

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА РАЙОНА ОРЕНБУРГСКОГО НГКМ

Бутолин А.П., Галянина Н.П.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Опираясь на выдвинутое ранее положение о необходимости комплексирования признаков предвестников сейсмических событий с целью прогнозирования возможных землетрясений в районе Оренбургского НГКМ (ОНГКМ) [1] нами продолжены поиски и изучение возможных изменений геологической среды, проявляющихся в вариациях электромагнитных, гравитационных, тепловых, гидрогеодинамических и гидрогеохимических, а также гипсометрических полей. Этот подход, по нашему мнению, позволит закономерно обосновать расширение системы геодинамического мониторинга с выявлением параметров геологической среды, которые можно квалифицировать как предвестники приближающихся землетрясений.

Общеизвестно, что геологическая среда, формируясь в верхних слоях литосферы, находится под постоянным воздействием упомянутых выше вариаций. Поэтому индикация пространственного распределения сейсмогенерирующих зон позволяет предполагать возможность систематизации и комплексирования методов прогноза землетрясений в связи с преобразованием геологической среды в районах интенсивной добычи нефти и газа. На преобразования геологической среды чутко реагируют водонапорная система ОНГКМ и тепловые потоки недр, что связано с перераспределением плотностных градиентов в зонах пористости и проницаемости и тепловых потоков, генерируемых глубинными зонами недр [2].

Для обнаружения предвестников землетрясений в связи с преобразованием геологической среды в районах интенсивной добычи нефти и газа предлагается использовать опыт изучения геофизических полей в сейсмоактивных зонах, где сеймотектонические процессы идут с существенной скоростью, накапливается значительная максимально возможная энергия землетрясений, выше их частота и короткая периодичность. К таким сейсмоактивным зонам относятся области контакта литосферных плит (зоны спрединга, субдукции, коллизии и т.п.) и они являются своего рода полигонами и лабораториями более глубокого изучения сейсмических событий в платформенных «асейсмичных» блоках континентов.

Так в 2001 году в зоне субдукции Каскадия на западе США зарегистрированы периодические медленные колебания, связанные со сдвигом земной коры, и до того времени ни один действующий сейсмограф не фиксировал медленных подвижек под земной корой [3]. Сейчас установлено, что в субдукционных зонах литосферных плит подобные события возникают с определенной периодичностью и связаны они с медленными сдвигами или, как их называли, «эпизодическими колебаниями и сдвигами» или «тихими землетрясениями». Под «тихими землетрясениями» понимают эпизодические

сейсмические толчки до 1-6 вибраций в секунду и временной интервал относительного перемещения литосферной плиты или микроплиты. Полная фаза такого сдвига может занять несколько недель или около года. А продолжительность обычных землетрясений не превышает нескольких минут. За полный цикл горизонтальное смещение доходит до 5 мм, а амплитуда колебаний – до 7 мм. Причины низкой скорости «тихого землетрясения» остаются непонятными.

Колебания земной коры регистрируются в Гомеле, расположенном, в зоне крупных тектонических нарушений блоков земных пород: с одной стороны - Припятский прогиб, рядом - Оршанская впадина и Воронежский массив [4]. Город расположен над разломами, где на глубине около 500 метров в кристаллическом фундаменте образовались блоки, которые находятся в постоянном движении, создавая медленные колебания земной поверхности.

В большинстве случаев направление движений совпадает с унаследованным развитием прогибов и поднятий [4]. Так, на Восточно-Европейской платформе подобное соответствие отмечается почти в 70% случаев, хотя Прикаспийская впадина испытывает поднятие. Урал с прилегающими территориями наоборот опускается (но по скорости экзогенных процессов Урал остается приподнятым относительно прилегающих к нему структур) [5].

Геологическими исследованиями также установлено огромное количество фактов, указывающих на то, что строение современной земной поверхности и геологическая структура блоков литосферы в основном связаны с неотектоническими процессами и часто с дизъюнктивными дислокациями. Большая часть подобных разломов сохранилась и в наше время в зоне формирования геологической среды ОНГКМ и здесь регистрируются сейсмические события, часто связанные с зонами глубинных тектонических нарушений и узлами их пересечения (рисунок 1). Глубинные разломы сопровождаются повышенной трещиноватостью, возникшей в результате линейной деструкции среды, сгущением микротрещиноватости ее проявлением на земной поверхности в виде полей экзогенных процессов - смывов почв и грунтов, образование оврагов.

В начале семидесятых годов Миннефтепромом СССР начато изучение современных движений земной коры в нефтегазоносных осадочных бассейнах на территории Припятского прогиба, западного и северо-западного обрамления Прикаспийской впадины, Башкирского свода и Соликамской впадины. На территории Западно-Сибирской плиты исследования выполнены на Вартовском своде, а также в Терско-Каспийском и Предгиссарском предгорных и Рионо-Куринском межгорном прогибах [7].

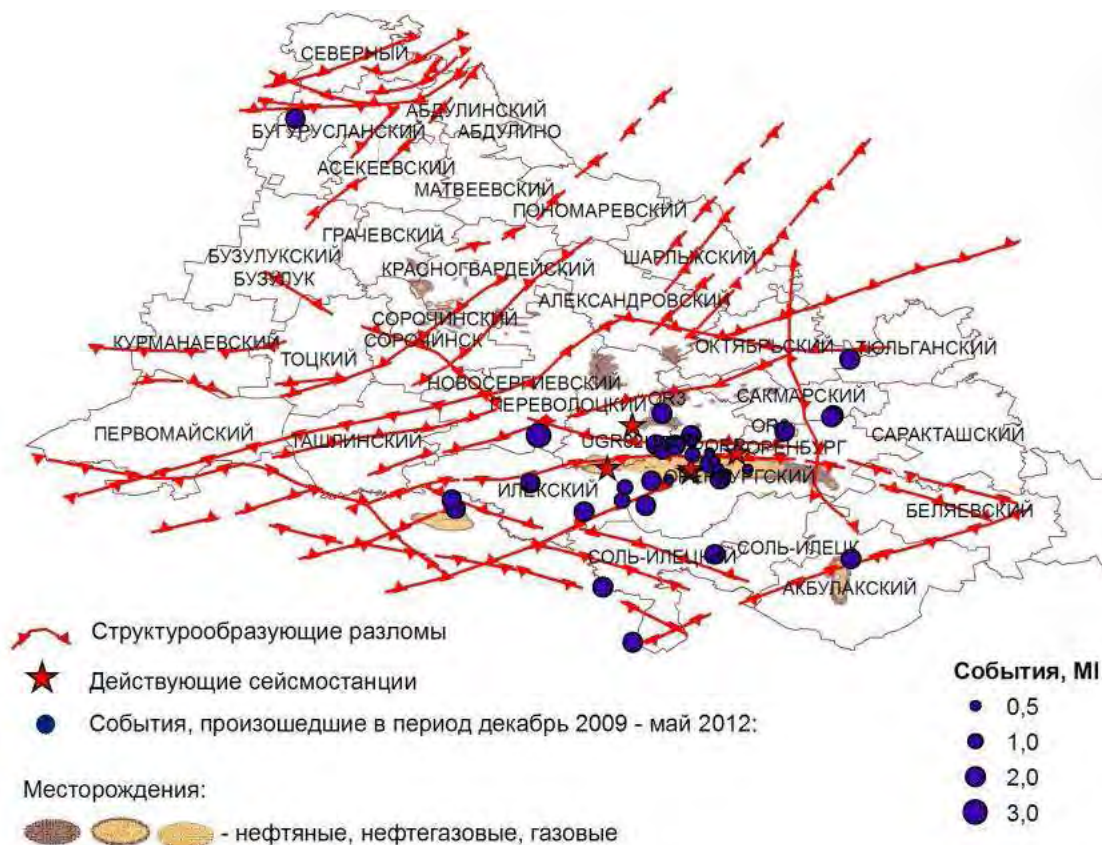


Рисунок 1 - Зарегистрированные сетью сейсмостанций «Газ-сейсмика» сейсмические события $M \geq 0,5$ на территории исследований и прилегающих районах за декабрь 2009 – сентябрь 2012 г.[6]

Выявленные аномалии вертикальных и горизонтальных движений земной поверхности над зонами тектонических разломов различного типа и порядка характеризуются высокой амплитудой ($50 \div 70$ мм/год), коротко периодичны ($0,1 \div 1$ года), пространственно локализованы ($0,1 \div 1$ км), отличаются пульсационной и знакопеременной направленностью. Среднегодовые скорости составляют порядка $2 \div 7$ мм/год. Такие деформации земной поверхности в зонах разломов Кузьминым Ю.О. названы суперинтенсивными [8]. Автор отмечает, в платформенных «асейсмичных» блоках скорости нарастания напряжений и формирования сейсмогенерирующих зон на несколько порядков меньше, но интенсивность деформационного процесса в разломах асейсмичных регионов выше, чем в сейсмоактивных и здесь также должен работать механизм, аналогичный «медленной» части спектра геодинамических явлений, где основную роль играют не скорости деформаций, а их амплитуды. Кузьмин Ю.О. также отмечает, что сравнение длительностей между повторными наблюдениями, показывает более высокие скорости суперинтенсивных деформаций в асейсмичных районах, чем в сейсмоактивных. Здесь возможны колебательные смещения блоков земной коры вдоль разломов по вертикали или, что наиболее вероятно, по горизонтали, но с меньшим числом вибраций в секунду и со значительной продолжительностью фазы сдвига. Но учитывая, что временной интервал «тихих землетрясений» достаточно продолжителен

(более 10 дней) их можно обнаруживать и с использованием глобальной системы опорных точек – ITRFGNSS.

Изучение горизонтальных и вертикальных неотектонических движений с использованием спутниковых технологий (GNSS-систем), а также пульсаций интенсивности экзогенных процессов на земной поверхности следует учитывать в реестре признаков-предвестников возможного сейсмического события.

Причинами возможного оживления глубинных структур может оказаться приход авершоков дальних землетрясений, как уже отмечалось и на территории Оренбурга с приходом авершоков землетрясений от южной котловины Каспийского моря, а также сейсмические события в Москве (24.05.2013г.), связанные с землетрясениями в Охотском море, на Сахалине и Камчатке, и разработка нефтегазовых месторождений, которая может спровоцировать техногенные землетрясения интенсивностью от 3 до 7 баллов. Так на территории Широкого Приобья Западно-Сибирской плиты в городах Нижневартовске и Ялуторовске в период с 27.09.03г. по 1.10.03г. была зарегистрирована серия подземных толчков силой в 1 балл, которым предшествовали землетрясения, охватившие южные районы Дальнего Востока и Сибири (г.Томск, г.Новосибирск; республика Алтай и др.). Особенно очевидна связь подземных толчков в районе г.Нижневартовска с эпицентральной зоной землетрясения в республике Алтай, где сила землетрясения по шкале Рихтера составила 8,5 балла.

В качестве примеров можно назвать также документально зарегистрированные факты сейсмических событий, с которыми связаны аварии на трубопроводах на трассе Усть-Балык – Омск, случаи разрыва стволов скважин с их боковым смещением на тюменских месторождениях. Увеличение сейсмичности подтверждается и высокоточными гравиметрическими наблюдениями и работами методом обменных волн землетрясений (МОВЗ). Так в 1965г., 1998г. зафиксированы дни, когда из-за значительных колебательных процессов в толщах земной коры невозможно было получить уверенные отсчеты по шкале гравиметра. Серьезные аварийные последствия зарегистрированы в г. Нефтеюганск – землетрясение в 3,5 балла, в районе г. Пыть-Яха – неоднократные аварии на компрессорной станции из-за значительного повышения сейсмической активности и в бассейне нижнего течения р. Иртыш – аварии на трубопроводах и компрессорных станциях.

Как мы уже отмечали, частота проявления сейсмических событий в районе ОНГКМ тесно связаны с простираем линейных разломов, с зонами глубинных тектонических нарушений и узлами пересечения одно- и разнопорядковыхлинеаментов платформенного Оренбуржья, которые, с достаточной вероятностью, могут стать «активными разломами» или «опасными разломами». Концентрация эпицентров сейсмических событий по простираению линейных разломов можно квалифицировать как один из признаков формирования сейсмогенерирующих зон (рисунок 1).

Другим косвенным признаком формирования сейсмогенерирующих зон является эпизодическая незакономерно возрастающая нефтегазоотдача

продуктивных пластов через эксплуатационные скважины, что также можно включить в комплекс признаков предвестников землетрясений.

На формирование сейсмогенерирующих зон указывают также аномалии эманаций газов радона и гелия на опорных пунктах или полученные при повторных площадных газовых съемках. Аномалии гелия, радона в режиме повторных измерений также можно включить в комплекс признаков предвестников землетрясений.

Старейшим из методов изучения вертикальных движений земной коры является метод повторных водомерных наблюдений, проводимых на крупных реках и озерах, по сети гидрогеологических скважин. Более эффективными для изучения современных вертикальных движений земной коры являются результаты периодического повторного высокоточного нивелирования вдоль железнодорожных линий, трасс магистральных трубопроводов. В большинстве случаев изменения отметок реперов со временем нельзя объяснить деформациями земной поверхности за счет просадок или выпучивания грунта. Чаще изменения отметок носят систематический характер, то есть происходят со знаком, совпадающим со знаком той структуры, на которой выполнены измерения [8]. Распределение градиентов скоростей отметок реперов во времени также следует использовать в комплексе признаков предвестников землетрясений.

В комплексе признаков предвестников землетрясений существенную роль могут сыграть распределения полей волосяных трещин на зданиях и сооружениях. Составление кадастра меток волосяных трещин и изучение их динамики во времени могут также использоваться в комплексе признаков предвестников землетрясений. Кроме того, районирование территории по сейсмической подвижности позволит выделить районы и площади, рекомендуемые для строительства высотных сооружений и зданий, или малоэтажных зданий и конструкций.

Таким образом, реализованная службами «ГазпромдобычаОренбург», МЧС Оренбургской области, ОНЦ УрО РАН система сейсмического мониторинга «Оренбург-газ-сеймика» в нынешнем ее конструктивном и технологическом режиме не может обеспечить достаточную степень надежности прогнозирования землетрясений. Поэтому необходимо расширить возможности системы сейсмического мониторинга путем организации сети опорных наблюдений за медленными горизонтальными и вертикальными подвижками земной коры в регионе геодезическими, гравиметрическими, водомерными, дистанционными (спутниковыми) и визуальными наблюдениями. Расширение сети опорных наблюдений сейсмического мониторинга предполагается провести в следующей последовательности:

1. В первую очередь следует уточнить и дополнить тектоническую карту разломных зон на территории Оренбургской области с привлечением новейших геолого-геофизических данных;
2. Уточнить и дополнить неотектоническую карту Оренбургской области;
3. Провести детальную ревизию волосяных трещин на строениях и оценку их динамики;

5. Провести ревизию гидрогеологических скважин тяготеющих к зонам глубинных разломов, с целью перевода их в сеть геодинамического мониторинга;

6. Систематизировать данные повторных триангуляций в регионе и результаты повторных нивелировок по сети реперных точек вдоль железнодорожных линий и магистральных трубопроводов;

7. Организовать геодинамический полигон повторных геодезических и геофизических наблюдений по линии профиля, пересекающего тектонические разломы.

Список литературы

1. Бутолин, А.П. Методика комплексирования распознавания признаков геодинамически неустойчивых зон в Оренбургском Приуралье / Бутолин А.П // Сборник материалов Пятой Международной сейсмологической школы. Владикавказ 4-8 октября 2010г. «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». - Обнинск: ГС РАН, 2010. - С.44-45.

2. Бутолин, А.П., Щерба, В.А. Техногенное воздействие на состояние геологической среды нефтегазодобывающих регионов Южного Предуралья / Геология в школе и вузе: геология и цивилизация: VII Международная конференция: Сб. науч. трудов. Т. I / Под ред. Е. М. Нестерова. - СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. - 350 с.

3. Колебания на западе США [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ecocollaps.ru/zemletryaseniya/osobennosti-tixix-zemletryasenij.html>. - 26.12.11.

4. Мещеряков, Ю.А. Структурная геоморфология равнинных стран./ Мещеряков, Ю.А. – Москва: Наука, 1955. - 390с.

5. Хаин, В.Е., Ломизе, Н.Г. Геотектоника с основами геодинамики./ Хаин, В.Е., Ломизе, Н.Г. – Москва: КДУ, 2005. – 560с.

6. Нестеренко, М.Ю., Бутолин, А.П., Щерба, В.А. К вопросу о методическом обеспечении эколого-гидрологических исследований в Южном Приуралье (раздел монографии «Геология и эволюционная география»)/ Нестеренко, М.Ю., Бутолин, А.П., Щерба, В.А. - СПб.: Изд-во «Эпиграф», 2006. – 260 с.

7. Кузьмин, Ю.О., Жуков, В.С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород./ Кузьмин, Ю.О., Жуков, В.С. – М.: Издательство МГГУ, 2004. – 280с.

8. Кузьмин, Ю.О. Современные суперинтенсивные деформации земной поверхности в зонах платформенных разломов. Геологическое изучение и использование недр/ Кузьмин, Ю.О//Информационный сборник, выпуск 4.- М.: Геоинформмарк. 1996. С.43-53.