

ISSN 2304-9081

Учредители:  
Уральское отделение РАН  
Оренбургский научный центр УрО РАН

**Бюллетень**  
**Оренбургского научного центра**  
**УрО РАН**  
(электронный журнал)



**2014 \* № 2**

On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

© А.П. Бутолин, А.С.Шарапов, 2014

УДК 550.348

*А.П. Бутолин, А.С.Шарапов*

## **ТЕХНОГЕННАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТИ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Оренбургский научный центр УрО РАН, Отдел геоэкологии, Оренбург, Россия

*Цель.* Проведение мониторинга техногенной сейсмичности Оренбургского Предуралья.

*Материалы и методы.* Данные сейсмического мониторинга станциями, расположенные на контролируемых участках района Оренбургского НГКМ и прилегающих территориях. С последующим анализом по методикам геофизической службы РАН и собственным разработкам отдела геоэкологии ОНЦ УрО РАН.

*Результаты.* Средствами мониторинга геологической среды района Оренбургского НГКМ изучено влияние разработки продуктивных залежей газа, конденсата и нефти в блоке осадочных толщ нижней перми, среднего и верхнего карбона на сейсмичность территории ОНГКМ.

*Ключевые слова:* сейсмостанция, сейсмическое событие, Оренбургское НГКМ, техногенное воздействие.

---

---

*A.P. Butolin , A.S. Sharapov*

## **TECHNOGENIC SEISMIC ACTIVITY OF THE ORENBURG PREDURAL REGION**

Orenburg Scientific Centre UrB RAS, Department of Geoecology, Orenburg, Russia

*Aim.* Technogenic seismicity monitoring Orenburg Predural region.

*Materials and Methods.* Seismic monitoring stations located in controlled areas of the Orenburg gas condensate field area and adjacent territories. With the subsequent analysis by the methods of the Geophysical Service RAS and own development department geoecology OSC UrB RAS.

*Results.* Means for monitoring the geological environment of the Orenburg gas condensate field to study the effect of development of productive deposits of gas, condensate and oil in a block of sediments of the Lower Permian, Middle and Upper Carboniferous on seismicity ONGKM territory .

*Key words:* seismic, seismic event, the Orenburg gas condensate field, techno-genic effects.

### **Введение.**

Южное Предуралье включает западную и центральную части Оренбургской области до Уральских гор, а также нефтегазоносные юго-западную часть Башкортостана и северо-запад Казахстана. В Южном Предуралье уже 40 лет интенсивно эксплуатируются крупнейшее в Европе Оренбургское нефтегазо-конденсатное месторождение (ОНГКМ) и множество месторождений нефти.

Высокая плотность месторождений и интенсивная их разработка вызывают изменения в геологической среде и подземных водах.

Мониторинг геологической среды района Оренбургского НГКМ в качестве основной задачи наших исследований предполагает изучение влияния разработки продуктивных залежей газа, конденсата и нефти в блоке осадочных толщ нижней перми, среднего и верхнего карбона на сейсмичность территории ОНГКМ. Разрыв сплошности горных пород, вызывающий землетрясения, наступает в результате накопления упругих деформаций выше предела, который может выдержать порода. Деформации возникают при относительных перемещениях соседних блоков в осадочных толщах или в кристаллическом фундаменте. Движение в момент землетрясения проявляется в резком смещении сторон разрыва в положение, в котором отсутствуют упругие деформации. Сейсмические волны возникают на поверхности разрыва, которая становится их излучателем. Энергия, освобождающаяся во время землетрясений и является трансформированной энергией упругой деформации горных пород. Время, за которое освобождается основная часть энергии, измеряется секундами или ее долями, и оно является одной из главных физических характеристик сейсмического события.

#### **Материалы и методы.**

Исследования геологического строения юго-восточного склона Волго-Уральской антеклизы, по данным А.И. Рыбальченко с соавт. [3] и А.П. Бутолина [1] являются результатом деформирования земной коры при изменении напряженного состояния в массивах горных пород, и имеет блочно-разломное строение. Для исследования техногенной сейсмичности и выявления особенностей блочного строения верхних слоев земной коры в районе ОНГКМ нами использована карта тектонических структур и разломов платформенной части Оренбургской области с нашими уточнениями (рис. 1).

Существенным фактором в формировании блоково-разломной структуры массивов горных пород является планетарная трещиноватость, возникающая как следствие взаимосвязи тектонических (эндогенных) и внешних планетарных процессов (гравитация, флуктуации, пульсации Земли и т.п.). Планетарная трещиноватость, как и тектонические процессы, образует сложную многомерную сетку планетарно-трещинной делимости литосферы.

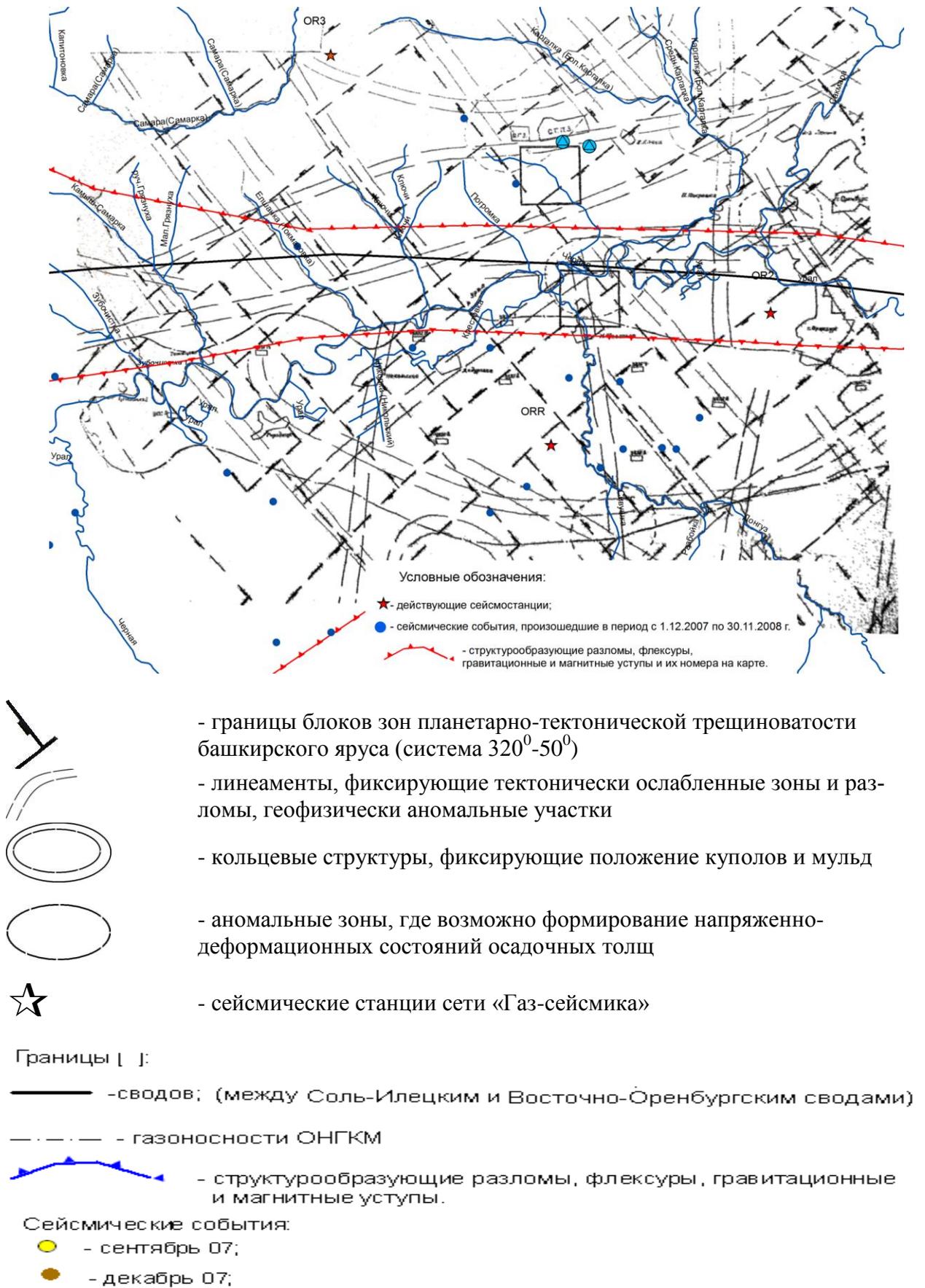


Рис. 1. Сопряженная схема трещинных зон осадочной толщи центральной части ОНГКМ.

Эта сетка является той основой, на которую накладываются тектониче-

ские эндогенные, а также экзогенные процессы развития структур земной коры и рельефа. Основными параметрами планетарной трещиноватости являются ориентировка, густота серий трещин и глубина заложения различных стратифицированных в разрезе генераций планетарных трещин. Установлена иерархия системы планетарных трещинных отдельностей от элементарных (местных, 10-12 см) до сотен и тысяч километров (региональные разломы первого порядка, которые образовались в процессе формирования кристаллического фундамента). Ориентирование крупных тектонических нарушений второго третьего порядка, которые сформировались в процессе образования осадочного чехла, сохраняется в более мелких местных нарушениях и рельефе. Планетарная трещиноватость в ландшафте проявляется линейно вытянутыми участками речных долин и эрозионными врезами как правило ориентированы по региональным разломам 1-2 порядка [2, 4].

Из рисунка 1 видно, что закономерная делимость слоев литосферы Южного Предуралья и блочная структура земной коры проявляются в системах взаимно пересекающихся ослабленных субвертикальных и наклонных трещинных зон, проявляющихся в линеаментных рельефах земной поверхности с простиранием по направлениям северо-запад – юго-восток и юго-запад – северо-восток [2]. Это накладывается на ранее сформировавшиеся региональные разломы в кристаллическом фундаменте.

Таким образом, тектоническое поле напряжений в районе Оренбургского НГКМ и в других районах рассматриваемой территории можно охарактеризовать следующим образом: земная кора в районе Оренбургского НГКМ является юго-восточным блоком юго-восточного склона Волго-Уральской антеклизы на юго-востоке Восточно-Европейской платформы в центральной части Евразийской литосферной плиты.

Сейсмический мониторинг на территории Оренбургской области в течение более 7 лет показал, что на фоне неизменного количества удаленных сейсмических событий наблюдаются многократное увеличение количества региональных и местных событий и неравномерность распределения их по времени, очевидно, обусловленные техногенными воздействиями на разрабатываемых месторождениях углеводородов. Анализ результатов мониторинга указывает на наличие месячной, сезонной и годовой неравномерности в их количестве (рис. 2). Кроме того, выявлено увеличение количества длительных местных сейсмических событий на большой глубине, связанных в основном с гидрогеодинами-

ческими и геодинамическими процессами в недрах региона.

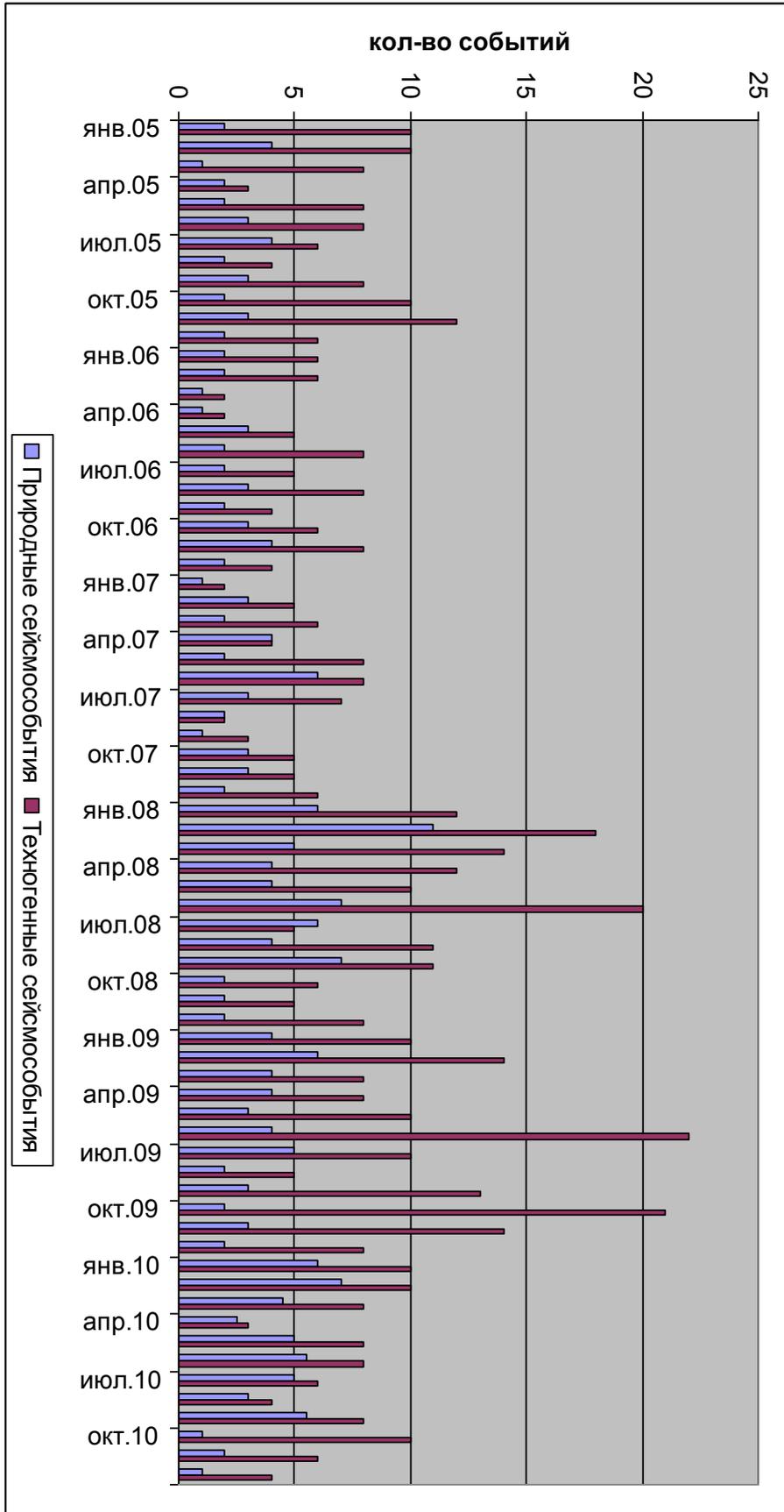


Рис. 2. Диаграммы соотношения сейсмических событий за 2005-2010 гг.

Выполняемый сейсмический мониторинг подтверждает повышенную региональную естественную сейсмичность, обусловленную расположением территории исследований в районе сочленения трех крупных структур – Волго-Уральской антеклизы, Прикаспийской синеклизы и Предуральского краевого прогиба. Геодинамическое районирование территории и мониторинг сейсмических событий с привлечением всего возможного объема информации, в том числе по региональным и локальным сейсмическим событиям, позволит разработать комплекс мер по обеспечению безопасного и эффективного освоения недр и земной поверхности, прогнозу и профилактике возможных техногенных землетрясений.

### **Результаты.**

Анализ мониторинга указывает на наличие месячной, сезонной и годовой неравномерности в их количестве и энергетике.

По данным сейсмологического мониторинга видно (рис. 2), что в конце 2010 г. количество местных сейсмических событий и их интенсивность снизилось, по сравнению с прошлыми годами. Последние разрядки напряжений произошли в октябре-ноябре 2010 г и были спровоцированы сильными взрывами на Донгузском полигоне. Такая тенденция, возможно, связана с антропогенным воздействием на земную кору и изменениями в режиме добычи полезных ископаемых на исследуемой территории. Для выяснения причин изменений в характере разгрузки напряжений и выделения сейсмической энергии необходимо сопоставление и взаимный анализ результатов сейсмического мониторинга территории исследований и истории разработки месторождения. Возможно негативное влияние взрывов на Донгузском военном полигоне по уничтожению устаревших боеприпасов, которые продолжились в 2012 году.

### **Заключение.**

Проведенная работа по сейсмологическому мониторингу указывает на необходимость развития системы мониторинга на территории Оренбургского Приуралья, для чего необходимо:

- расширение сети сейсмостанций, которая позволит сделать более точную территориальную привязку сейсмических событий и увеличит возможности регистрации слабых локальных событий на территории Оренбуржья и прилегающей территории;
- создание локальной группы на базе сейсмостанции «Оренбург - ORR» для увеличения чувствительности сети к энергетически слабым событиям;

- совершенствование материально-технической базы существующих сейсмостанций (организация автоматической системы распознавания сейсмических событий, повышение эффективности системы бесперебойного энергообеспечения системы сбора и хранения данных);

- автоматизация связи сейсмостанций с центром обработки данных с использованием спутниковых антенн.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бутолин А.П. Обоснование блочно-разломной структуры верхних слоев земной коры юго-восточного склона Волго-Уральской антеклизы с целью оценки возможной техногенной сейсмической активности. Вестник ОГПУ. 2007. 2 (48): 16-21.
2. Планетарная трещиноватость осадочного чехла литосферы (по материалам аэрокосмических съемок). Л.: Недра, 1984. 216 с.
3. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. М.: Изд. АТ, 1994. 256 с.
4. Яхимович Н.Н., Дезецкевич И.А., Кубеев Ю.М. Основные направления, перспективы и задачи геологоразведочных работ на нефть и газ в Оренбургской области. Отечественная геология. 1996. 6: 21-27.

*Поступила 5.06.2014 г.*

*(Контактная информация: **Шарапов Александр Сергеевич** – вед. инженер Отдела геоэкологии Оренбургского научного центра УрО РАН, 460014, г. Оренбург, ул. Набережная, 29, тел./факс 8 (3532) 770660; e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru))*