УДК 622.86

Ю.А. Богданов, О.А. Крамаренко, И.Г. Захаров, А.И.Цыганов

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ И МЕГАПОЛИСОВ

Семинар № 11

H а протяжении тысячелетий лю-ди выбирали для поселения наиболее благоприятные места с точки зрения комфорта и безопасности. Если выбор оказывался неудачным, люди погибали или переселялись в другое место. В течение XX века человечество освоило большую часть суши. На наиболее заселенных территориях природный ландшафт полностью уступил место природно-техногенным системам (ПТС). Угроза населению стала исходить не только непосредственно от неблагоприятных природных факторов, но и от разрушаемых природой или неумелым использованием технических сооружений различного назначения. Повышение комфорта условий проживания одновременно породило и дополнительные опасности уничтожения этого комфорта, а часто - и жизни большого числа люлей.

В сложившихся условиях уже недостаточно ограничиваться инженерными изысканиями при строительстве отдельных сооружений. Значительно возрастает роль планирования развития городов и регионов в целом, причем не только с учетом целесообразности хозяйственной деятельности, но и с обязательным учетом воздействия и взаимодействия всей совокупности природных и природно-техногенных неблагоприятных факторов.

Среди большого числа факторов, способных оказывать существенное воздействие на жизнедеятельность человека, особое и даже определяющее место занимает группа факторов, связанных с процессами в земной коре и литосфере в целом. Ярким примером такой роли являются события в Новом Орлеане в 2005 году. Несмотря на то, что непосредственной причиной наводнения явился мощный тайфун, условия для его неблагоприятного воздействия были созданы более 100 лет назад неудачным выбором места для поселения -плодородной поймы р. Миссисипи. Уплотнение пойменных отложений на протяжении последующих десятилетий привело к тому, что в настоящее время город находится примерно на 2 метра ниже уровня воды в р. Миссисипи и в Мексиканском заливe

Цель данной работы — рассмотреть основные свойства литосферных процессов, существенных для жизнедеятельности человека и способы их оценки и учета на практике.

Свойства литосферных процессов и их возможные источники

Основным свойством влияния литосферных процессов на среду обитания является **непрерывность** воздействия

на протяжении десятилетий, столетий и тысячелетий. Другим важным свойством является неравномерность воздействия во времени и пространстве. Неравномерность во времени проявляется в чередовании продолжительных периодов умеренного (слабого, часто - и вовсе незаметного без специальных исследований) воздействия и кратковременных периодов разрушительного воздействия. Неравномерность в пространстве проявляется благодаря накоплению напряжений преимущественно на границах блоков земной коры, где они могут быть на несколько порядков больше, чем в среднем по большому объему [9; 5; 4]. Именно здесь наиболее вероятным является образование разломов, сбросов, оползней, способных вызывать значительные разрушения. Учитывая, что большинство современных сооружений рассчитаны на эксплуатацию в течение многих десятилетий, а новые сооружения, так или иначе, строятся уже с учетом сложившейся инфраструктуры, прогноз возможного влияния литосферных процессов на ПТС значительно возрастает. В общем случае, заблаговременность прогноза должна составлять не менее 100 лет.

Многие другие патогенные факторы и их следствия (выход на дневную поверхность радона, измененный состав земной коры, включая формирование месторождений полезных ископаемых, естественная радиоактивность, аномальные электрические и магнитные поля, аномалии в развитии растений и др.) также приурочены к локальным зонам, определяемым неравномерным накоплением напряжений в земной коре. Следовательно, первым этапом в создании условий для устойчивого развития городов и регионов является выделение зон максимальных современных напряжений в земной коре.

Серьезную информацию о возможных неблагоприятных зонах несут исследования формы поверхности и геологического строения территорий. В частности, к разломным зонам приурочены русла рек, овраги, другие особенности ландшафта. Геологические изыскания значительно позволяют расширить представления о строении региона, его геологической истории и, в определенной мере, о возможных путях дальнейшего развития. Возможности прогноза во многом определяются приуроченностью зон накопления современных напряжений к уже сформировавшимся зонам нарушений земной коры, так что их выделение позволяет не только оценить современное состояние исследуемой территории, но и сделать определенный прогноз. Его точность во многом будет зависеть от правильной формулировки геологических гипотез, оценивающих направленность геологических процессов в целом (процессы сжатия, растяжения).

Наличие сетки (иерархии) структурных нарушений и их подобие на значительном удалении друг от друга указывают на наличие некоторых глобальных (общепланетарных) формообразующих факторов, так что прогноз для отдельной территории должен строиться с обязательным учетом факторов планетарного масштаба.

Применяемые методы

Известны различные способы поиска патогенных зон. Среди них прямыми методами, несущими непосредственно информацию о напряжениях в земной коре, являются только метод естественного импульсного электромагнитного излучения (ЕИЭМИ) [1; 4; 10; 13] и метод геополяритонного зондирования (ГПЗ) [2]. Оба метода регистрируют импульсное излучение напряженных пород; возможности последнего значи-

тельно выше за счет регистрации спектра интенсивности излучения, что в большей мере соответствует сложной природе генерации и распространения электромагнитного излучения в материальных средах. Термин "геополяритонный", широко используемый специалистами по физике твердого тела [7], подчеркивает значительное отличие свойств электромагнитных волн в материальных средах и в вакууме.

По простоте, скорости и объему получаемых данных метод ГПЗ не имеет даже близких аналогов в мировой практике геологоразведки и инженерных изысканиях. Метод ГПЗ революционно расширяет сферу хозяйственной деятельности в области геофизики, прогноза ЧС, поиска и обнаружения источников риска природного характера, в частности:

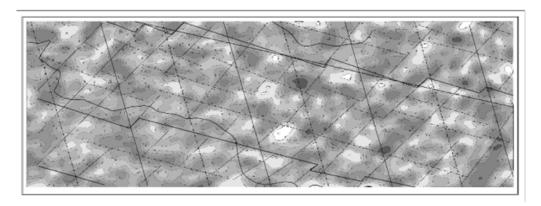
- поиск и обнаружение отдельных очагов риска на территории, занимаемой крупными городами землетрясения, оползни, сели, подтопления;
- структурное энергоинформационное картирование территорий;
- картирование погребенных разломно-трещинных зон карстовых полостей, поверхностей скольжения оползней;
 - поиск водоносных горизонтов;
 - -картирование геопатогенных зон;
- изучение внутренней структуры выявленных геологических объектов, погруженных в геологическую среду.

Метод позволяет значительно снизить затраты и повысить эффективность поиска месторождений полезных ископаемых, в том числе, углеводородов нефти и газа.

Рассмотрим возможности метода ГПЗ по выявлению зон (сетки) современных напряжений на примере измерений в Днепровско-Донецкой впадине и на ее северном борту, выполненных в 2004—2005 годах. Измерения выполне-

ны, в основном, методом аэропрофилирования, высота полета самолета 300 м. Для регистрации использована аппаратура "Тезей", которая представляет собой измеритель числа импульсов с амплиту-дой выше заданного порога дискри-минации [2]. Аппаратура включает в себя широкополосные взаимно перпендикулярные рамочные антенны, радиотракт и устройство сопряжения с компьютером для передачи данных. Благодаря предварительной фильтрации удается в значительной мере снизить влияние на измерения антропогенных источников электромагнитных полей.

Изменения амплитуды сигнала ГПЗ над ДДВ и ее северным бортом свидетельствуют о наличии ортогональных (преобладающие направления: север-юг, запад-восток) и диагональной (преобладающие направления: северо-восток юго-запад, юго-вос-ток, северо-запад) сетки современных напряжений (рис. 1). Наиболее четко в пределах обследованной территории проявляется диагональная сетка с характерным размером 3-5 км. Одна диагональ проходит примерно параллельно борту ДДВ, другая – на северо-восток. На рис. 1 эти направления показаны точечным пунктиром. Наклон первой оси составляет примерно 23°, второй – 42°, угол между осями 65°. Указанные направления очень стабильные и прослеживаются на десятки километров. Многие из выделенных зон совпадают с разрывными нарушениями, выделенными по данным сейсморазвелки, что подтверждает приуроченность современных зон накопления напряжений к более древним разломам. Однако, в целом, данные сейсмики позволяют выделить не все элементы сетки, а



Сетха современных напряжений на ДДВ рис.1

только те, где ранее происходили значительные смещения и сбросы. Указанные блоки объединяются в более крупные размером 30–40 км.

Сетка размером 10–12 км является ортогональной и, в значительной мере, совпадает с так называемыми "зонами активизации", выделяемые преимущественно методами гравиразведки.

Чем крупнее блоки, тем до большей глубины прослеживаются разделяющие их разломы. Корни разломов, разделяющих блоки размером 100-120 км, по-видимому, уходят в мантию (40 и более километров). В отличие от более глубоких разломов, достаточно строго следующих сетке напряжений, более мелкие разломы сложно проследить на большие расстояния. Особенно значительные отклонения имеют место в местах расположения останцов более древних зеленокаменных структур. Таким образом, в одних местах современная сетка напряжений практически полностью определяет формирующиеся разломы, в других значительную роль играют сформировавшиеся ранее структуры. Данное обстоятельство необходимо учитывать при составлении прогноза развития территории.

Обращает на себя внимание соподчиненность размеров блоков: размеры

следующего ранга в 3–3,5 раза больше предыдущего, при этом на каждом ранге направление границ является диагональным по отношению к предыдущему рангу. Иерархия блоков и степень их различия установлены ранее многими исследователями [9]; попеременная смена направлений блоков впервые установлена авторами.

Измерения методом ГПЗ в пределах отдельных участков подтвердили существование устойчивой сетки напряжений. В частности, она четко прослеживается в пределах г. Дергачи (рис. 2), несмотря на наличие электромагнитного фона промышленных и бытовых излучателей.

Повторные измерения над некоторыми из ранее обследованных территорий показали, что, несмотря на различие зарегистрированных напряжений в отдельных точках, сетка напряжений в целом сохраняется. Устойчивость сетки напряжений указывает на то, что вызвавшая их причина является глобальной (общепланетарной) и непрерывно действующей.

Для подтверждения реальности выделенных направлений были привлечены данные о местоположении

Карта-схема неотектонической трещиноватости массива горных пород по данным ГПЗ на территории Дергачевского района Харьковской обл. М 1:100 000

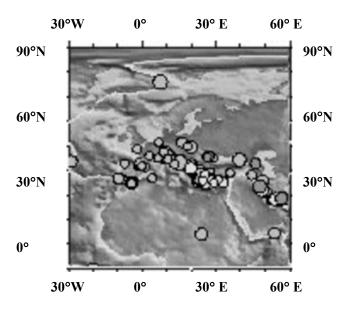


Условные обозначения

Разрывные нарушения в мезо-кайнозойских отложениях

——— Трещины растяжения в кайнозойских отложениях

Puc. 2



Координаты землятресений (ЗТ) в Европе в конце 2004 г. омс.3

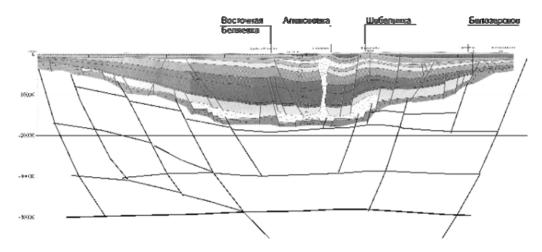
землетрясений (ЗТ). Как известно, землетрясения приурочены к узким зонам максимальных напряжений в земной коре. На рис. 3 показаны координаты 3Т, имевших место в Европе в конце 2004 г., т.е. в период проведения измерений. Видно, что зоны напряжений в Средиземноморском регионе имеют вид параллельных друг другу линеаментов, направленных под углом примерно 22-25°. Другая ось также видна достаточно четко. Обе оси напряжений полностью соответствуют полученным методом ГПЗ. Отметим, что данная сетка напряжений в значительной мере воспроизводится также в направлениях русел рек на исследованной территории.

Отметим также, что оси всех наиболее крупных месторождений в исследуемом регионе – Шебелинское, Юльевское, Коробочкинское – имеют тот же самый угол (примерно 28 градусов), который прослеживается по данным ГПЗ.

По данным ГПЗ, над южной и центральной частями ДДВ напряжения в земной коре систематически меньше, чем над северным бортом ДДВ. Для объяснения этой асимметрии исследовано строение фундамента ДДВ. Получено, что строение фундамента под ДДВ существенно несимметрично (рис. 4). Глубинные разломы в южной части ДДВ имеют значительно больший наклон (порядка 30 градусов от вертикали), чем у северного борта (не более 18 градусов). Форма поверхности геологических слоев также несимметрична.

Как видно из приведенных результатов, метод ГПЗ дает четкие представления о системе напряжений в земной коре в исследуемом регионе, полностью согласующейся с закономерностями строения Средиземноморского региона и юга Евразийской платформ, и подтверждаемой системой структурных нарушений по данным других геофизических методов, а также расположением известных месторождений. Основным источником сетки напряжений является вращение Земли; полная картина этого процесса еще далека от завершения. Безусловно, при детальных исследованиях необходимо учитывать и другие факторы, прежде всего, лунно-солнечные приливы [6; 1], а также процессы во внутренних оболочках Земли.

Учет литосферных процессов в оценке безопасности территорий



Геологическое строение под ДДП рис.4

Полученные данные имеют несомненное значение для прогноза геологической и энергоинформационной безопасности рассмотренного региона. Зарегистрированные величины смещения – примерно 3 мм в год или 30 см за 100 лет, судя по выделенным методом ГПЗ зонам сжатия, приурочены к узким зонам вдоль северного борта ДДВ. С учетом накопленных ранее напряжений, неравномерного строения отдельных частей борта, а также участия этой территории в крупномасштабном поступательно-вращательном перемещении против частой стрелки и на запад со скоростью порядка 20 мм в год [12], можно ожидать, что в отдельных местах относительные смешения грунта могут превысить 1 м. Такого смещения вполне достаточно, чтобы вызвать серьезные нарушения и даже катастрофы при расположении объектов повышенной опасности в зонах возможных нарушений. В зонах менее значительных смещений угрозы для строений может и не возникнуть, однако и здесь зоны повышенных напряжений могут иметь патогенное воздействие на человека.

Приведенные оценки, безусловно, являются приближенными и не могут быть непосредственной основой для принятия решений, однако они с несомненностью указывают на необходимость детального исследования современных напряжений земной коры на заселенных территориях.

Принимаемые решения, безусловно, должны основываться на комплексной оценке всех факторов. Существенно, что конечный результат не обязательно будет простой суммой отдельных факторов, необходимо учитывать их возможное взаимное усиление. В частности, современная хозяйственная деятельность и долговременные климатические тренды привели к глобальному потеплению. следствием которого стало заметное изменение (усиление) глобальной атмосферной циркуляции. Так как перемещения воздушных масс являются одним из основных источников неравномерности вращения Земли в течение года, изменения глобальной циркуляции могут вызвать дополнительные изменения скорости вращения Земли с усилением описанных выше процессов в земной коре. Следствием взаимозависимости реальное действие атмосферных и литосферных процессов на некоторый регион может оказаться значительно сильнее, чем в случае их независимого воздействия.

Выводы

1. Напряжения в земной коре являются источником геологических процессов и электромагнитных явлений, которые существенно и непрерывно формируют среду обитания человека и постоянным являются источником опасности. Существенно неравномерное распределение напряжений в пространстве создает условия для формирования патогенных зон, неблагоприятных для проживания человека. В этих зонах более вероятны не только значительные смещения грунта, но и другие аномалии различной физической природы.

- 2. Метод геополяритонного зондирования позволяет выявлять современную сетку напряжений в земной коре различных пространственных масштабов, от регионального уровня до локального, что создает условия для физически обоснованного прогноза безопасности обследованных территорий.
- 3. На примере исследований в Днепровско-Донецкой впадине и на ее северном борту показано, что современная сетка напряжений состоит из иерархически соподчиненных уровней, пространственный масштаб которых различается в 3–3,5 раза, а направления ячеек сетки соседних иерархических уровней являются взаимно диагональными. Наиболее вероятной причиной существующей сетки напряжений является вращение Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Айрумян О.Р. Краткосрочный электромагнитный предвестник землетрясений/ Физика земли, №3, 1995, с. 46-52.
- 2. Альошин Г.В., Богданов Ю.О. Пристрій для реєстрації природного електромагнітного поля Землі // Патент України № 70417 / G01V3008. 15.10.2004.
- 3. Вольвач А.Е., Петров Л.Ю., Нестеров Н.С. Измерения движения станции Симеиз методом РСДБ // Космічна наука і технологія.- 2003.- Т. 9, додаток до № 2.- С. 325-330.
- 4. Гохберг М.Б., Моргунов В.А., Герасимович Е.А., Матвеев И.В. Оперативные электромагнитные предвестники землетрясений.- М., Наука, 1985.- 116 с.
- 5. Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения.- М., Наука, 1991.- 224 с.
- 6. Дьяконов Б.П., Улитин Р.В. Земные приливы и вариации физических характеристик горных пород // Доклады АН СССР.- Т. 264, № 2.- 1982.- С. 322-325.
- 7. Литвинов О.С., Павлов К.Б., Горелик В.С. Взаимодействие электромагнитных волн с материальными средами // Электромагнитные волны и оптика. Гл. 7.- Физика в техническом ун-те. Т. 4. 2002.

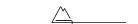
- 8. *Проблемы* глобальной корреляции геологических явлений / Отв. ред. А.В. Пайве, Ю.Г. Леонов // Тр. геол. ин-та АН СССР. Вып. 340. М., Наука, 1980. 220 с.
- 9. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М., Наука, 1987. с. 101.
- 10. Саломатин В.Н., Мастов Ш.Р., Защинский Л.А. Кузнецов И.В. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния пород методом регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли.- Симферополь: КИПКС, 1991.
- 11. Соболев Г.А., Пономарев А.В. Физика землетрясений и предвестники. М., Наука, 2003. 346 с.
- 12. Шпильберг Л.С., Дмитроца А.И., Дмитроца И.И. и др. Результаты наблюдений на лазерном дальномере "Симеиз-1873" с 25 мая 2001 г. по 25 мая 2002 г. // Космічна наука і технологія.- 2003.- Т. 9, додаток до № 2. С. 322-325.
- 13. ЭС 3.03.01-00 Энергоинформационные исследования и изыскания для строительства. ВНИИКИ г.р.№ 844421, 06.12.2000 г..

- 14. ЭМПЗ: Электромагнитные предвестники землетрясений / Под ред. М.А. Садовского.- М., Наука, 1982.- 88 с.
- 15. Bogdanov Yu.A., Zakharov I.G. Short-Term Earthquakes' Geopolariton Precursor. The 2th International Conference on Earth Sciencies and Electronics. Istambul University, Turkey. 2002. 311-323 p.
- 16. Bogdanov Yu.A., Zakharov I.G., Tyrnov O.F., Hayakawa M. Electromagnetic effects Associated with Regional Seismic Activity in crimea during the Interval July-August 2002 // J. Atmospheric Electricity. 2003. Vol. 23, No. 2. P. 57-67.
- 17. Богданов А.Ю., Воронин В.И., Уваров В.Н., Черняков А.М. Электромагнитное проявление структуры недр. «Геофизический журнал», 2003, т.25, №4, с. 117-125
- 18. *Шуман В.Н.* Фундаментальные модели электромагнитных зондирующих систем. «Геофизический журнал», 2004, т.26, №1, с.42-55.
- 19. *Шуман В.Н., Рева Н.В.* Математические основы интегральной кинематики импульсных электромагнитных возмущений в поглощающей среде. «Геофизический журнал», 2002, т.24, №1, с.3-16. **ПЛЕ**

Коротко об авторах

Богданов Ю.А., Крамаренко О.А., Цыганов. А.И. – кандидаты технических наук, 3ахаров И.Г. – кандидат физико-математических наук,

ООО «ГЕОИНЖПРОЕКТ» г. Москва, г. Харьков.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КРИВОРОТОВ Вадим Васильевич	Методология оценки и формирования ме- ханизма управления конкурентоспособно- стью промышленного предприятия	08.00.05	Д.Э.Н.
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН			
САФИН Рузиль Тимербаевич	Социально-экономическая оценка инвестиций в развитие углепромышленных территорий при реструктуризации градообразующей отрасли	08.00.05	К.Э.Н.