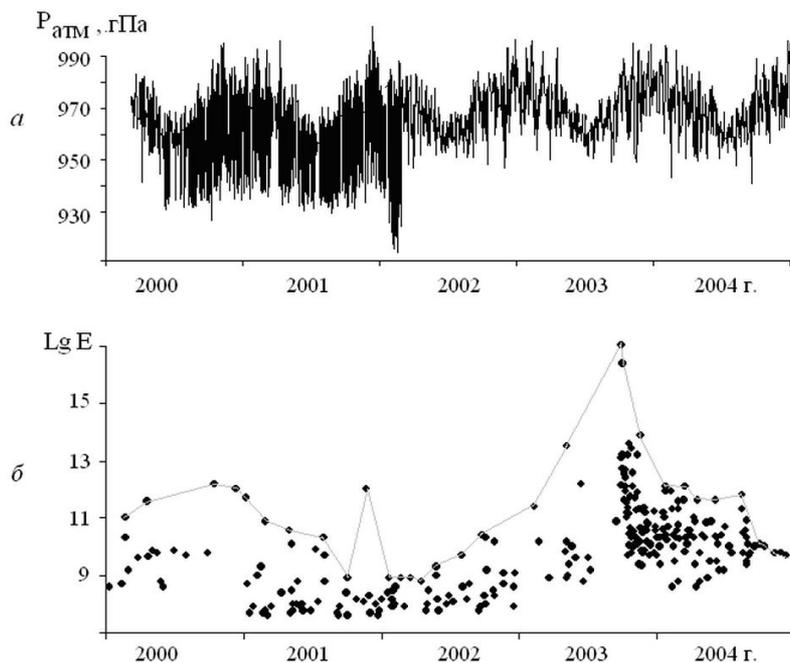


Рис. 5. Сопоставление временных вариаций атмосферного давления на ГМС Чемал (а) и логарифма выделенной сейсмической энергии  $\lg E$  (б).

<sup>1</sup> Соколова Л.С., Дучков А.Д. Новые данные о тепловом потоке в Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 12. С. 1248–1261.

<sup>2</sup> Милькис М.Р. Гидрогеологические и гидрометеорологические предвестники Ашхабадского катастрофического землетрясения // Докл. АН СССР. 1983. Т. 273, № 5. С. 1061–1094.

<sup>3</sup> Осика Д.Г., Черкашин В.И. Энергетика и флюидодинамика сейсмичности. М.: Наука, 2008. 244 с.

<sup>4</sup> Науменко Б.Н. О явлении частичной ликвидации тектонических напряжений штормовыми микросейсмами // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1979. № 8. С. 72–75. Островский А.А. Возможная причина сезонной периодичности некоторых калифорнийских землетрясений // Докл. АН СССР. 1990. Т. 313, № 1. С. 83–86. Дещеревская Е.В., Сидорин А.Я. Внутрисезонные колебания сейсмичности Гармского полигона и их связь с атмосферными процессами // Докл. РАН. 2005. Т. 401, № 1. С. 80–83. Закржевская Н.А., Соболев Г.А. Влияние магнитных бурь с внезапным началом на сейсмичность в различных регионах // Вулканология и сейсмология. 2004. №3. С. 63–75

<sup>5</sup> Милькис М.Р. Указ. соч.

В начале 2002 г. уменьшение выделенной энергии сменилось ее ростом и, в то же время в спектральном составе вариаций атмосферного давления уменьшилась доля короткопериодных составляющих. Рисунок 6 демонстрирует синхронность смены процессов в атмосфере и геодинамических процессов в более детальном временном масштабе. Использование для анализа временных рядов вейвлет-функции DOG<sup>1</sup> позволило выявить моменты и точно локализовать во времени изменение ритмической структуры вариаций некоторых других процессов.

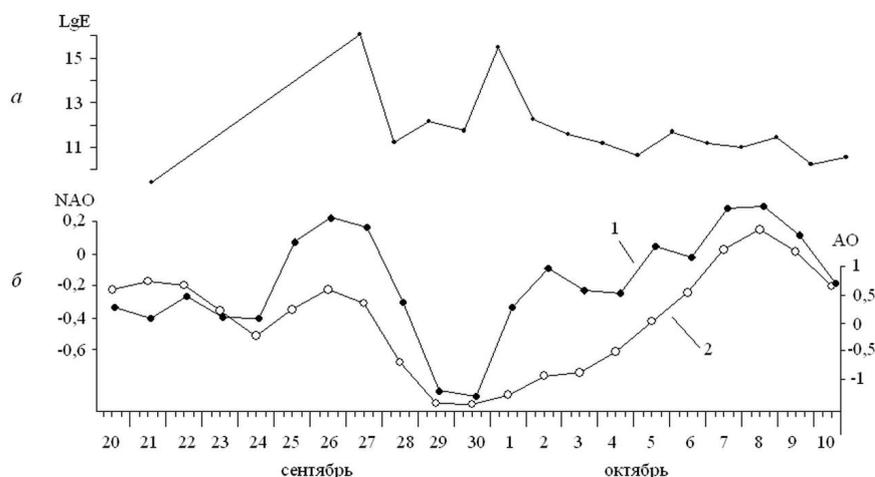


Рис. 6. Вариации выделенной сейсмической энергии (а) и индексов NAO (1) и АО (2) непосредственно перед Чуйским землетрясением и сразу после него

На рис. 7 показаны вейвлет-диаграммы, рассчитанные для рядов параметров, отражающих различные явления в системе атмосфера-ионосфера и активные геодинамические процессы в земной коре. Отметим наличие в этих процессах общих периодичностей, из чего следует вывод о возможной взаимосвязи между ними.

Рассмотрим только один пример – осцилляции Маддена-Джулиана, которые представляют собой волновые движения глобальной атмосферы в диапазоне периодов 30–60 сут и имеют значительную амплитуду в умеренных и даже полярных широтах. На рисунке 7 такие периодичности присутствуют в ритмической структуре вариаций параметров различной природы

Перестройки ритмической структуры рядов параметров говорят об относительно синхронном возникновении возмущений в системе «солнечная активность – атмосфера – ионосфера – земная кора». В рассмотренном временном интервале 2000–2004 гг. таких моментов, когда процессы могут рассматриваться как нестационарные в широком диапазоне периодичностей, по крайней мере, два: начало 2002 г. и конец 2003 г.

Многочисленные экспериментальные данные других авторов также свидетельствуют о том, что в период подготовки землетрясения аномальные изменения наблюдаются одновременно в литосфере, ионосфере и магнитосфере<sup>2</sup>. В качестве примера взаимодействия атмосферы и геосферы можно привести влияние сейсмических шумов, обусловленных атмосферными процессами, на слабую сейсмичность. А также стимулирующее сейсмичность непосредственное воздействие ветровой нагрузки и давления на сейсмоактивный район. Механизм взаимодействия атмосферы и геосферы на глобальном уровне авторам работы<sup>3</sup> представляется следующим образом: в результате воздействия на твердую Землю глобальных колебаний атмосферы происходит изменение скорости вращения Земли, следствием чего является деформация земной коры. Но, несмотря на уже достигнутые в этом направлении результаты, анализ новых экспериментальных данных, с целью изучения механизмов взаимодействия различных сфер Земли, продолжает оставаться актуальным.

В заключении рассмотрим результаты проведенного исследования с точки зрения влияния климата Горного Алтая на качество жизни населения. Из анализа рядов метеопараметров следует, что максимальные межсуточные изменения температуры воздуха на большинстве ГМС составляли 20–25°C; значения межсуточных скачков давления достигали 20–40 гПа, а на ГМС Онгудай, Чемал, Шебалино – более 40 гПа. Как известно, существенные колебания метеопараметров неблагоприятны для метеочувствительных людей и особенно больных, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями. Таким образом, можно сказать, что, несмотря на широкое разнообразие местных климатических условий, в большинстве своем, они далеки от комфортных.

<sup>1</sup> Аптикаева О.И. Процедуры анализа временных рядов // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 4. М.: Светоч Плюс. 2009. С. 113–327. Для анализа гармонических составляющих и выявления периодических вариаций нестационарных временных рядов применялась процедура вейвлет-анализа, где в качестве базисного использовался вейвлет DOG

$$(\psi(t) = e^{-\frac{t^2}{2}} - \frac{1}{2} \cdot e^{-\frac{t^2}{8}}).$$

Результатом вейвлет-анализа является диаграмма распределения спектральных амплитуд, которую мы представили в виде изолиний разного тона. Усиление тона на диаграмме соответствует росту амплитуд. По сравнению с более привычным для читателя спектральным анализом в скользящем временном окне (с ядром преобразования Фурье, т.е. функцией  $e^{i2\pi vt}$ ), эта процедура позволяет получить лучшее временное разрешение. Поэтому анализ нестационарных временных рядов с помощью вейвлета DOG позволяет более точно локализовать во времени и нарушения периодичности в вариациях параметров.

<sup>2</sup> Богданов В.В. Исследования в геосферных оболочках динамических процессов, инициированных солнечными и литосферными процессами. Автореф. дисс. ... докт. физико-матем. наук. Паратунка, 2008. 29 с.

<sup>3</sup> Дещеревская Е.В., Сидорин А.Я. Внутрисезонные колебания сейсмичности Гармского полигона и их связь с атмосферными процессами // Докл. РАН. 2005. Т. 401, № 1. С. 80–83.

Значительная часть территории Алтая является неблагоприятной и с точки зрения радоноопасности. По данным радиологической лаборатории Роспотребнадзора, Республики Алтай выявлена активизация радоновой активности во время сейсмической активизации 2003 г. и афтершокового процесса Чуйского землетрясения<sup>1</sup>.

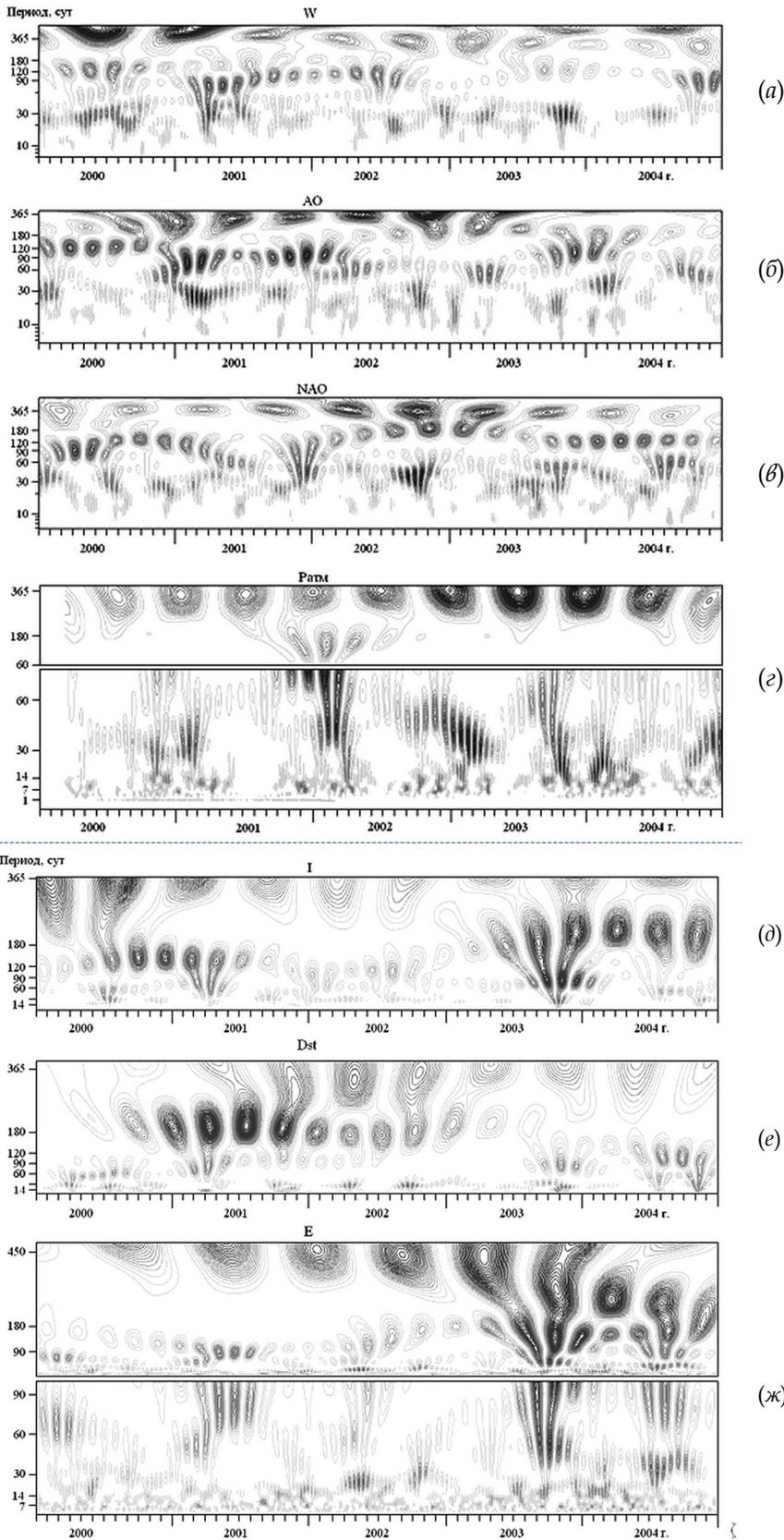


Рис. 7. Вейвлет-диаграммы временных вариаций некоторых космофизических, геофизических и атмосферных процессов. а - числа Вольфа, б, в - индексы АО и NAO, г - атмосферное давление на ГМС Чемал, д - интенсивность космического излучения, е - геомагнитный индекс; ж - логарифм выделенной в пределах Алтае-Саянской зоны сейсмической энергии.

<sup>1</sup> Гвоздарев А.Ю. Построение карт-схем активности и плотности потока радона на территории Республики Алтай и анализ ее связи с заболеваемостью // Основные проблемы охраны окружающей среды и благополучия человека в Сибирском федеральном округе, перспективы их решения. Сборник материалов конференции. Горно-Алтайск, 2006. С. 137–147.

Радон – вторая по опасности причина возникновения рака легких после курения табака; риск заболевания возрастает при длительном вдыхании воздуха с повышенным содержанием радона<sup>1</sup>.

Анализ рядов вызовов Скорой помощи в Горно-Алтайске за 2002–2003 гг. не выявил прямой связи между динамикой заболеваний и уровнем выделенной сейсмической энергии<sup>2</sup>. Вместе с тем, наличие сейсмической активности в районе следует отнести к неблагоприятным для здоровья людей природным факторам. В результате анализа больших массивов геологических, геофизических и медицинских данных было выявлено, что обращаемость населения в медицинские учреждения в период активизации сейсмического процесса растет, а в период его затухания – падает. Результаты наблюдений свидетельствуют, что в период геодинамической активизации резко увеличивается число пациентов с повышенным артериальным давлением, гипертоническими кризами, инсультами и инфарктом миокарда. Известно, что низкочастотные колебания от долей Герца до 3–4 Гц, которые присутствуют в спектрах сейсмических колебаний, раздражают вестибулярный аппарат, вызывая головокружение и тошноту. Пребывающие в таком состоянии люди становятся чувствительными даже к очень слабым сейсмическим толчкам, а в дальнейшем они обостренно реагируют на изменения других природных факторов и геофизических полей.

В районе подготовки землетрясения излучается не только сейсмическая энергия, но и энергия электромагнитного поля, что отрицательно влияет на работу сердца, провоцируя у людей с ослабленной сердечно-сосудистой системой инфаркты миокарда и гипертонические кризы. Эмоциональные реакции, сопровождающиеся витальными опасениями, приводят к большим перестройкам нейроэндокринной системы организма с возникновением реакции напряжения, что снижает адаптационные возможности организма, в результате чего он острее реагирует на воздействие иных природных факторов.

Современные исследования показывают, что в зонах активных разломов изменяются параметры газовых составляющих, при этом биотропный эффект зависит от уровня геодинамической активизации<sup>3</sup>. При ослаблении связанности структурных нарушений по линиям активных разломов происходит насыщение подземных вод газовыми и жидкостными флюидами, что существенно изменяет химический состав подземных и поверхностных вод. В эпицентральной области Чуйского землетрясения, были зафиксированы геохимические аномалии, связанные с повышенным содержанием иона SO<sub>4</sub> в подземных и поверхностных водах<sup>4</sup>, что считается неблагоприятным фактором для жизнедеятельности человека.

Проанализированные в работе экспериментальные данные еще раз подтвердили, что характер вариаций атмосферных процессов на территории Горного Алтая, в том числе и в связи с геодинамической активизацией, является существенным экологическим фактором и, безусловно, может оказывать влияние на здоровье населения. Поэтому этот вопрос требует дальнейшего всестороннего и глубокого изучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аптикаева О.И. Процедуры анализа временных рядов // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 4. М.: Светоч Плюс. 2009. С.113–327.  
Aptikaeva O.I. (2009). Protsedury analiza vremennykh ryadov. In: Atlas vremennykh variatsii prirodnykh, antropogennykh i sotsial'nykh protsessov. T. 4. Svetoch Plyus. Moskva. Pp.113–327.
2. Аптикаева О.И., Шитов А.В. Динамика заболеваемости населения до и после сильных землетрясений и ее связь с другими природными факторами (На примере Чуйского землетрясения 2003 г.) // Геофизические процессы и биосфера. 2009. Т. 8. № 3. С. 46–55.  
Aptikaeva O.I., Shitov A.V. (2009). Dinamika zabolevaemosti naseleniya do i posle sil'nykh zemletryaseni i ee svyaz' s drugimi prirodnyimi faktorami (Na primere Chuiskogo zemletryaseniya 2003 g.). Geofizicheskie protsessy i biosfera. T. 8. N 3. Pp. 46–55.
3. Березин А.А., Гусев Г.А., Гуфельд И.Л. Воздействие геофизических полей на биологические системы и проблемы прогноза сильных землетрясений // Проблемы геофизики XXI века. Кн. 2. М.: Наука, 2003. С. 37–70.  
Berezin A.A., Gusev G.A., Gufel'd I.L. (2003). Vozdeistvie geofizicheskikh polei na biologicheskie sistemy i problemy prognoza sil'nykh zemletryaseni. In: Problemy geofiziki XXI veka. Kn. 2. Nauka, Moskva. 2003. Pp. 37–70.
4. Бибикина Т.Н., Проскуракова Т.А., Журба Е.В., Алексеев В.А. Уточнение мест тектонических разломов по натурным измерениям облачности // 3-я Всероссийская научная конференция «Физические проблемы экологии (Экологическая физика)» (22–24 мая 2001 г., Москва). Тезисы докладов. М.: МГУ, 2001. С. 120.  
Bibikova T.N., Proskuryakova T.A., Zhurba E.V., Alekseev V.A. (2001). Utochnenie mest tektonicheskikh razlomov po naturnym izmereniyam oblachnosti. In: 3-ya Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya «Fizicheskie problemy ekologii (Ekologicheskaya fizika)» (22–24 maya 2001 g., Moskva). Tezisy dokladov. MGU, Moskva. 2001. Pp. 120.
5. Богданов В.В. Исследования в геосферных оболочках динамических процессов, инициированных солнечными и литосферными процессами. Автореф. дисс. ... докт. физико-матем. наук. Паратунка, 2008. 29 с.  
Bogdanov V.V. (2008). Issledovaniya v geosfernykh obolochkakh dinamicheskikh protsessov, initsirovannykh solnechnymi i litosfernymi protsessami. Avtoref. diss. ... dokt. fiziko-matem. nauk. Paratunka. 29 p.
6. Болотова М.В., Воеводин В.А., Коваленко В.В., Кургуз С.А. Радиоопасность территории Красноярского

<sup>1</sup> Болотова М.В., Воеводин В.А., Коваленко В.В., Кургуз С.А. Радиоопасность территории Красноярского края. Проблемы прогноза, обследования и принятия решений по ограничению облучения населения на примере г. Красноярск // Мат. II междунар. конф. "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Томск: Тантем-Арт, 2004. С. 52–54. Бугаев А.М., Абдулаева А.С., Гуруев М.А. Естественные радионуклиды в породах и почвах Дагестана и содержание радона в воздухе жилых помещений // Вестник Дагестанского научного центра. 2006. № 23. С. 59–65.

<sup>2</sup> Аптикаева О.И., Шитов А.В. Динамика заболеваемости населения до и после сильных землетрясений и ее связь с другими природными факторами (На примере Чуйского землетрясения 2003 г.) // Геофизические процессы и биосфера. 2009. Т. 8. № 3. С. 46–55.

<sup>3</sup> Березин А. А., Гусев Г. А., Гуфельд И. Л. Воздействие геофизических полей на биологические системы и проблемы прогноза сильных землетрясений // Проблемы геофизики XXI века. Кн. 2. М.: Наука, 2003. С. 37 – 70.

<sup>4</sup> Шитов А.В., Кац В.Е., Харьковина М.А. Эколого-геодинамическая оценка Чуйского землетрясения // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. 2008. № 3. С. 41–47.

- края. Проблемы прогноза, обследования и принятия решений по ограничению облучения населения на примере г. Красноярск // *Мат. II междунар. конф. "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека"*. Томск: Тантем-Арт, 2004. С. 52–54.
- Bolotova M.V., Voevodin V.A., Kovalenko V.V., Kurguz S.A. (2004). Radonopasnost' territorii Krasnoyarskogo kraya. Problemy prognoza, obsledovaniya i prinyatiya reshenii po ogranicheniyu oblucheniya naseleniya na primere g. Krasnoyarska. In: *Mat. II mezhdunar. konf. "Radioaktivnost' i radioaktivnye elementy v srede obitaniya cheloveka"*. Tantem-Art, Tomsk, 2004. Pp. 52–54.
7. Бутаев А.М., Абдулаева А.С., Гуруев М.А. Естественные радионуклеиды в породах и почвах Дагестана и содержание радона в воздухе жилых помещений // *Вестник Дагестанского научного центра*. 2006. № 23. С. 59–65.  
Butaev A.M., Abdulaeva A.S., Guruev M.A. (2006). Estestvennye radionukleidy v porodakh i pochvakh Dagestana i sodержanie radona v vozdukhke zhilykh pomeshchenii. *Vestnik Dagestanskogo nauchnogo tsentra*. N 23. Pp. 59–65.
  8. Гвоздарев А.Ю. Построение карт-схем активности и плотности потока радона на территории Республики Алтай и анализ ее связи с заболеваемостью // *Основные проблемы охраны окружающей среды и благополучия человека в Сибирском федеральном округе, перспективы их решения. Сборник материалов конференции. Горно-Алтайск, 2006. С. 137–147.*  
Gvozдарев A.Yu. (2006). Postroenie kart-skhem aktivnosti i plotnosti potoka radona na territorii Respubliki Altai i analiz ee svyazi s zabolevaemost'yu. In: *Osnovnye problemy okhrany okruzhayushchei sredy i blagopoluchiya cheloveka v Sibirskom federal'nom okruge, perspektivy ikh resheniya*. Sbornik materialov konferentsii. Gorno-Altaysk, 2006. Pp. 137–147.
  9. Гольдин С.В., Тимофеев В.Ю., Ардюков Д.Г. Поле смещений земной поверхности в зоне Чуйского землетрясения, Горный Алтай // *Докл. РАН*. 2005. Т. 405. № 6. С. 804–809.  
Gol'din S.V., Timofeev V.Yu., Ardyukov D.G. (2005). Pole smeshchenii zemnoi poverkhnosti v zone Chuiskogo zemletryaseniya, Gornyi Altai. *Dokl. RAN*. T. 405. N 6. Pp. 804–809.
  10. Дешчеревская Е.В., Сидорин А.Я. Внутрисезонные колебания сейсмичности Гармского полигона и их связь с атмосферными процессами // *Докл. РАН*. 2005. Т. 401. № 1. С. 80–83.  
Deshcherevskaya E.V., Sidorin A.Ya. (2005). Vnutrisesonnyye kolebaniya seismichnosti Garm'skogo poligona i ikh svyaz' s atmosferynymi protsessami. *Dokl. RAN*. T. 401. N 1. Pp. 80–83.
  11. Закржевская Н.А., Соболев Г.А. Влияние магнитных бурь с внезапным началом на сейсмичность в различных регионах // *Вулканология и сейсмология*. 2004. № 3. С. 63–75  
Zakrzhevskaya N.A., Sobolev G.A. (2004). Vliyanie magnitnykh bur' s vnezapnym nachalom na seismichnost' v razlichnykh regionakh. *Vulkanologiya i seismologiya*. N 3. Pp. 63–75.
  12. Милькис М.Р. Гидрогеологические и гидрометеорологические предвестники Ашхабадского катастрофического землетрясения // *Докл. АН СССР*. 1983. Т. 273. № 5. С. 1061–1094.  
Mil'kis M.R. (1983). Hidrogeologicheskie i gidrometeorologicheskie predvestniki Ashkhabad'skogo katastroficheskogo zemletryaseniya. *Dokl. AN SSSR*. T. 273. N 5. Pp. 1061–1094.
  13. Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. Новосибирск. Изд-во НГУ. 1997. 177 с.  
Modina T.D. (NGU). *Klimaty Respubliki Altai*. Izd-vo NGU. Novosibirsk. 177 p.
  14. Морозова Л.И. Динамика облачных аномалий над разломами в периоды природной и наведенной сейсмичности // *Физика Земли*. 1997. № 9. С. 94–96.  
Morozova L.I. (1997). Dinamika oblachnykh anomalii nad razlomami v periody prirodnoi i navedennoi seismichnosti. *Fizika Zemli*. N 9. Pp. 94–96.
  15. Науменко Б.Н. О явлении частичной ликвидации тектонических напряжений штормовыми микросейсмами // *Изв. АН СССР. Физика Земли*. 1979. № 8. С. 72–75.  
Naumenko B.N. (1979). O yavlenii chastichnoi likvidatsii tektonicheskikh napryazhenii shstormovymi mikroseyismami. *Izv. AN SSSR. Fizika Zemli*. N 8. Pp. 72–75.
  16. Осика Д.Г., Черкашин В.И. Энергетика и флюиодинамика сейсмичности. М.: Наука, 2008. 244 с.  
Osika D.G., Cherkashin V.I. (2008). *Energetika i fliuidodinamika seismichnosti*. Nauka. 244 p.
  17. Островский А.А. Возможная причина сезонной периодичности некоторых калифорнийских землетрясений // *Докл. АН СССР*. 1990. Т. 313. № 1. С. 83–86.  
Ostrovskii A.A. (1990). Vozmozhnaya prichina sezonnoi periodichnosti nekotorykh kaliforniiskikh zemletryaseni. *Dokl. AN SSSR*. T. 313. N 1. Pp. 83–86.
  18. Отчет о деятельности Сибирского Отделения Российской Академии Наук в 2001 году. Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимюка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www-sbras.nsc.ru/win/sbras/rep/rep2001/nz/z2/z2.html#oiggm>  
Otchet o deyatelnosti Sibir'skogo Otdeleniya Rossiiskoi Akademii Nauk v 2001 godu. Ob"edinennyy institut geologii, geofiziki i mineralogii im. A.A. Trofimuka. URL: <http://www-sbras.nsc.ru/win/sbras/rep/rep2001/nz/z2/z2.html#oiggm>
  19. Соколова Л.С., Дучков А.Д. Новые данные о тепловом потоке в Алтае-Саянской области // *Геология и геофизика*. 2008. Т. 49. № 12. С. 1248–1261.  
Sokolova L.S., Duchkov A.D. (2008). Novye dannye o teplovom potoke v Altae-Sayanskoi oblasti. *Geologiya i geofizika*. T. 49. N 12. Pp. 1248–1261
  20. Чистова З.Б., Кутинов Ю.Г. Тектонические узлы и очаги землетрясений. Сходство и различие // *Проблемы сейсмотектоники. Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием 20–22 сентября 2011 года. Воронеж, 2011. С. 530–534.*  
Chistova Z.B., Kutinov Yu.G. (2011). Tektonicheskie uzly i ochagi zemletryaseni. Skhodstvo i razlichie. In: *Problemy seismotektoniki. Materialy XVII Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem 20–22 sentyabrya 2011 goda*. Voronezh. Pp. 530–534.
  21. Шитов А.В., Кац В.Е., Харьковина М.А. Эколого-геодинамическая оценка Чуйского землетрясения // *Вестник МГУ. Серия 4. Геология*. 2008. № 3. С. 41–47.  
Shitov A.V., Kats V.E., Khar'kina M.A. (2008). Ekologo-geodinamicheskaya otsenka Chuiskogo zemletryaseniya. *Vestnik MGU. Seriya 4. Geologiya*. N 3. Pp. 41–47.