



## ИЗУЧЕНИЕ СЕЙСМИЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ШТОРМОВЫХ МИКРОСЕЙСМ И ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

К. з.-м. н. В. А. Лютов  
oyama@geo.komisc.ru

Полевые работы 2003 г. геофизический отряд № 6 (В. А. Лютов, В. И. Арихина, Н. В. Лютова, О. В. Кузнецов) проводил по двум направлениям. Первое направление затрагивало вопросы сейсмического районирования платформенной области юга Республики Коми, а именно северной части, относящейся к Волго-Уральской антеклизе. Она состоит из двух положительных структур — Сысольского и Коми-Пермяцкого сводов, и разделяющей их отрицательной структуры — Кировско-Кажимского прогиба. В неотектоническом плане положительные структуры имеют средние скорости воздымания, а отрицательная структура интенсивно опускается [4]. В зоне сочленения Сысольского свода и Кировско-Кажимского прогиба были инструментально зарегистрированы два землетрясения — семибалльное Нючпасское 1939 г. и пятибалльное Тыбьюское в 2002 г., эпицентры которых находились на расстояниях примерно 110 и 130 км соответственно к югу от г. Сыктывкара. С 1996 г. южная и центральная части Республики Коми сейсмически отслеживаются с/с «Сыктывкар». Второе направление, обязательно сопровождающее такие исследования, — это изучение изменения инженерно-сейсмических свойств грунтов от возможного сейсмического толчка. Для перемещения членов отряда и провоза геофизической аппаратуры по территории района работ был арендован легковой автомобиль.

Для более успешного решения задачи сейсмического районирования в условиях низкого геодинамического фона платформ, где использование известных методов оценки энергетического уровня сейсмичности, разработанных применительно к активным горным и предгорным областям, затруднителен, необходимо было изыскивать новые способы. Наше внимание привлекла теория В. Н. Табулевича — об условиях появления штормовых микросейсм (ШМС) в морях и океанах, а также его практическая работа, которая позволяет в первом при-

ближении отслеживать интенсивность распространения ШМС от возмущающей среды морей и океанов в глубь континентов и материков [7]. Вторым вспомогательным средством стали результаты исследований нашего Института геологии, где уже были решены задачи местного микросейсмического мониторинга [2—5]. В историческом прошлом отечественными и зарубежными учеными было разработано важное направление — сейсмическая шумовая томография, благодаря которой за последние десятилетия были решены следующие практические задачи [7, 8]:

1966 г. — определена геолого-тектоническая структура блоков Европейского континента;

1967 г. — выявлена тесная связь источников шумов с местной топографией;

1969 г. — доказана зависимость диссипативных и рассеивающих свойств среды от литологического строения верхней части разреза;

1976 г. — выявлена трансформация энергии с высоких частот на низкие частоты;

1978 г. — установлено, что структура спектров микросейсм определяется геологией района;

1979 г. — показана возможность существования аномальных зон в земной коре на глубине до 10 км;

1982 г. — замечено изменение амплитуд и их периода в сторону убывания при перемещении от центра равнины к горным районам;

1986 г. — доказано, что в атмосфере излучаются инфразвуковые акустические волны.

Сейсмический процесс — весьма непростое явление, происхождение которого до конца еще не изучено. Сложность этого процесса обуславливается прежде всего его нелинейностью, зависящей от многих факторов в самой геологической среде, а также от внешнего и внутреннего воздействий деформирующего поля, которое заставляет менять упругие константы среды [1]. Наши полевые исследования были связаны с

изучением изменения деформирующего поля от суммарных влияний атмосферного давления и штормовых микросейсм, исходящих от океанов и морей, проходящих через земную кору и мантию.

Изучение влияния атмосферного давления на геодинамический режим в геологических структурах нашего района исследований осуществлялось с помощью цифровой сейсмической станции РЦСС. Трехкомпонентные сейсмические датчики, регистрирующие ШМС, устанавливались поочередно в предварительно выбранных пунктах наблюдений (п. н.). Одновременно брались показания с барометра, указывающего величину атмосферного давления в тот же отрезок времени. Сейсмический мониторинг ШМС за весь полевой сезон был проведен в шести п. н., на каждую структуру приходилось два наблюдения: два на Сысольский свод, два на Коми-Пермяцкий свод, два на Кировско-Кажимский прогиб. Регистрация ШМС в каждом пункте наблюдений длилась от одной до двух недель. Продолжительность наблюдений зависела от смены атмосферного давления: чем быстрее и чаще оно менялось, тем меньше по времени велось наблюдение. Величины смещений грунтовых толщ от ШМС записывались на жесткий диск компьютера в течение каждого часа текущих суток, а затем эти данные обрабатывались и в полосе пропускания от 0.5 до 40.0 Гц преобразовывались в сейсмические спектры. На этих спектрах отмечались максимальные величины смещений от ШМС и соответствующие им частоты, которые с учетом формы сейсмического сигнала отбраковывались или же рассматривались при условии их природного происхождения как функция изменения атмосферного давления в течение отрезка реального времени, равного 60 минутам. Амплитуды смещений брались в полосе частот 0.5—1.0 Гц или чуть ниже [2].

Максимальные значения смещений почвы и их преобладающие частоты



каждого часа наблюдений строились в виде графика функции проекции составляющих вектора ШМС от изменения атмосферного давления в одном реальном времени (рис. 1).

Сысольский свод как геологическая среда более чувствителен к воздействию различного рода сейсмических полей, чем Кировско-Кажимский прогиб или Коми-Пермяцкий свод (рис. 2).

емая окраина свода в районе г. Сыктывкара на самом деле является другой структурой и не относится к Сысольскому своду. Такое «смелое» утверждение необходимо доказать или опровергнуть в будущем более плотными наблюдениями на каждой из структур. Скорости изменения амплитуд смещений исследуемых структур от атмосферного давления приведены на диаграмме (рис. 2).

Изучение сейсмичности платформенных областей с помощью штормовых микросейсм проводилось впервые, и если все вышеприведенные выкладки в дальнейшем будут подтверждены повторными, более расширенными наблюдениями, то мы получим дополнительный достаточно действенный метод для решения вопросов сейсморайонирования платформ.

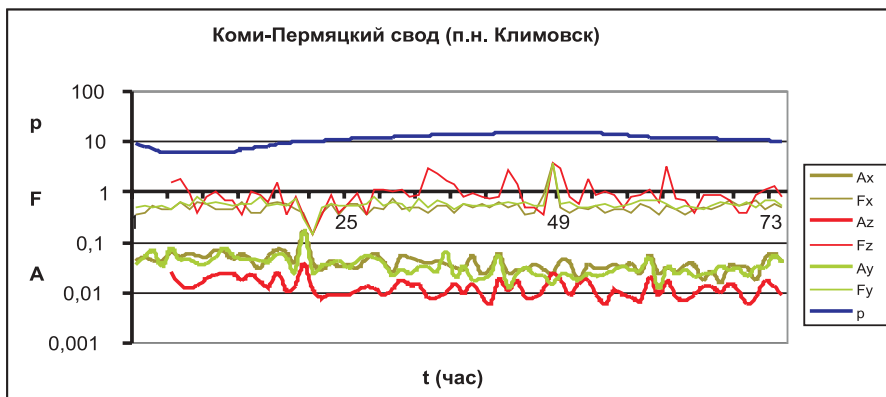


Рис. 1. Характерная кривая зависимостей амплитуд и частот ШМС в пунктах наблюдений Волго-Уральской антеклизы.

$A_x, A_z, A_y$  — проекции вектора максимальных смещений ШМС, мкм;  $F_x, F_z, F_y$  — преобладающие частоты, Гц;  $p$  — кривая атмосферного давления, X100 МПа

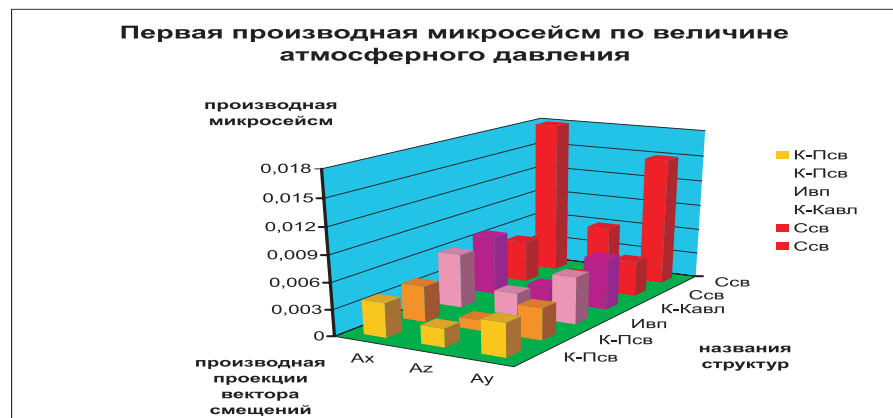


Рис. 2. Сравнительная диаграмма скоростей изменения ШМС от атмосферного давления по структурам Волго-Уральской антеклизы.

К-П св — Коми-Пермяцкий свод; С св — Сысольский свод; К-К авл. — Кировско-Кажимский авлакоген, И вл. — Ижемская впадина

Рассматривая и анализируя функциональные зависимости кривых по каждому пункту наблюдений, можно увидеть и сказать следующее:

1. При повышении давления значения микросейсм уменьшались, при уменьшении же давления происходило обратное, это наблюдалось в пяти случаях из шести; каждая структура реагировала на изменения атмосферного давления по-своему. Вычисляя производные смещения почв от ШМС каждой исследуемой структуры по атмосферному давлению, мы получили скорости изменения микросейсм по давлению, что позволило уйти от местных шумов, вносящих погрешность в наши вычисления и фактически свести их на нет. На Сысольском своде скорость изменения микросейсм от давления оказалась наиболее высокой. По нашему мнению, это обусловлено тем, что Сы-

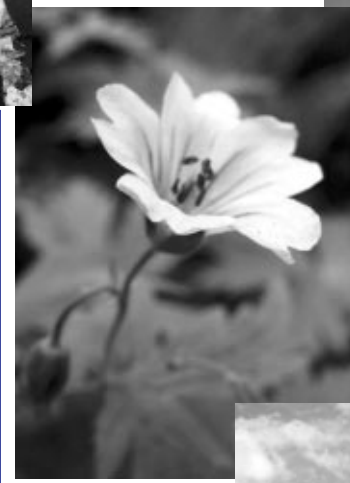
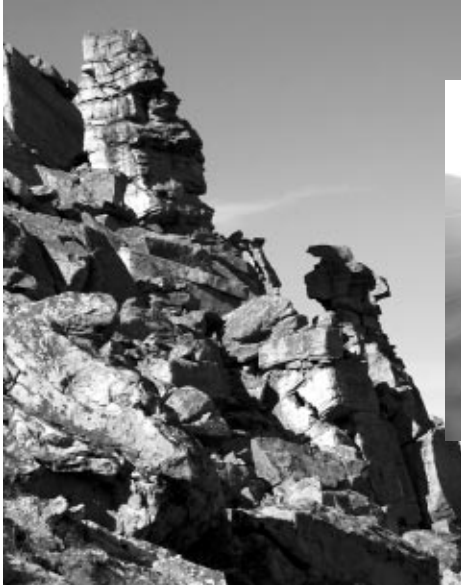
А это значит, что Сысольский свод быстрее накапливает сейсмическую энергию и становится сейсмически более опасным в его реологически ослабленных зонах или на его границах, при условии одинаковой скорости диссипации в этих структурах. Как раз об этом свидетельствуют произошедшие здесь землетрясения.

2. Вероятность возникновения землетрясения при уменьшении давления возрастает, особенно на Сысольском своде. На это указывают величины смещений почвы в пунктах исследований (см. рис. 1).

3. В п. н. «Сыктывкар» и «Ыб» были зафиксированы градиенты изменения микросейсм от атмосферного давления, на порядок отличающиеся друг от друга. В других же п. н., находящихся на одних и тех же структурах, они примерно равны. По нашему мнению, такое расхождение связано с тем, что предполага-

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лукк А. А., Децеровский А. В., Сидорин А. Я., Сидорин И. А. Вариации геофизических полей как проявление детерминированного хаоса во фрактальной среде. М.: ОИФЗ РАН, 1996. 210 с.
2. Лютов В. А. Атмосферное давление и его влияние на тонкую структуру геодинамики Волго-Уральской антеклизы // Новая геометрия природы: Тез. докл. Т. 1. Казань: КГУ, 2003. С. 285—287.
3. Лютов В. А. Особенности микросейсморайонирования в условиях низкого геодинамического фона платформенной области Республики Коми // Новые идеи в науках о Земле: Материалы VI междунар. конф. Т. 3. М.: МГУ, 2003. С. 11.
4. Лютов В. А., Лютова Н. В., Удоратин В. В. Исследования микросейсмичности г. Сыктывкара // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы VIII науч. конф. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1999. С. 106—111.
5. Удоратин В. В., Лютов В. А. Природно-техногенная среда регистрации сейсмических волн геофизической обсерватории «Сыктывкар» // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы V науч. конф. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1996. С. 109—112.
6. Рыжов И. Н. Неотектоника Европейского Севера СССР. Л.: Наука, 1988. 92 с.
7. Табулевич В. Н. Комплексные исследования микросейсмических колебаний. Новосибирск: Наука, 1986. 152 с.
8. Хаврошкин О. Б. Некоторые проблемы нелинейной сейсмологии. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 286 с.



*Финансовую поддержку съезду оказали:*

- Уральское отделение Российской академии наук
- Глава Республики Коми
- Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми
- Министерство промышленности Республики Коми
- ООО «Севергазпром»
- ЗАО «СеверГЭК»
- ООО «Лукойл-Коми»
- ООО «Енисей»
- ООО «Енисей-Усинск»
- ЗАО «Колванефть»
- ЗАО «Печоранефтегаз»
- ГФУП «Ухтанефтегазгеология»
- ОАО «Воркутауголь»
- ЗАО «Хойлинский ГОК»
- ООО «Исток-Д»
- ООО «Эколайн»
- ООО «Акваплюс»
- ЗАО РИК «Ликор»

Приполярный  
Урал.  
Фотографии  
А. Стирина