

ЛИТЕРАТУРА

1. Murphy Y.R., Rodi W.I., Johnson M. e.al. Seismic Calibration of Group 1 IMS Stations in Eastern Asia for Improved IDS Event Location // 23th Seismic Research review: Worldwide Monitoring of Nuclear Explosion / October 2-5, 2001, p. 280-288.
2. Атлас карт глубинного строения земной коры и верхней мантии территории СССР (объяснительная записка). М., ВНИИГеофизика, 1989, 84 с.
3. Егоркин А.В. Геологическая информативность многоволнового ГСЗ на примере изучения Севера Европейской части России // Региональная геология и металлогения. № 10, 2000, С.-Пб., ВСЕГЕИ. С. 85-93.
4. Беляевский Н.А. Земная кора в пределах территории СССР. М., Недра, 1974, 280 с.
5. Давыдова Н.И. Изучение тонкой структуры области перехода от коры к мантии. М., Наука, 1977, 163 с.
6. Тулина Ю.В., Ярошевская Г.А. Внутренняя структура земной коры. Методика анализа и интерпретации сейсмических волновых полей. М., Наука, 1976, 134 с.
7. Резанов И.А., Файтельсон А.Ш., Краснопевцева Г.В. Природа границы Мохоровичича. М., Наука, 1984, 219 с.
8. Павленкова Н.И. Метод глубинного сейсмического зондирования, основные этапы развития, достижения и проблемы // Физика Земли, 1999, № 7-8. С. 3-29.
9. Павленкова Н.И. Основные результаты глубинных сейсмических зондирований за 50 лет исследований // Региональная геология и металлогения, 1999, № 10, С.-П., ВСЕГЕИ. С. 12-21.
10. Вольвовский И.С. Сейсмические исследования земной коры в СССР. М., Недра, 1973. 208 с.
11. Рябой В.З. Аномалии времен пробега P_{np}^m (Pn) и скоростные неоднородности верхней части мантии территории СССР // ДАН СССР, 1973, т. 212, № 1. С. 88-91.
12. Соллогуб В.Б. Литосфера Украины. Киев, Наукова Думка, 1986, 183 с.
13. Кунин Н.Я., Шейх-Заде Э.Р. Районирование верхней мантии Евразии по особенностям граничных скоростей продольных волн // Геофизический сборник, 1988, т. 10, № 1. С. 3-12.
14. Глубинное строение слабосейсмичных регионов СССР. М., Наука, 1987, 238 с.
15. Проблемы глубинной геологии СССР. М., 1988, 206 с.
16. Краснопевцева Г.В., Щукин Ю.К. Тектоническая делимость земной коры Восточно-Европейской платформы // Геофизика, 1996, № 4, с. 19-24.
17. Краснопевцева Г.В., Ю.К.Щукин Объемная глубинная модель земной коры Восточно-Европейской платформы по данным региональных сейсмических исследований // Региональная геология и металлогения. № 10, 2000. С. 73-84.
18. Суворов В.Д. Глубинные сейсмические зондирования в Якутской кимберлитовой провинции. Наука, Новосибирск, 1993, 136 с.
19. Суворов В.Д. Глубинные сейсмические исследования в Якутии // Физика Земли, 1999, № 7-8, с. 94-113.
20. Solodilov L.N. The GEON Centre: 25 Years of Implementation of PNE Studies of Earth's Deep Structure. Upper Mantle Heterogeneities from Active and Passive Seismology. Ed. K.Fuchs. 1997, p. 1-10.
21. Глубинное строение территории СССР. М., Наука, 1991, 224 с.
22. Fuchs K., Wenzel F. Conservation of lithospheric DSS-Data – Upper Mantle Heterogeneities from Active and Passive Seismology. Ed. K.Fuchs. 1997, p. 11-31.

О СВЯЗИ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ ГЛУБИННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Щукин Ю.К., Бабак В.И., Краснопевцева Г.В.

Институт динамики геосфер РАН, г. Москва, schuk@idg.ras.ru

Эту работу (которую мы посвящаем памяти Владимира Ивановича Бабака, который еще в 1994 г. предложил выполнить совместить свои геоморфологические и наши геофизические построения, видя в них похожесть), можно рассматривать как продолжение исследования вопросов сообщения современных вертикальных движений морфоструктурных особенностей земной коры и сейсмичности [1] (Ананьин, Лилиенберг, Щукин, 1973). Тогда нам удалось сделать ряд интересных и важных выводов. *Во-первых, мы предположили наличие динамической системы «морфоструктурные особенности – медленные современные движения – сейсмичность».* *Во-вторых, мы допускали, что пространственная дифференциация крупных морфоструктурных областей и глубинного строения земной коры Восточной Европы находит в целом прямое отражение в дифференциации медленных вертикальных движений.* *В-третьих, пространственная дифференциация быстрых (сейсмических) движений также обнаруживает тесную связь с характером проявления вертикальных движений и морфоструктурными особенностями платформы окружающих горно-складчатых областей.*

Таким образом, допускалось, что между морфоструктурами, глубинным строением земной коры и пространственной дифференциацией современных вертикальных движений Восточной Европы существует определенная взаимосвязь. Наличие такой взаимосвязи указывает на значительную динамичность земной коры. В связи с этим был поставлен принципиальный вопрос о степени постоянства таких параметров, как, например, мощ-

ность консолидированной части земной коры и глубина залегания поверхности Мохоровичича. Их изменчивость во времени, как мы полагали, вряд ли вызывает сомнение, но, по-видимому, есть основания считать, что эти изменения могут происходить также и за весьма короткие промежутки времени.

Сейчас мы предлагаем рассмотреть морфоструктурные направления новейшего возраста и структур глубинных сечений земной коры. Удивительное подобие этих структурных направлений также заставляет сделать ряд предположений.

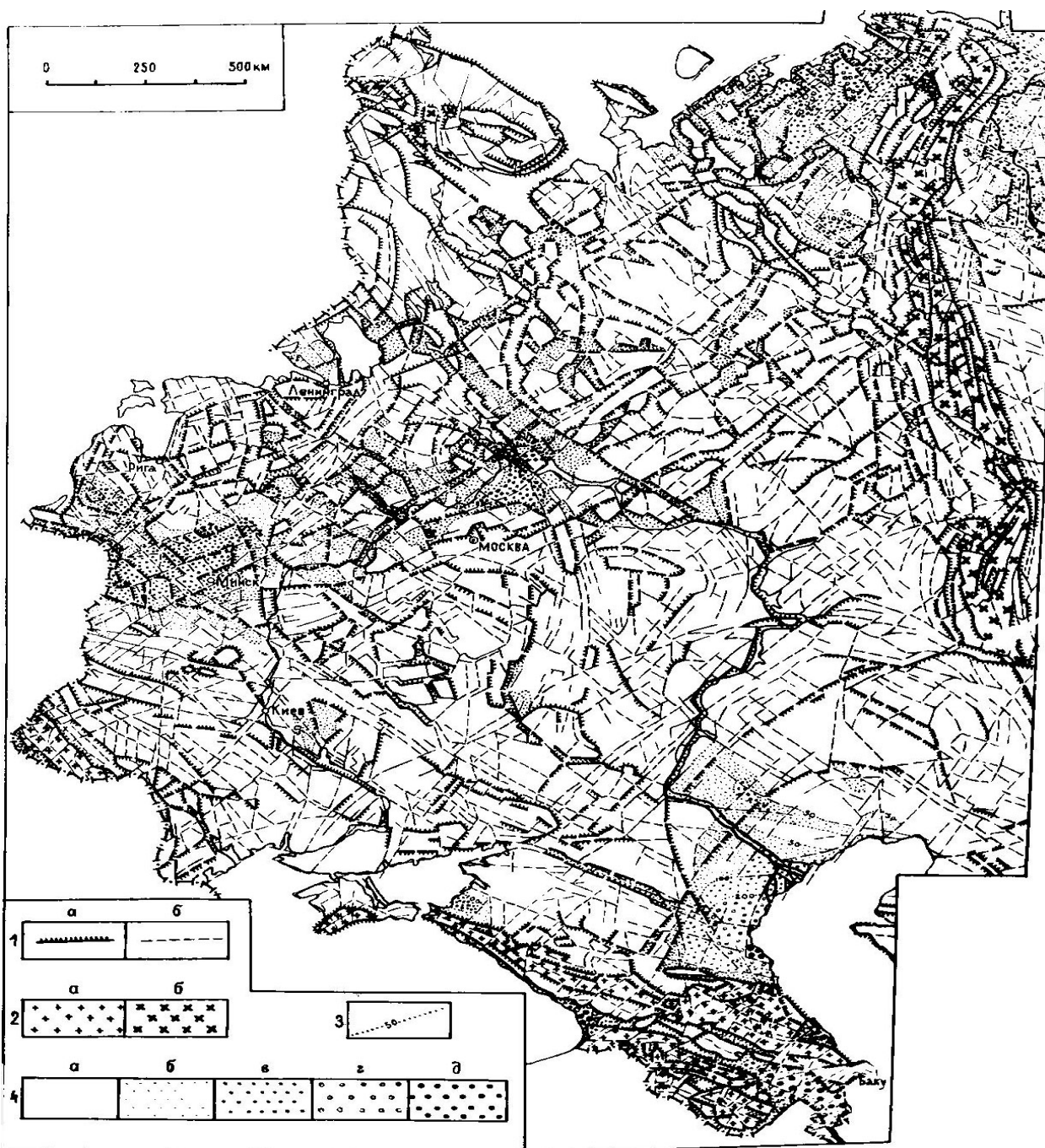


Рис. 1. Морфоструктурная схема (В.И. Бабак)

1 – линейные морфоструктуры. Линеаменты, подтвержденные геологическими данными – а – без заметных смещений в рельефе пограничных блоков; б – подчеркнутые четкими уступами и перепадами высот; Линеаменты, установленные по геоморфологическим данным: а – без выраженных в рельефе смещений; б – подчеркнутые уступами; 2-3 – площадные морфоструктуры (геоблоки разного ранга, отличающиеся по возрасту, знаку и амплитуде выраженных в рельефе деформаций земной поверхности). Средние высоты междуречий, в метрах

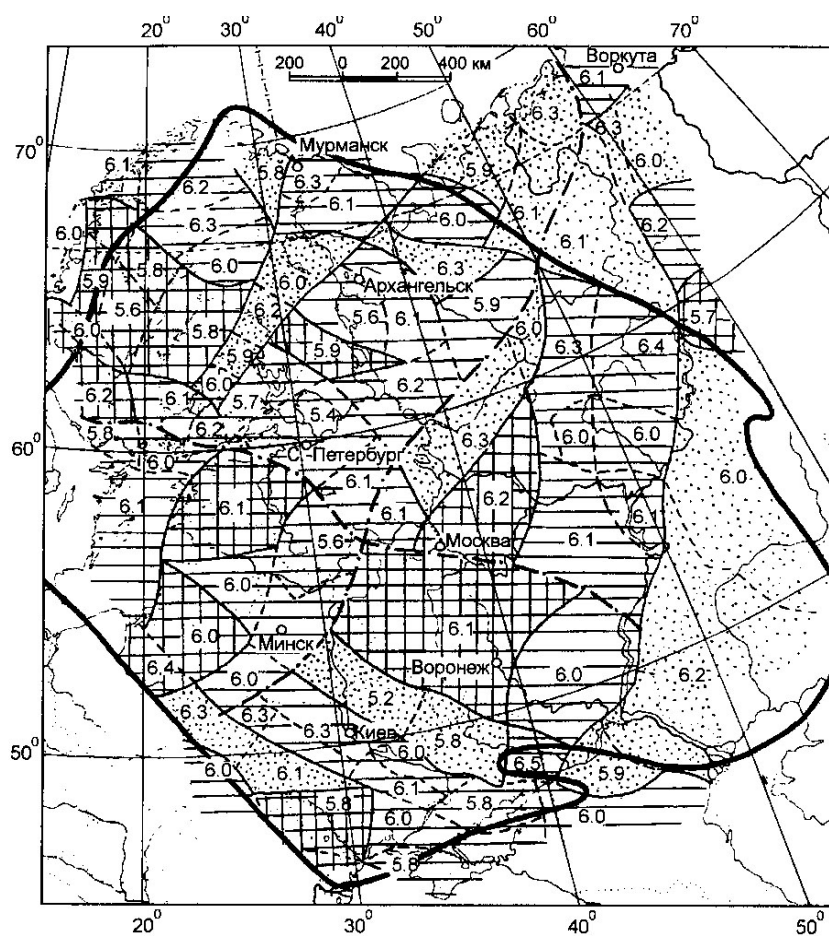


Рис. 2. Делимость и упругие свойства верхнего слоя консолидированной части земной коры

(Г.В. Краснопевцева, Ю.К. Щукин, 1996, 2000)

Штриховкой показана величина мощности слоя, в км (5-10; 10-15; 15-30 км). Контакты скоростных неоднородностей 1-го и 2-го порядков (мелким пунктиром обозначены границы областей с аномально низкими значениями скорости продольных волн). Осредненные значения скорости сейсмических волн в слое, в км/с. Толстый черный контур – граница платформы

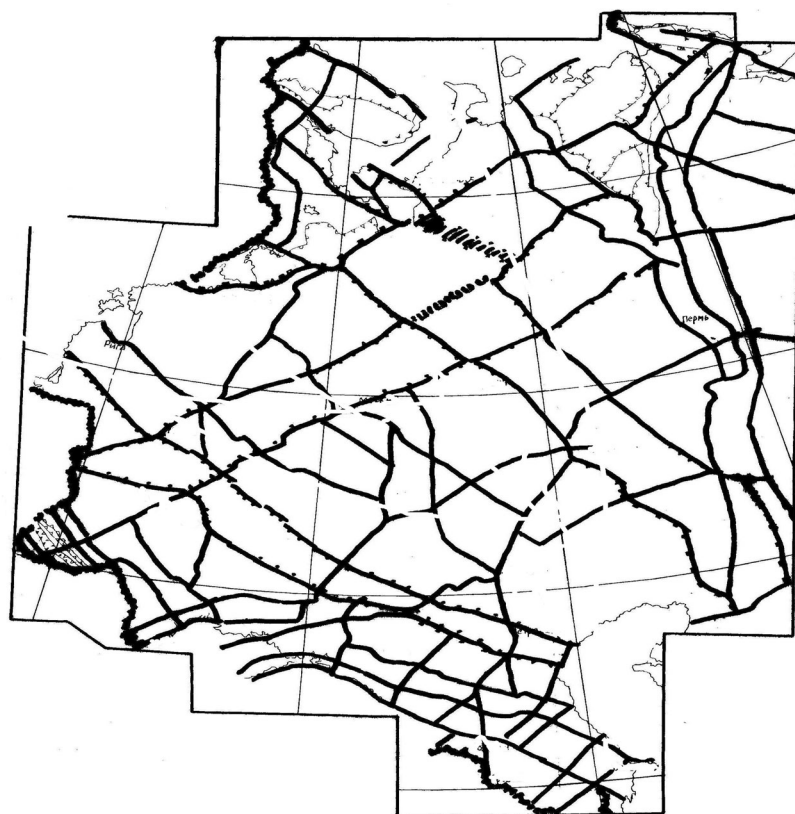


Рис. 3. Генерализованные структурные неотектонические направления (В.И. Бабак, 1988, ф)

Протяженными линиями разной толщины показаны: Глобальные структуры (надрегионы первого порядка) – крупнейшие формы планетарного рельефа (горные пояса, континентальные платформы и соответствующие им равнины); Субглобальные структуры (надрегионы второго порядка) – плиты (пластовые равнины), щиты (глыбовые своды) и др. Геоблоки (регионы первого порядка) – главные гипсометрические ступени фундамента и земной поверхности, соразмерные крупным антеклизам, синеклизам, их сочетаниям и др.

Геоморфолого-неотектоническое районирование [2] (В.И. Бабак, 1984, 1988ф.), представленное структурно-морфологическими картами рассматривается как основа типизации геологической среды. *Исходным здесь является тезис о том, что эндогенные, глубинные процессы новейшего этапа развития а также обусловленные ими тектонические движения и структурные новообразования, проявляющиеся в деформациях земной поверхности и в рельефе, представляют собой комплекс взаимообусловленных, постоянно меняющихся во времени и в пространстве факторов и соответствующую направленность развития природной обстановки.* В том числе, тенденцию природных изменений инженерно-геологических и гидрогеологических условий, которые необходимо учитывать при долгосрочном прогнозировании региональных и локальных изменений геологической среды.

Блоковый характер проявления неотектоники (рис. 1) заставляет особо пристальное внимание обратить на выявление инженерно-геологического, гидрогеологического, геохимического значения разрывных нарушений, достаточно активных на новейшем этапе развития даже в пределах платформенных территорий, традиционно считавшихся спокойными. Для зон сгущения (концентрация) разрывных нарушений характерны: повышенные газо- и водопроницаемость пород, активный подток к земной поверхности глубинного тепла, наличие глубинных источников минерализованных вод, нарушенное залегание горных пород, изменения заболоченности и других свойств грунтов, характера растительности, а также прочие аномалии геологического строения рельефа и ландшафта в целом, обусловленные периодической разрядкой тектонических напряжений в пределах выделяемых швов. Представляется, что именно эти зоны могут явиться наиболее активными очагами антропогенных изменений природных условий, возникающих под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Данные неотектоники уточняют и детализируют представления о делимости земной коры. Выделенные на карте (рис. 1) [1, 2] система «живых» разрывных нарушений – фактический материал для глубинного строения изучаемого региона. Геофизические построения, ранее описанные подробно (Краснопевцева, Щукин, 1996, 2000) [3,4], подтверждают в общем виде связь новейших структур с глубинными структурами земной коры. Розы-диаграммы преобладающих структурных направлений на глубину поверхности земной коры до ее низов (поверхность Мохоровичича) убедительно свидетельствует о том, что *земная кора Восточно-Европейской платформы в течение всего геологического времени эволюционно развивалась как единое организованное пространство.* При этом, на фоне общих закономерностей в то же время сохранялись региональные, индивидуальные свойства среды, обязанные в том числе взаимодействующим, окружающим Восточно-Европейскую платформу, орогенами.

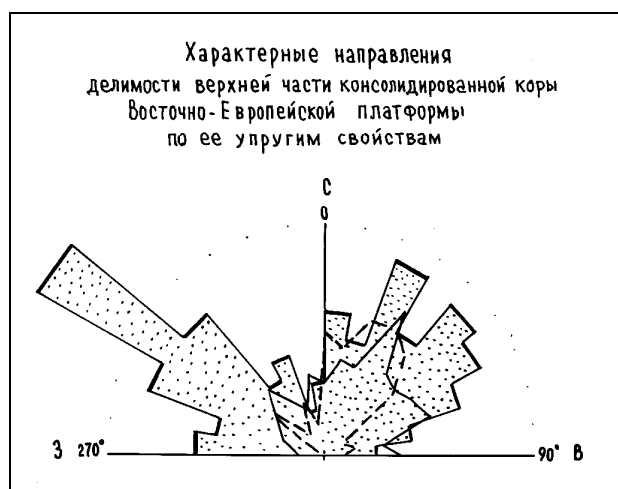


Рис. 4. Черным цветом на большом контуре оказаны характерные направления аномалий современных движений земной коры (сплошные черные малые линии – характерные направления аномалий геодезические измерений; пунктир, то же – изосейст землетрясений на платформе, по И.В. Ананьину, 1968)

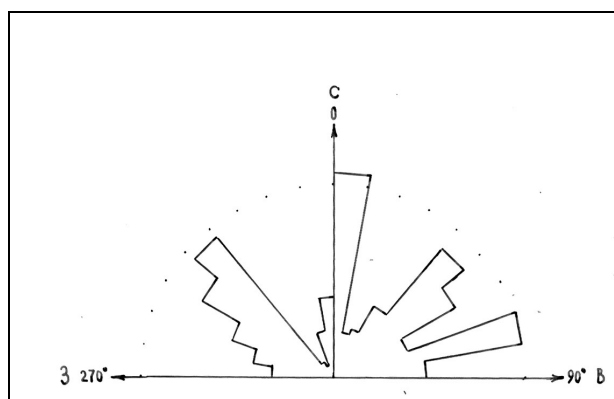


Рис. 5. Характерные структурные направления в поле четвертичных геодинамических систем (построено по карте из работы В.И. Макарова) [5]

Приведенный материал, несмотря на неполноту и отрывочность сведений, тем не менее, позволяет сделать принципиальный вывод о *генетической самостоятельности крупных геоструктурных элементов. Восточно-Европейской платформы на новейшем этапе развития земной коры, обладающих индивидуальным по-*

лем тектонических напряжений и, следовательно, о связи поверхностных деформаций с глубинными процессами. Выявляется также локальная перестройка фоновое поля внутри этих геоструктур и связанные с нею частные деформации.

Таким образом, новейшее тектоническое поле Восточно-Европейской платформы – многогранное, однако уточнение иерархии полей тектонических напряжений, выявление регионального фона и его составляющих – дело будущего.

Для нас было важным показать сложную взаимосвязь приповерхностной и глубинной геодинамической обстановки на Восточно-Европейской платформе, которую надо учитывать при любых геологических реконструкциях, в том числе и обращенных к практическим задачам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьин И.В., Лилиенберг Д.А., Щукин Ю.К. «Вопросы соотношения вертикальных движений морфоструктурных особенностей земной коры и сейсмичности (на примере Восточно-Европейской платформы)». В сборнике «Современные движения земной коры» № 5, Тарту, АН ЭССР, 1973. С. 605-616.
2. Бабак В.И. (главный редактор) «Карта геоморфолого-неотектонического районирования нечерноземной зоны РСФСР», масштаб 1:1 500 000, 1980, М.: ГУГКСССР, 1984.
3. Краснопецева Г.И., Щукин Ю.К. «Тектоническая делимость земной коры Восточно-Европейской платформы», Геофизика, 1996, № 4. С. 19-24.
4. Краснопецева Г.В., Щукин Ю.К. Объемная глубинная модель земной коры Восточно-Европейской платформы по данным региональных сейсмических исследований. Региональная геология и металлогения. С.-П., 2000, 10. С. 73-83.
5. В.И. Макаров Региональные особенности новейшей геодинамики платформенных областей в связи с оценкой их тектонической активности. «Недра Поволжья и Прикаспия». Спец выпуск № 13, 1996, с.49-60.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Юдахин Ф.Н.¹, Капустян Н.К.²

¹ Архангельский научный центр УрО РАН, г. Архангельск, arhsc@mail.ru

² Институт физики Земли РАН, г. Москва, nkapustian@gmail.com

Одной из заветных целей геолого-геофизических исследований является возможность искусственного воздействия на природные геодинамические процессы, протекающие в земной коре. На это направлена значительная часть фундаментальных исследований как глубинного строения, так и тектоники. Ярким примером может служить тот факт, что создание метода глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) и развертывание масштабных работ ГСЗ было спровоцировано разрушительным Ашхабадским землетрясением 1948 г. и поиском возможности прогнозирования сильных землетрясений.

Другой пример – детальные полигонные геолого-геофизические исследования высотных плотин ГЭС в сейсмоактивных районах также были вызваны катастрофами (плотины Койна, Кариба). По итогам работ был получен обширный и уникальный материал, причем, как правило, наиболее важные результаты сначала представлялись как «побочные». Наиболее важным для нас примером является вывод о связи сейсмического режима района водохранилища ГЭС с уровнем слабых механических вибраций, возникающих при сбросе воды [3]. Данный экспериментальный факт послужил основой для теоретических и модельных исследований свойств геологической среды, на основании которых была высказана идея о возможности «обмена» сильных землетрясений на рои более слабых путем искусственного воздействия на среду [4]. Одним из компонентов такого воздействия является создание повышенного уровня механических вибраций. Существенно, что воздействия – достаточно слабые, в пределах возможных вариаций уровня естественных микросейсм.

Ключевая роль слабых механических вибраций для процессов в земной коре отмечалась в ряде экспериментов, обобщение которых позволило нам составить сводку характерных величин деформаций и ускорений для процессов, влияющих на геодинамику (рис. 1), более полный обзор воздействий и их последствий приведен в монографии [1]. Анализ сводки показывает, что по величинам дополнительных деформаций, создаваемых в породах земной коры, искусственные техногенные и естественные воздействия сопоставимы, а по ускорениям – могут превосходить природные на 4 порядка. Существенно, что процессы, подобранные в сводке, являются экзогенными, но они провоцируют эндогенные изменения, что, в первую очередь, отражается в геодинамике.

В связи с этим, на практике возможна разработка определенных природоохранных мероприятий или превентивных мер для устранения опасных процессов. Для этого необходимо, прежде всего, установить соот-