

СВЯЗИ МИКРОСЕЙСМИЧНОСТИ, БЛОКОВОГО СТРОЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ НА ЛОКАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ ЮГО-ВОСТОКА ФЕННОСКАНДИИ

Спунгин В.Г.¹, Сыстра Ю.Й.²

¹ Институт динамики геосфер РАН, г. Москва, spungin@idg.chph.ras.ru

² Горный институт Таллиннского института, г. Таллинн, Эстония, systra@staff.ttu.ee

Микросейсмические события (микротрески, микроземлетрясения) являются одним из прямых признаков и проявлением современной активности локальных участков геологической среды и зон разрывных нарушений. Интенсивность микросейсмической эмиссии определяется комплексным действием эндогенных, экзогенных и космогенных факторов. Эндогенные (тектонические) определяют накачку энергии в среду, а роль экзогенных и космогенных факторов является преимущественно иницирующей, определяющей временное распределение сейсмических событий. Деформации в очагах микросейсмических событий (10^{-9} - 10^{-7}) по величине сопоставимы с деформациями, создаваемыми в среде лунно-солнечными приливами, и очевидно, что некоторая часть событий может быть вызвана действием самих приливных возмущений. Поскольку практический интерес представляет оценка современной активности именно эндогенных (тектонических) процессов, актуально исследование роли эндогенных и экзогенных факторов в природе естественных микросейсмических событий (МС).

Авторы более 10 лет выполняют микросейсмические исследования с мобильной сейсмической сетью на локальных участках Восточно-Европейской платформы. Регистрация микросейсмической эмиссии выполняется с локальной мобильной сетью сейсмоприемников, размещаемых на поверхности исследуемого участка. Методика работ и чувствительность сейсмических каналов позволяют выделять микросейсмические события от 0, ... -2 энергетических классов. Исследуются связи амплитудно-частотных характеристик и пространственно-временного распределения МС с блоковым строением среды, тенденциями неотектонических движений и некоторыми экзогенными факторами: лунно-солнечными приливными возмущениями, атмосферным давлением и др. [1, 4, 5 и др.].

В последние годы наиболее продолжительные наблюдения (до 17 суток непрерывной регистрации) выполнены на трех участках юго-востока Фенноскандинавского щита: Паанаярви, Калевала и Заонежье (Карелия). На всех участках древние кристаллические образования выходят на поверхность и отмечаются признаки повышенной современной активности, в частности, интенсивные постледниковые сейсмодислокации, относительно высокая региональная сейсмичность и др. Вместе с тем каждый из участков заметно отличается друг от друга по блоковому строению (размерам и форме блоков) и направленности блоковых движений. Частично результаты работ по отдельным участкам опубликованы в работах [4, 5 и др.]. Анализ имеющихся данных по всем участкам показывает, что зависимость интенсивности микросейсмической эмиссии от отдельных экзогенных факторов на разных участках неодинакова, и позволяет предположить, что она определяется особенностями блокового строения, и тенденциями современных блоковых движений в пределах участков наблюдений. На участках, характеризующимся доминированием сдвиговых субгоризонтальных блоковых движений на современном (новейшем) этапе тектонического развития (участок Паанаярви) отмечается связь временного распределения МС с приливными возмущениями латеральной направленности. А на участках с тенденциями преимущественно вертикальных современных подвижек и преобладанием субвертикально ориентированных блоковых границ (участки Калевала и Заонежье) отмечается корреляция интенсивности микросейсмической эмиссии с экзогенными и космогенными возмущениями вертикальной ориентировки.

Участок Паанаярви находится к северо-востоку от одноименного озера, в зоне Паанаярвско-Кукаозерского регионального разлома, образованного в протерозойское время и интерпретируемого как правосторонний сдвиг. Участок сложен древними архейскими и протерозойскими метаморфическими и магматическими породами. В районе отмечаются многочисленные признаки современной активности, установлены постледниковые сейсмодислокации (рис. 1) с характерными для недавних землетрясений признаками [2]. Регион в целом отличается повышенной сейсмической активностью в пределах Карелии и всего Фенноскандинавского щита [6]. На участке развиты многочисленные мелкие разломы и трещины длиной от десятков до сотен метров, разбивающие участок на блоки разного размера и формы. В блоковой структуре участка выделены многочисленные зоны растяжения, свидетельствующие о развивающемся сдвиге в объеме горных масс [5]. На рис. 2 пред-

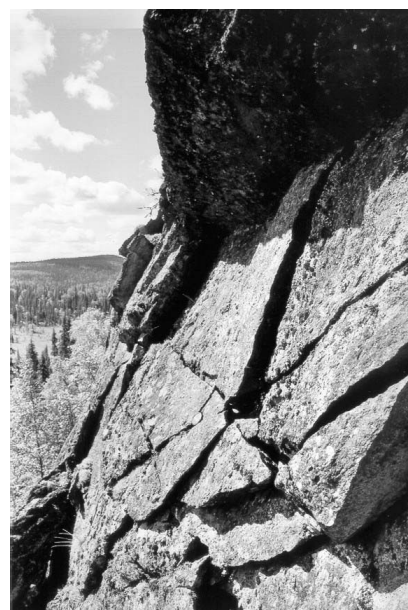


Рис. 1. Постледниковые сейсмодислокации на участке Паанаярви

ставлены графики интенсивности микросейсмической эмиссии на участке Паанаярви и вертикальной составляющей лунно-солнечного прилива, где хорошо видна суточная периодичность микросейсмической эмиссии. При этом максимумы интенсивности наблюдаются на заходе Луны, когда наиболее велики горизонтальные составляющие приливных возмущений.

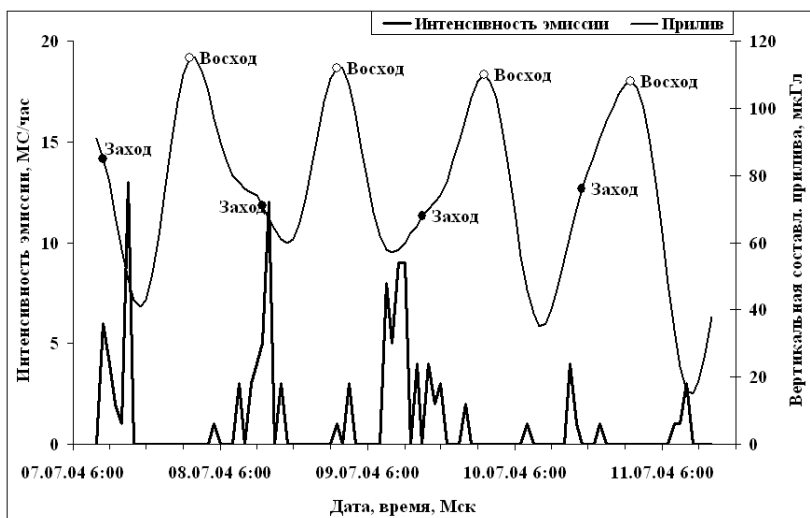


Рис. 2. Интенсивность эмиссии МС на участке Паанаярви; ряд 1 – МС с преобладающей частотой 9-40 Гц, ряд 2 – МС с преимущественной частотой 2-9 Гц, ряд 3 – приливной эффект



Рис. 3. Постледниковые сейсмодислокации, взброшенные или выжатые (?) блоки, на участке Калевала

Участок Заонежский расположен на крыле Путкозерской синклинали в центральной части Онежского синклинория. Последний является крупнейшей структурой раннепротерозойского осадочного чехла Карельского крата. Участок сложен слабо метаморфизованными габбро-диабазам, которые образуют многочисленные крутые уступы и вытянутые в северо-западном направлении гряды, их характеризует четкая вертикальная блоковая расслоенность [3]. В пределах участка развиты многочисленные сейсмодислокации в коренных породах, установлено нарушение слоистости донных осадков озер, а в северной части Заонежского полуострова по историческим данным в 1901 г. произошло землетрясение с магнитудой 3,0 (± 1) [6].

Результаты наблюдений на участке Заонежский (рис. 5, 6) показали, что наиболее сильная корреляция интенсивности микросейсмической эмиссии отмечается с атмосферным давлением. Увеличение интенсивности

Максимальные величины горизонтальных приливных деформаций достигали в данном случае - 18×10^{-9} (расчет выполнен по программе ETGTAB) и наблюдались на азимутах (150-180) градусов. Вероятно, эти направления являлись в данном случае наиболее благоприятными для релаксации эндогенных напряжений посредством микросейсмической эмиссии.

Участок Калевала расположен в пределах Шомбозерской структуры, в 20 км северо-восточнее пос. Калевала и представляет собой гладкий, залитый ледником, почти не трещиноватый «бараний лоб», сложенный раннепротерозойскими расщепленными коматитовыми базальтами. На участке наблюдаются многочисленные постледниковые сейсмодислокации, выраженные выжиманием или взбросом блоков по близ-вертикальным границам [2], см. фото рис. 3.

Уровни максимумов микросейсмической эмиссии, зарегистрированной на участке Калевала приблизительно такие же, как и на участке Паанаярви. При этом отмечается заметная корреляция интенсивности микросейсмической эмиссии с вертикальной составляющей лунно-солнечного прилива, точнее с ее длиннопериодной приливной гармоникой MSF или MF.

На рис. 4 хорошо видно, что в течение периода наблюдений увеличивается средняя амплитуда приливного эффекта и уменьшается размах ее суточных колебаний. При этом среднечасовая эмиссия МС за этот период увеличилась на порядок, а среднесуточная приблизительно в 3-4 раза.

эмиссии наблюдается при уменьшении атмосферного давления. При этом данная зависимость отмечается как для относительно длительных периодов (на протяжении двух суток, с 17 по 19 августа 2006 г), так и для относительно коротких (единицы часов 10 августа 2006 г.).

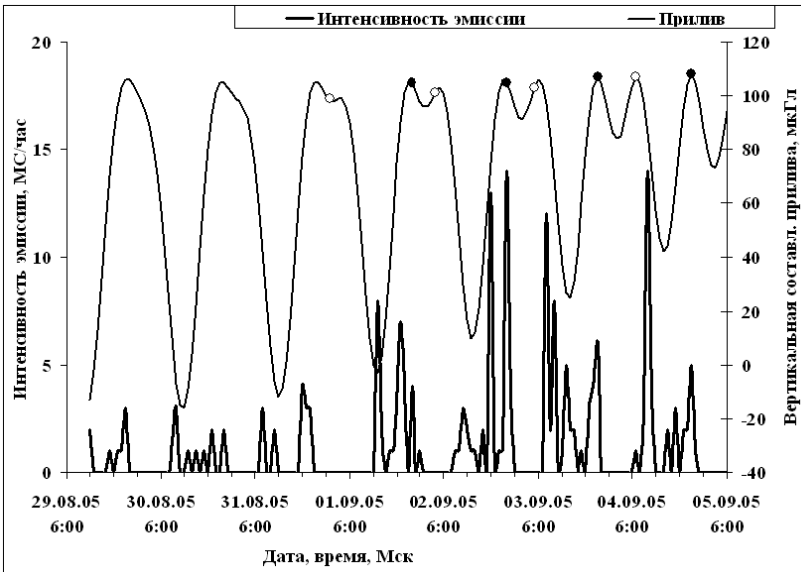


Рис. 4. Интенсивность эмиссии МС на участке Калевала; ряд 1 – эмиссия МС, ряд 2 – лунно-солнечный приливной эффект

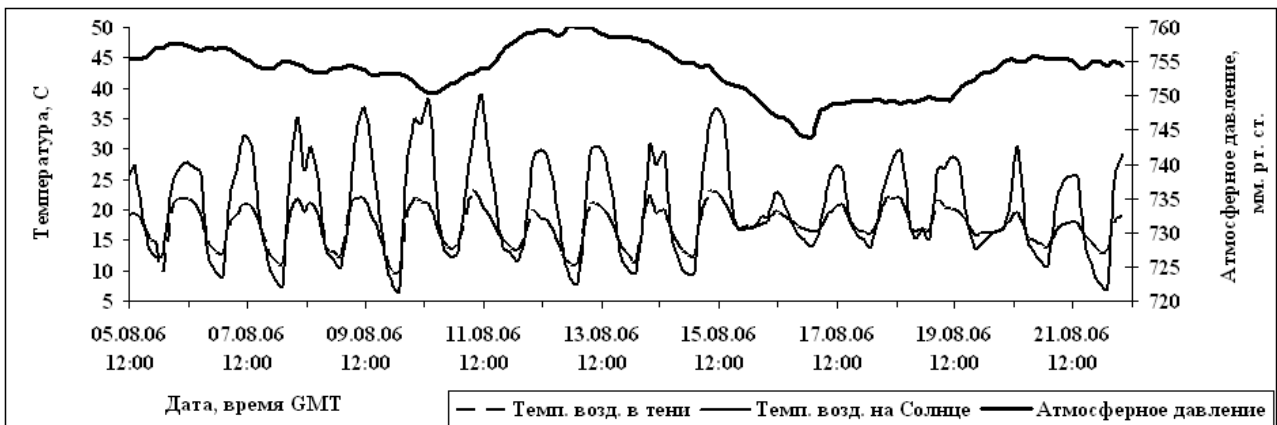


Рис. 5. Графики метеонаблюдений на участке Заонежский

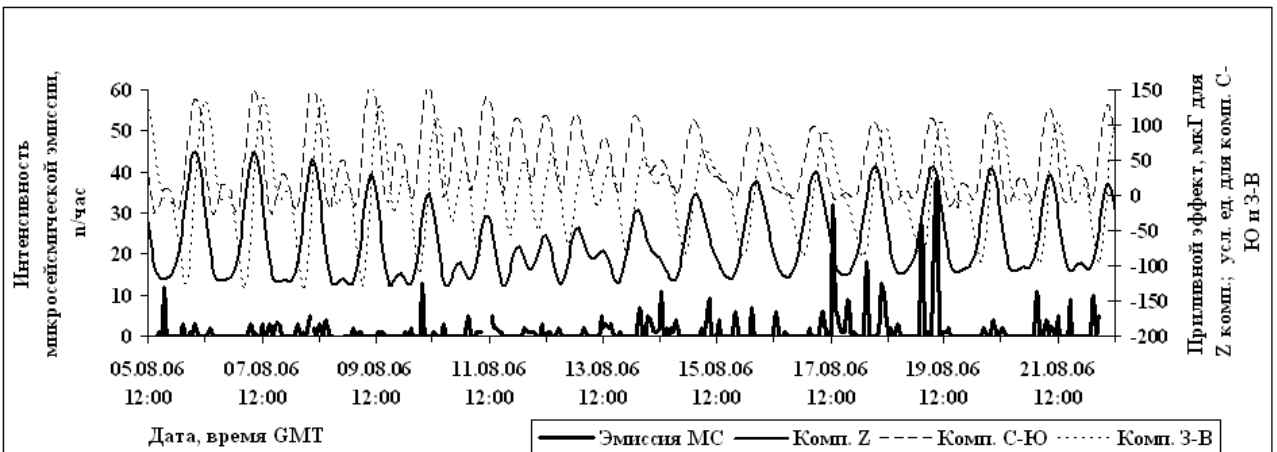


Рис. 6. Графики микросейсмической эмиссии и составляющих лунно-солнечного прилива

Таким образом, взаимодействие различных факторов в природе микросейсмичности имеет сложный характер. Представляется, что связи отдельных экзогенных факторов с интенсивностью микросейсмической эмиссии сильнее проявляются в случаях согласной ориентировки элементов залегания блоковых границ и тенденций современных блоковых движений с направлением воздействий, образующихся при возмущениях космогенной и экзогенной природы. Отсутствие корреляции временного распределения микросейсмической эмиссии и экзогенных возмущений может являться признаком повышенной роли эндогенной составляющей микросейсмичности и, по видимому, современной активности среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спунгин В.Г. Микросейсмические исследования современной активности локальных участков среды и зон разрывных нарушений Восточно-Европейской платформы // Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. Кн. 2. Микросейсмичность. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 81-90.
2. Сыстра Ю.Й., Шаров Н.В., Зыков Д.С., Шукин Ю.К. Геологические и геофизические признаки проявления постледниковых землетрясений в районе Паанаярви и Калевалы, Северная Карелия // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере. Мат. Одиннадцатой Межд. научной конф. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 331-334.
3. Макаров В.И., Шукин Ю.К. О сейсмостектонике Заонежского полуострова (Карелия) и некоторых общих вопросах новейшей геодинамики области сочленения Балтийского щита и Русской плиты // Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Межд. геол. конф. Казань: Изд-во КГУ, 2007 г. Том 1. С. 33-39.
4. Спунгин В.Г., Бурчик В.Н., Самусев И.Л. Микросейсмические исследования современной активности локальных участков среды и зон разрывных нарушений в пределах Восточно-Европейской платформы // Геофизика XXI столетия: 2005 год. Сб. тр. Седьмых геофиз. чтений им. В.В. Федынского. Москва: Научный мир, 2006. С. 250-256.
5. Спунгин В.Г., Зыков Д.С., Бурчик В.Н. Микросейсмичность локальных структур Фенноскандии. // Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения. Мат-лы XII межд. конф. Воронеж: Воронежский Гос. Ун-тет, 2006 г. Том II. С. 179-183.
6. Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления. Под ред. Н.В. Шарова. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2004. 352 с.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ УКРАИНСКОГО ЩИТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ ВКЛАДА КАЖДОГО ВЕЩЕСТВЕННОГО СЛОЯ В ПОЛНУЮ МОЩНОСТЬ КОРЫ

Старостенко В.И., Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Легостаева О.В., Савченко А.С.

Институт геофизики им. С.И.Субботина НАН Украины, г. Киев, Украина, irinam@igph.kiev.ua

Трехмерная плотностная модель Украинского щита (УЩ), построенная при использовании результатов переинтерпретации сейсмических данных вдоль геотравверсов и профилей ГСЗ и материалов петрофизических исследований, позволила получить новые данные о распределении плотности в земной коре каждого мегаблока УЩ, выделить области распространения коромантийной смеси, а также рассчитать гравитационный эффект мантийной составляющей гравитационного поля [1].

Полученное распределение плотности в объеме земной коры УЩ послужило исходными данными для оценки мощности «гранитного», «диоритового» и «базальтового» слоев земной коры (верхняя, средняя и нижняя кора), для которых были приняты значения плотности, обоснованные ранее [2-6]: $\rho < 2,75$, $\rho = 2,75 - 2,90$ и $\rho > 2,90$ г/см³, соответственно. В целом для УЩ наблюдаются определенные соотношения мощностей этих слоев [7]. Так, западная часть щита характеризуется уменьшением мощности «гранитного» слоя вплоть до полного исчезновения с одновременным увеличением мощности «базальтового» (исключение составляет Коростенский плутон). При этом «диоритовый» слой на большей части этого региона имеет достаточно стабильную 20-ти километровую мощность, за исключением юго-западной части Подольского и Бугского мегаблоков, где он утолщается до 25 км. «Базальтовый» слой дифференцирован, площади его максимальной мощности охватывают Ингулецко-Киворожскую шовную зону, восточную часть Ингульского мегаблока, и западную Среднеприднровского. Минимальными значениями характеризуется Приазовский мегаблок. Мощность «базальтового» слоя колеблется в очень широком диапазоне, при утонении или отсутствии «гранитного» слоя она растет и достигает максимальных величин в Бугском мегаблоке и Голованевской шовной зоне.

Отношение мощности каждого слоя к общей мощности коры, выраженное в процентах, является количественным показателем ее основности, а название типов коры отвечает преобладающей части (доле) того или иного слоя.

Доля «гранитного» слоя в пределах щита характеризуется коэффициентом 0-0,5 (рис. 1, а). Наименьшие значения отвечают Подольскому и Бугскому мегаблокам (0-0,1), а наибольшие – Волынскому (0,5) и Средне-