

УДК 550.348.436; 551.24

СЕЙСМИЧНОСТЬ И АКТИВНАЯ ТЕКТОНИКА ДОНСКОЙ ЧАСТИ КРЯЖА КАРПИНСКОГО

© 2002 г. Член-корреспондент РАН В. В. Адушкин, В. Г. Спунгин,
В. И. Макаров, В. Н. Бурчик

Поступило 27.11.2001 г.

Сведения о проявлениях, природе и режиме естественной сейсмичности в центральной части и на юге Восточно-Европейской платформы весьма скудны и противоречивы. По данным [1] в каталог тектонических событий здесь за последние два столетия включены всего 22 землетрясения с магнитудой M от 1.6 ± 0.5 до 3.7 ± 0.5 . Согласно другим сообщениям [2], только на территории Воронежского массива за последние 2 года отмечено более 160 местных землетрясений энергетических классов 5–9 (магнитуда $M \approx 0.6$ –2.8). Для большей части землетрясений отмечается структурная приуроченность и связь с активными на современном этапе деформациями земной коры. Традиционно полагается, что такие деформации развиваются на разломах [2, 3] или в пределах крупных деформационных зон новейших геодинамических систем [4–6]. Из последних в рассматриваемом районе первостепенное значение имеют зоны взаимодействия сопряженных геодинамических систем разных рангов, зоны структурно-динамических несогласий и зоны дискордантности разновозрастных структурных планов, которые по своему существу должны характеризоваться повышенной напряженностью земной коры.

Важнейшей характеристикой в развитии представлений о тектоническом строении и современной геодинамике, о движениях и деформациях в пределах зон разрывных нарушений, опасности геологических процессов в отношении инженерных сооружений является естественная сейсмичность. В апреле 2001 г. в рамках работ по уточнению сейсмотектонических условий размещения Ростовской АЭС авторами данного сообщения проведены исследования сейсмической эмиссии в районе северо-западной оконечности кряжа Карпинского. Наблюдения выполнены на 7 участках к югу от Цимлянского водохранилища, в радиусе

до 60 км от площадки АЭС. Использовался мобильный комплекс, три сейсмических пункта, диапазон 0.5–40 Гц. Выбор участков наблюдений основывался на неотектонических (структурно-геоморфологических) предпосылках (рис. 1). Используемая сеть ориентировалась на регистрацию и локацию преимущественно импульсных микроколебаний релаксационной природы. Методика подобных исследований описана в [7].

В процессе наблюдений наряду с микросейсмическими импульсными колебаниями были зарегистрированы три местных тектонических землетрясения, магнитуды которых по оценкам разными способами составляют 1.5–2.4. До настоящего времени инструментально зарегистрированные землетрясения тектонической природы в этом регионе буквально единичны [2, 8]. Поэтому каждое из них заслуживает специального рассмотрения и детального анализа; основные их характеристики представлены в табл. 1.

Эпицентры зарегистрированных землетрясений локализованы в пределах небольшой области радиусом около 2 км, расположенной в 19 км к югу от г. Волгодонска (рис. 1), в узле пересечения линеаментов, принадлежащих весьма протяженным структурным зонам трех различных систем. Одна из них, меридиональная, отчетливо трассируется из верховий р. Кубани на северном склоне Большого Кавказа через районы городов Невинномысск, Ставрополь и Волгодонск и далее вдоль долин рек Цимла, Чир, Хопер на восточный край Окско-Донского неоген-четвертичного прогиба [4, 6]. Эта зона входит в систему крупных нарушений земной коры, единых для Кавказа и платформы, которые были описаны Н.С. Шатским и впоследствии многими другими исследователями [6]. Вторая зона, имеющая широтное простирание, проходит южнее Цимлянского водохранилища и маркируется в общем прямолинейной долиной р. Сал. Она соответствует крупной линеamentной зоне, выделенной на космогенной карте ВЕП, изданной в 1985 г. под ред. В.Е. Хаина и Д.М. Трофимова, и уходит далеко на восток, где отождествляется с зоной тектонических разло-

*Институт динамики геосфер
Российской Академии наук, Москва
Институт геоэкологии
Российской Академии наук, Москва*

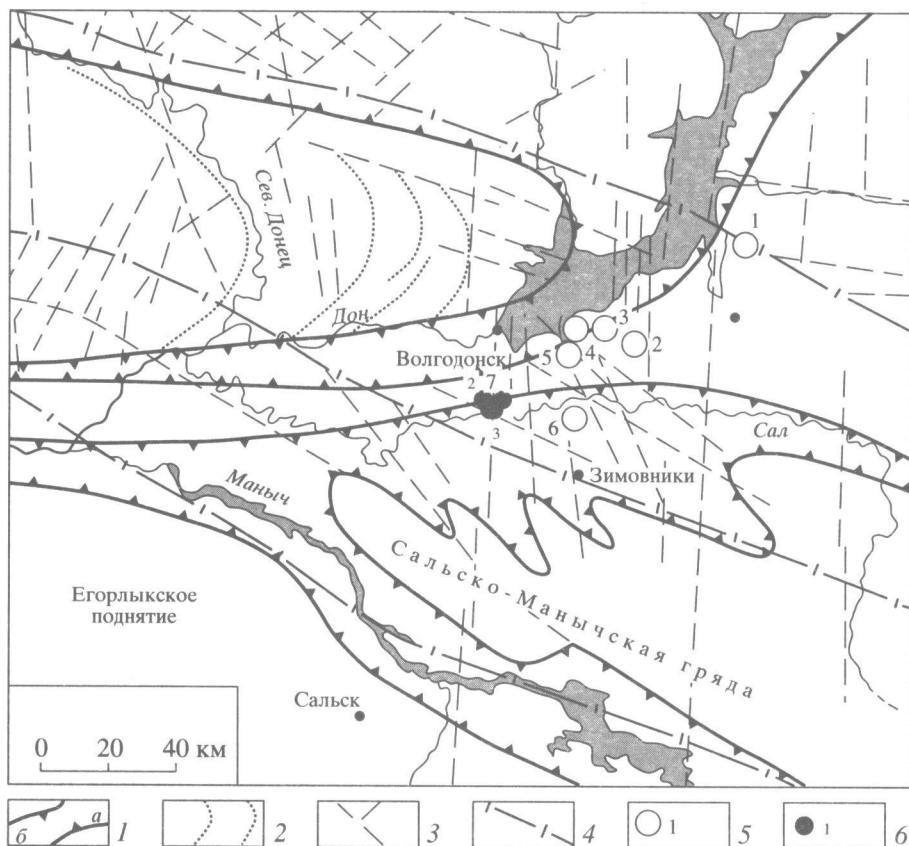


Рис. 1. Структурно-геоморфологический план области сочленения Донецкого края и края Карпинского. 1 – контуры новейших тектонических поднятий (а) и прогибов (б); 2 – контуры речных долин, огибающих периклиналь поднятия Донецкого края; 3 – линеаменты; 4 – древние погребенные разломы; 5 – участки сейсмических наблюдений и их номера; 6 – эпицентры зарегистрированных землетрясений и их номера.

мов. Линеаменты третьей системы, не образующие крупных зон, имеют северо-западное простирание и в общем согласуются с планом древних погребенных структур края Карпинского.

Одно из землетрясений (3 в табл. 1) зарегистрировано, когда пункты наблюдений располагались вблизи его эпицентра, практически над очагом, что дало возможность определить глубину

Таблица 1. Характеристики тектонических землетрясений (1, 2, 3), зарегистрированных в западной части края Карпинского

Характеристика в пункте регистрации	1	2	3
Дата	06.04.01 г.	11.04.01 г.	20.04.01 г.
Время по Гринвичу	19 ^h 00'03"	11 ^h 12'44"	11 ^h 03'17"
Удаление эпицентра события от участка наблюдения, км	33.0	24.5	0.7
Продольная волна			
вертикальная амплитуда, мкм/с	0.215	0.175	0.22
период, с	0.085	0.095	0.120
магнитуда M_{pv}	2.4	2.1	1.5
Поперечная волна			
вертикальная амплитуда, мкм/с	0.16	0.42	0.63
период, с	0.34	0.12	0.40
магнитуда M_s	2.0	2.3	2.1
Поверхностная волна			
вертикальная амплитуда, мкм/с	1.22	1.35	–
период, с	0.53	0.18	
магнитуда M_{lv}	2.0	1.85	

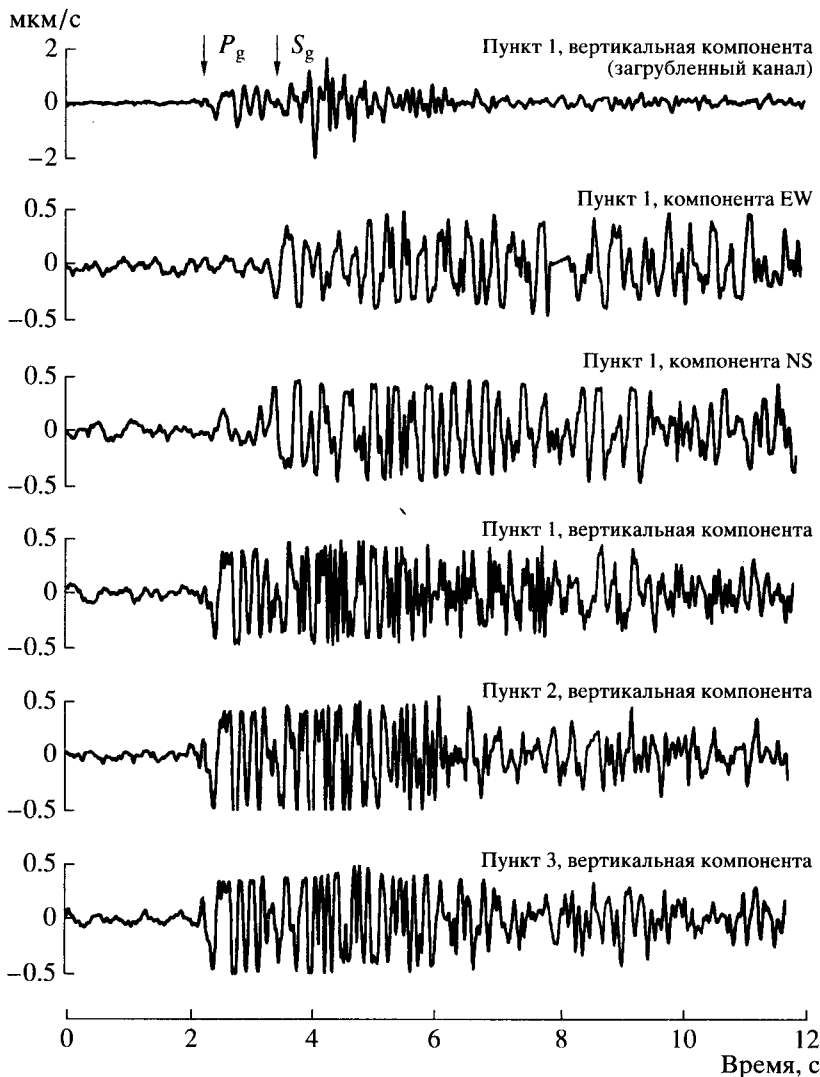


Рис. 2. Сейсмограммы землетрясения 3, пропущенные через фильтр с полосой 0.8–20 Гц.

до очага этого землетрясения. На записи события (рис. 2) видно, что вступление продольной волны регистрируется практически только на вертикальных составляющих и почти одновременно всеми пунктами наблюдений. Угол выхода волны составил 81° по отношению к горизонту. При этом первое вступление продольной волны имеет хорошо выраженный отрицательный знак, что свидетельствует, по-видимому, о преимущественно сбросовом характере движений в области очага. При расчете глубины очага 3-го землетрясения использовался дифференцированный скоростной разрез: до глубины 500 м скорость распространения продольных волн принята равной 2000 м/с, от 500 до 2000 м – 3750 м/с и ниже – 4800 м/с. Определенная при таком приближении глубина очага составила 3.9 км, на основании чего можно утверждать, что очаг 3-го землетрясения и, вероятно, очаги первых двух, поскольку

они расположены в той же области, находятся в известняках среднего карбона.

Наряду с землетрясениями за 10 суток режимных наблюдений зарегистрированы 28 импульсных микроколебаний, для которых определено местонахождение эпицентра и энергия в очаге, составившая примерно от 10 до 3000 Дж. Их относительное количество и пространственное распределение согласуются со структурно-геоморфологическим (неотектоническим) планом территории и свидетельствует о релаксационной природе регистрируемых импульсных микроколебаний. Наиболее активными по излучению импульсных микроколебаний оказались участки, располагающиеся на пересечении линейментов, выделенных по топографическим картам (рис. 1). В частности это участки 1, 3 и 7.

На карте современных вертикальных движений земной коры 1989 г. [9] район вблизи Ростов-



Рис. 3. Линеамент меридионального простираения, визуально выделяемый на участке 7, его трасса в северном направлении от сейсмопунктов.

ской АЭС характеризуется слабыми нисходящими движениями земной коры со скоростями до 2 мм/год. Вдоль юго-восточного берега Цимлянского водохранилища выделяется узкая зона более контрастных опусканий северо-восточного простираения с максимумом 4.5 мм/год вблизи п. Зимовники (примерно в 50 км южнее АЭС). Вместе с тем сопоставление гипсометрических карт, изданных в 1965 и 1994 гг., показывает, что на более поздних картах в пределах ближнего к АЭС района (радиусом до 30 км от площадки) высоты почти всех триангуляционных пунктов увеличились на 10–20 см, что может свидетельствовать о заметном поднятии территории в последние десятилетия со средней скоростью от 3 до 7 мм/год. Учитывая неустойчивость и колебательный характер современных вертикальных движений поверхности земной коры, фиксируемых геодезическими методами, а также одновременность этих характеристик, их прямые тектонические интерпретации весьма затруднительны. Однако ясно, что

рассматриваемая территория подвижна и достаточно дифференцирована.

Подтверждение этого мы находим при полевом геоморфологическом обследовании участков наблюдений, на которых выявлены многочисленные признаки современной активности геологических процессов – интенсивное развитие овражно-балочной эрозии, крутые (не задернованные) склоны террасовидных поверхностей, блоковая структура днищ долин. На участках 5 и 7 (рис. 1) визуально трассируются протяженные (более 1–2 км) и узкие (шириной до 1–2 м) ложбины субмеридионального простираения, сопровождающиеся свежими (не задернованными) просадками грунта. Одна из них, проходящая по пахотному полю, практически над очагами землетрясений 2 и 3, показана на фото (рис. 3). Видно, что старания местных жителей заровнять эту ложбину при пахоте не приводят к успеху, что свидетельствует об активности проседаний грунта, которые, возможно, связаны с суффозионными процессами, локализованными в зонах указанных выше субмеридиональных линеаментов тектонической природы.

Из совокупности приведенных данных следует, что зарегистрированные землетрясения могут быть обусловлены повышенным напряженным состоянием геологической среды на участке интерференции разнонаправленных и, по-видимому, разнотипных и разноглубинных геодинамически активных зон. При этом принципиально значимым является то, что зоны, активные на современном этапе, являются секущими (диагональными) относительно погребенных древних структур кряжа Карпинского и определяющей является субмеридиональная деформационная зона. Уместно напомнить, что и севернее, в пределах свода Воронежского поднятия, очаги местных землетрясений связываются также с разломами меридионального простираения [3]. Таким образом, подтверждается, что и эти разломы, и рассматриваемая нами деформационная зона относятся к единой трансрегиональной системе активных на современном этапе деформаций земной коры.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты 00–05–64281, 00–15–98495.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никонов А.А. Геодинамика и геоэкология. Материалы междунар. конф. Архангельск, 1999. С. 271–273.
2. Надежка Л.И., Сафронич И.Н., Габсатарова И.П. Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. Материалы междунар. конф. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т. 2001 г. С. 146–147.

3. Никонов А.А., Белоусов Т.П., Энман С.В. // Физика Земли. 2001. № 5. С. 30–44.
4. Макаров В.И. // Недра Поволжья и Прикаспия. В. 13. 1996. С. 53–60.
5. Макаров В.И. // Разведка и охрана недр. 1997. № 1. С. 20–26.
6. Макаров В.И. // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 1. С. 43–53.
7. Адушкин В.В., Спивак А.А., Спунгин В.Г. // Геоэкология. 1997. № 4. С. 19–28.
8. Костюченко С.Л., Солодилов Л.Н., Гречишников Г.А. и др. Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов. Материалы междунар. конф. Воронеж: Воронеж. гос. ун-т. 2001 г. С. 104–105.
9. Карта современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным на территорию СССР (СВДЗК). 1 : 5000000. М.: ГУГК, 1989.