

УДК 550.31

О.К. Тяпкин

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНОГО
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ
ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО
ЦИКЛА НА ОСНОВЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ**

*Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,
Днепропетровск*

Обоснована возможность использования глобального явления – стремления Земли к равновесному состоянию (геоизостази) – для решения геоэкологических задач, связанных с перемещениями воздушных масс атмосферы, участвующих в распространении негативных последствий аварий на радиоактивных и химических производствах, и подтоплением территорий грунтовыми водами. Использование этой модели совместно с результатами параметризации структурно-тектонических особенностей техногенно нагруженных регионов открывает дополнительные возможности изучения конкретных направлений распространения негативных последствий природно-техногенных геоэкологических процессов для концентрации необходимых административных усилий и финансов для предотвращения их развития.

Обґрунтована можливість використання глобального явища – прагнення Землі до рівноважного стану (геоізоастазії) - для вирішення геоекологічних завдань, пов'язаних з переміщеннями повітряних мас атмосфери, що беруть участь в поширенні негативних наслідків аварій на радіоактивних і хімічних виробництвах, і підтопленням територій грунтовими водами. Використання цієї моделі разом із результатами параметризації структурно-тектонічних особливостей техногенно навантажених регіонів відкриває додаткові можливості вивчення конкретних напрямів поширення негативних наслідків природно-техногенних геоекологічних процесів для концентрації необхідних адміністративних зусиль і фінансів для запобігання їх розвитку.

Введение

Одним из основных приоритетов национальной экологической стратегии особо является обеспечение экологической безопасности ядерных объектов и мест накопления радиоактивных отходов, повышение степени защищенности населения и окружающей среды от радиоактивного воздействия. И речь идет не только о ликвидации последствий аварий на Чернобыльской АЭС 26.04.1986 г. [1, 3], но и о развитии элементов отечественного ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) и, в первую очередь, добычи и первичной переработки уранового сырья в Промышленном Приднепровье, в частности, в рамках реализации мероприятий Государственной программы устойчивого развития региона добычи и первичной переработки уранового сырья (утвержденной Постановлением Кабинета Министров Украины №1691 от 16.12.2004 г.) [2, 11].

Продолжительное функционирование на территории этого региона объектов ЯТЦ без всестороннего учета требований радиационной безопасности создало локальные очаги радиологической «напряженности», влияние которых на окружающую территорию при определенных природно-техногенных условиях может стать региональными «повторениями» указанной Чернобыльской катастрофы. В связи с этим актуальной является задача определения приоритетных направлений распространения опасного влияния объектов ЯТЦ для организации действенной системы комплексного экологического мониторинга и концентрации управленческих усилий по снижению радиологического воздействия на окружающую среду и население. Базой решений тут может быть известная роль тектонических разломов в распространении техногенного радиоактивного загрязнения [7, 12, 13]. Данная же статья по-

© Тяпкин О.К., 2011

священа обоснованию современных перспектив решения указанной задачи, связанных с использованием геолого-геофизической информации на базе фундаментальных законов физики Земли, и, в первую очередь, явления геостазии, позволяющего оценить

«геоэкологическую» взаимосвязь изменения локальной метеорологической ситуации и развития подтопления с перемещением блоков земной коры (первопричиной которых является изменение ротационного режима планеты).

Теоретические аспекты

Понятие *геостазии* (равновесного состояния Земли) было введено на XXVII сессии Международного геологического Конгресса для обоснования Новой ротационной гипотезы структурообразования в тектоносфере [4, 5]. В тоже время есть предпосылки использования явление изостазии для решения геоэкологических задач [10].

Рассмотрим суть указанного явления. Землю можно считать находящейся в состоянии

равновесия при выполнении двух условий (рис.1): 1) каждый сектор, вырезанный достаточно малым центральным телесным углом $\Delta\Omega$, имеет равный вес, 2) реальный геоид и соответствующий ему теоретический сфероид в каждой точке совпадают между собой.

Количественно эти условия выражаются следующими соотношениями в полярных координатах:

$$\Delta\Omega \int_0^{R_i} \sigma(r) g(r) r^2 dr + \Delta\Omega \int_{R_i}^{R_e} \sigma(r) g(r) r^2 dr + \Delta\Omega \int_{R_e}^{\infty} \sigma(r) g(r) r^2 dr \rightarrow const \tag{1}$$

$$\zeta = R_r - R_c = 0 \tag{2}$$

- где $\sigma(r)$ – плотность вещества Земли в пределах изучаемого сектора;
- $g(r)$ – ускорение свободного падения в точках сектора на расстоянии r от центра Земли;
- R_i – внутренний радиус мантии Земли;
- R_e – внешний радиус;
- R_r и R_c – соответственно радиусы геоида и сфероида;
- ζ – разность между ними.

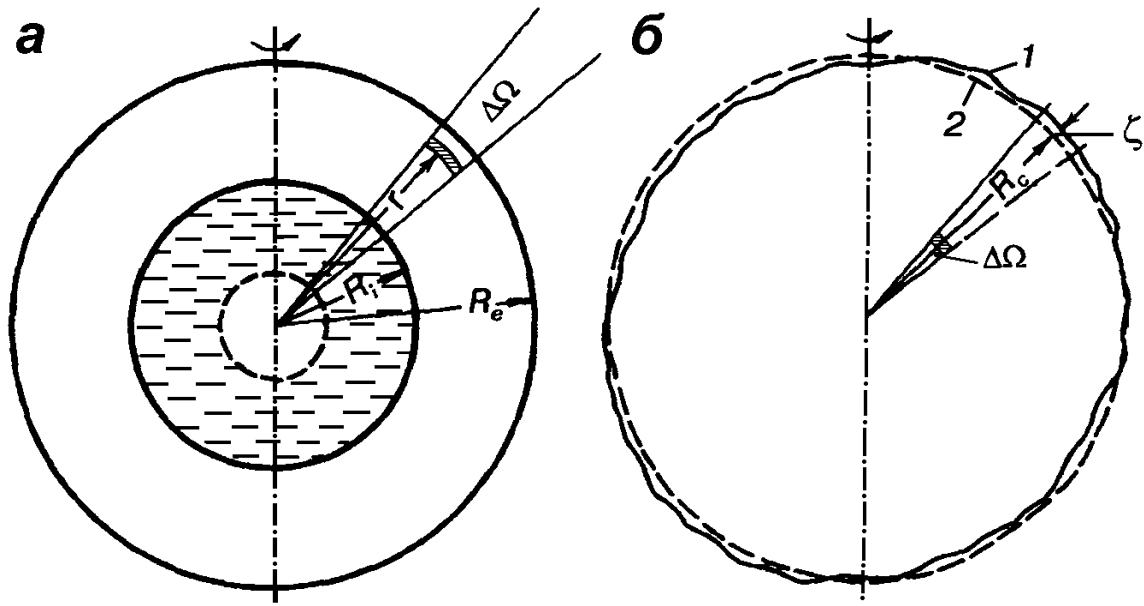


Рис.1. К определению геостазии (согласно [4]): 1 – геоид; 2 – сфероид.

Первые два интеграла являются основой для выяснения закономерностей тектонического развития твердой Земли. При этом третьим интегралом, численно равным давлению атмосферы у поверхности Земли, пренебрегают в связи с его малостью. Есть основание полагать, что третий интеграл (I_3) в совокупности с частью второго (I_2'), относящегося к приповерхностному слою твердой Земли до глубины H – порядка нескольких десятков метров, могут быть использованы для решения ряда геоэкологических задач.

$$I_2' = \Delta\Omega \int_{R_e-H}^{R_e} \sigma(r) g(r) r^2 dr \quad (3)$$

Энергоемкость механических процессов, происходящих в атмосфере, несравнима по величине с процессами, происходящим в твердой Земле. Поэтому, прямым влиянием перемещений атмосферных масс на деформацию твердой Земли можно пренебречь. Наоборот, энергоемкость малых деформаций твердой Земли оказывается соизмеримой с энергоемкостью механических процессов перемещения воздушных масс. Другими словами, для сохранения геоизостазии происходит активное взаимодействие между приповерхностным слоем Земли и приле-

гающей к нему части атмосферы. При этом, малейшие изменения земного рельефа, вызывают вполне ощутимые перемещения воздушных масс в виде ветров, доходящих до ураганов, формируют циклоны и антициклоны. Кроме того, сам приповерхностный слой, обычно сложенный осадочными образованиями, участвует в сохранении геоизостазии не только путем механического перемещения. Он может менять свою эффективную плотность путем изменения уровня грунтовых вод. Естественно, все эти процессы взаимосвязаны. Ниже рассмотрена роль этих процессов в образовании циклонов и антициклонов, участвующих в распространении в атмосфере негативных последствий аварий на объектах ЯТЦ, химических и других экологически опасных предприятиях, а также – причин подтопления территорий грунтовыми водами, от которого страдает практически весь юг Украины.

Исходя из представлений о том, что любые нарушения ротационного режима Земли приводят к активизации систем разломов и относительно перемещению по ним блоков земной коры, рассмотрим роль выражений I_3 и I_2' в определении проявлений современных природных процессов на простейшем примере, изображенном на рис.2.

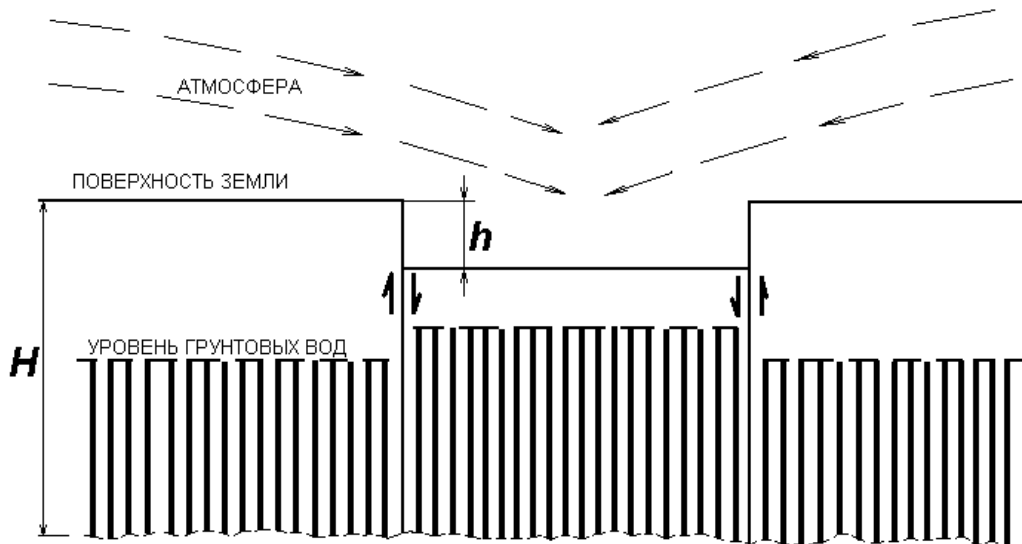


Рис.2. Схема проявлений природных процессов в районе опущенного блока земной коры

Пусть изучаемый блок земной коры, изображенный в центральной части указанного рисунка, опустился вследствие современных вертикальных движений земной коры на несколько миллиметров (h). В результате этого

нарушится величина ζ . Ее можно восстановить только за счет изменения (в данном случае увеличения) значений интегралов I_3 и I_2' . Увеличение значений I_3 возможно за счет перетока воздушных масс (схема циклона).

Возрастание величины I_2' также возможно в результате подъема уровня грунтовых вод (рис.2). Эти процессы будут продолжаться до восстановления исходных значений ζ . Вполне очевидно, что в случае относительного подъема изучаемого блока имеют место противоположные явления.

Таким образом, намечается возможность использования обсуждаемой модели геоизостазии [4] для решения геоэкологических задач, связанных как с региональным прогнозом метеословий, так и с проблемами

подтопления территорий. Косвенным доказательством «энергетической работоспособности» указанной модели геоизостазии для решения перечисленных выше задач могут служить результаты, полученные японскими исследователями, которыми установлена корреляция между давлением воздуха и соленостью воды на поверхности Японского моря (что трудно объяснимо с других позиций). Этот факт может служить показателем точности соблюдения закона геоизостазии у поверхности Земли.

Практические аспекты

Для практического изучения вопроса взаимосвязи особенностей тектонического строения и локальных изменений метеоситуации уникальные возможности открывает информация о последствиях аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) 26.04.1986 г. [8, 9]. Неравномерность выпадения радионуклидов и радиоактивные следы этой катастрофы обусловлены рядом обстоятельств, в т.ч.: изменением направления и силы ветра, дождями, неравномерностью выбросов из 4-го блока ЧАЭС в результате противопожарных мероприятий. Аварийные выбросы были особенно мощными первые двое суток (26-28.04.1986 г.) и затем 03-05.05.1986 г. При этом следует вспомнить, что первая

струя радиоактивности и радиоактивное облако (26.04.1986 г.) разделились на две части в направлениях к западу и северу. Через 3 дня направление ветра изменилось на южное. После 02.05.1986 г. ветер изменил направление на юго-запад, затем на северо-запад и север. За девять суток аварии направление ветра изменилось на 360° , т.е. вектор скорости ветра описал полный оборот [1]. Однако анализ пространственного распространения загрязнения территории позволил отметить дискретность изменения направлений простирания радиоактивных следов (рис.3), которая напоминает некую анизотропию геологической среды, вызванную формированием систем разломов земной коры.

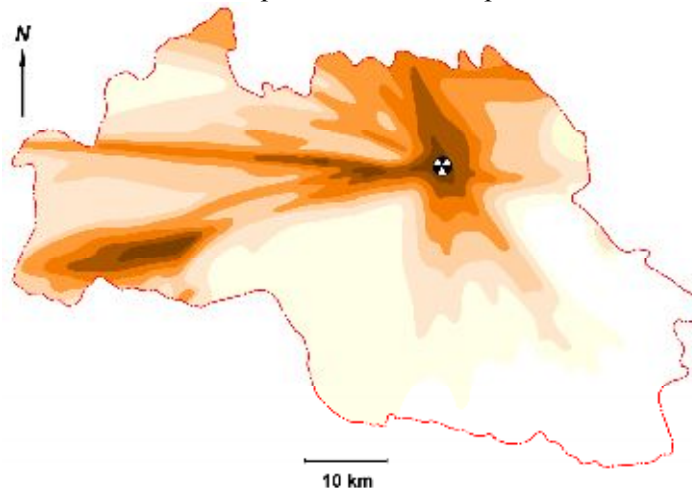


Рис.3. Радиационное состояние Чернобыльской зоны отчуждения (в изолиниях плотности загрязнения почвы Cs^{137})

Для количественного изучения взаимосвязи направлений перемещения воздушных масс и особенностей тектонического строения была использована соответственно следующая информация: кар-

та-схема радиационного состояния территории Чернобыльской зоны отчуждения [3] и карта систем разломов УЩ масштаба 1:500000 с каталогом их признаков [6].

На рис.4 приведены розы-диаграммы направлений простираения радиоактивных следов, характеризующие изменения метеоситуации в районе ЧАЭС во время аварии 1986 г., и значимости проявления («весов») систем разломов земной коры (а также отдельно их наиболее «молодых» признаков: особенностей погребенного рельефа кристаллического фундамента и современного дневного рельефа), установленных в

районе исследований. Этот рисунок иллюстрирует совпадение направлений простираения радиоактивных следов от аварии на ЧАЭС и максимумов «значимости» систем разломов земной коры. Эта зависимость проявляется в районе исследований в особенностях погребенного и современного дневного рельефа и слабо заметна в более «древних» геолого-геофизических признаках этих разломов.

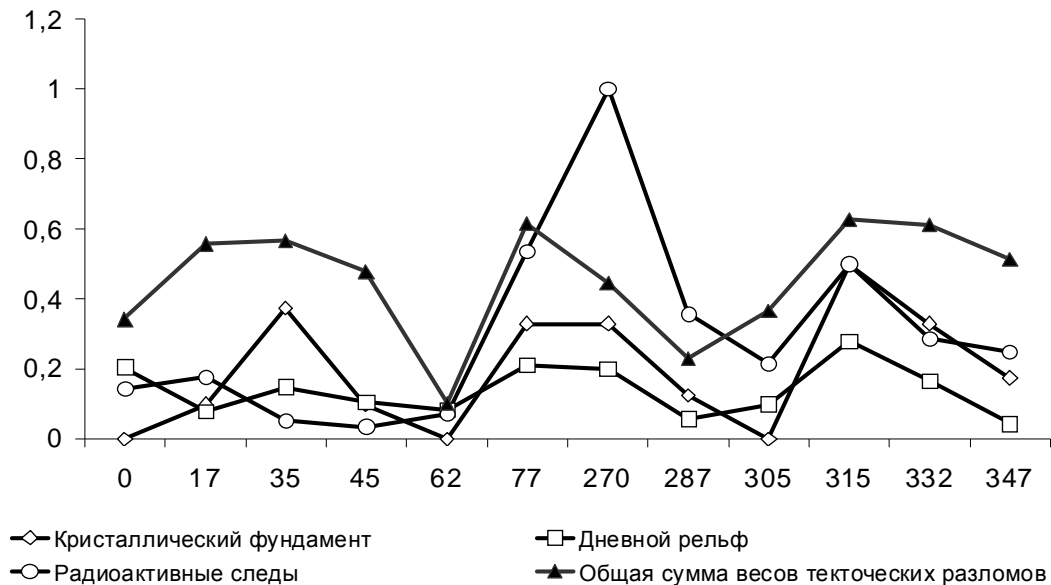


Рис.4. Развернутые розы-диаграммы направлений простираения радиоактивных следов от аварии Чернобыльской АЭС и «значимости» систем разломов земной коры

В целом полученные результаты [8, 9] создают основу возможности прогнозирования с использованием тектонических данных геоэкологических последствий мощных (не только радиоактивных) выбросов существующих и проектируемых промышленных объектов повышенной экологической опасности. Выявленные закономерности также могут быть положены в основу разработки методики прогнозирования подтопления различных регионов, а также – методики долгосрочного регионального прогноза метеоситуации. Для решения последней задачи дополнительно могут быть использованы хорошо себя зарекомендовавшие законы цикличности разнообразных природных явлений. Все это способствует повышению качества прогнозирования изменений состояния окружающей среды на больших территориях под воздействием изменения планетарных параметров функционирования Земли (в первую очередь, ее ротационного

режима), а также прямого экологического воздействия изменения активности Солнца, прохождения планетой различных космических зон и др.

Дальнейшие перспективы практического использования полученных результатов связаны в процессом научного сопровождения реализации мероприятий указанной выше Государственной программы устойчивого развития региона добычи и первичной переработки уранового сырья (утвержденной Постановлением Кабинета Министров Украины №1691 от 16.12.2004 г.). Здесь одним из условий повышения качества управленческих решений при прогнозировании возможных аварийных ситуаций с тяжелыми радиоэкологическими последствиями может быть обоснованная концентрация усилий и финансов на конкретных наиболее опасных направлениях – прогнозируемых секторах. Рисунок 5 иллюстрирует такие вычисленные (по тектоническим данным) сектора опасно-

го впливня об'єктів ЯТЦ, в т.ч. шахтної добычи урана возле гг. Кировограда и Смолино, промышленной переработки уранового сырья на территории г. Желтые Воды и

остановленное, но не ликвидированное, урановое предприятие на территории г. Днепродзержинск со своими незаконсервированными хранилищами радиоактивных отходов.

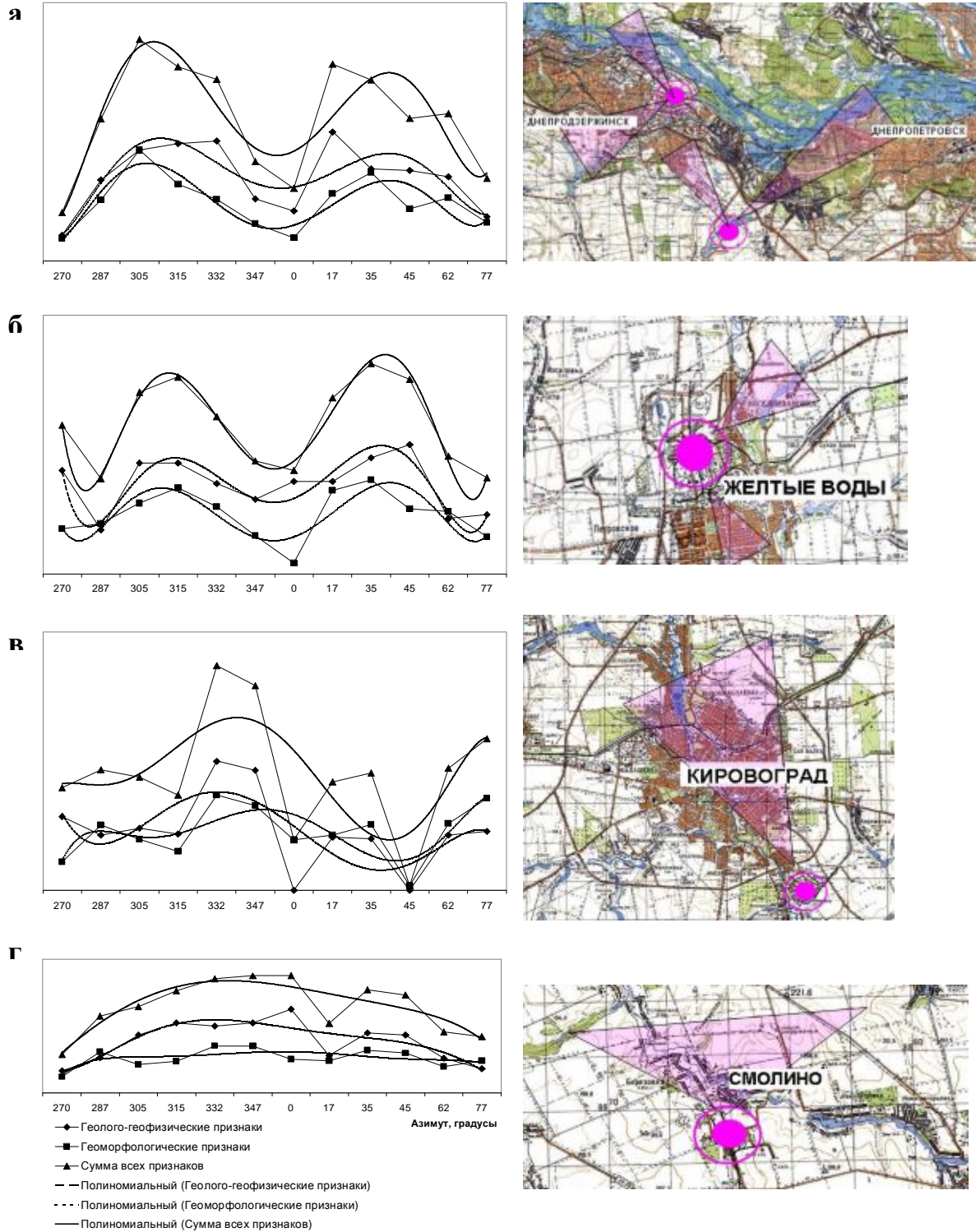


Рис.5. Вычисленные по тектоническим данным сектора опасного влияния объектов ЯТЦ в районах гг. Днепродзержинск (а) Желтые Воды (б), Кировоград (в) и Смолино (г)

Как видно, крупные промышленные центры Украины попадают на направления потенциального опасного воздействия объектов ЯТЦ. Полученные результаты могут быть использованы не только для оптимиза-

ции региональной и локальных систем комплексного экологического мониторинга, но для обоснования пространственного развития (либо ликвидации) указанных объектов.

Выводы

Использование новых положений физики Земли, в частности модели геоизостазии, открывает новые возможности эффективного решения проблем уменьшения опасных экологических последствий аварий на объектах ядерного топливного цикла и других крупных промышленных предприятиях.

Значительное количество тектонической информации (о разломах земной коры), накопленное в результате многолетних региональных и локальных геологоразведочных исследованиях, является новой

основой прогнозирования конкретные направления как долгосрочного, так и краткосрочного (аварийного) опасного экологического влияния техногенных и природных катастроф на население и хозяйственный комплекс конкретной территории. Полученные результаты позволят концентрировать необходимые административные усилия и финансы на предотвращение развития и ликвидацию возникших опасных геоэкологических процессов и загрязнения.

Перечень ссылок

1. Барьяхтар В.Г. Чернобыльская катастрофа: проблемы и решения / В.Г. Барьяхтар // Доклады академии наук Украины. – 1992. – №4. – С.151-164.
2. Концептуальні положення програми переходу регіону видобування та первинної переробки уранової сировини до сталого розвитку / А.Г. Шапар, В.В. Антонов, О.К. Тяпкін [та ін.] // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.6. – Дніпропетровськ, 2003. – С.6-24.
3. Радіаційний стан зони відчуження у 2002 році / В.В. Деревець, С.І. Кіреєв, С.М. Обрізан [та ін.] // Бюллетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2003. – №1(21). – С.3-33.
4. Тяпкин К.Ф. Новая модель геоизостазии / К.Ф. Тяпкин // Труды XXVII сессии Международного геологического конгресса. – Москва, 1984. – С. 438-439.
5. Тяпкин К.Ф. Физика Земли / К.Ф. Тяпкин. – Киев : Вища школа, 1998. – 312 с.
6. Тяпкин К.Ф.. Системы разломов Украинского щита / К.Ф. Тяпкин, В.Н. Гонтаренко. – Киев : Наукова думка, 1990. – 184 с.
7. Тяпкин О.К. Прогнозирование развития радиологической обстановки в условиях юго-востока Украины / О.К. Тяпкин // Доповіді Національної академії наук України. – 2001. – №10. – С.116-120.
8. Тяпкин О.К. К вопросу установления взаимосвязей локальных изменений метеоситуации и особенностей разломно-блокового строения земной коры / О.К. Тяпкин // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: праці III міжнародн. наук.-практ. конф. Ч.1. – Дніпропетровськ, 2005. – С.96-98.
9. Тяпкин О.К. К вопросу создания экотектонической основы решения проблем рационального природопользования и техногенной безопасности / О.К. Тяпкин // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.8. – Дніпропетровськ, 2005. – С.179-183.
10. Шапарь А.Г. Использование фундаментальных законов физики Земли для решения некоторых проблем экологии / А.Г. Шапарь, О.К. Тяпкин // Науковий вісник Національної гірничої академії. – 2002. – №4. – С.95-97.
11. Шапар А.Г. Науково-практична підтримка реалізації стратегії сталого розвитку регіону видобування та первинної переробки уранової сировини / А.Г. Шапар, О.К. Тяпкін, М.А. Ємець // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.7. – Дніпропетровськ, 2004. – С.12-20.

12. Increase of Efficiency of Soil Remediation from Radioactive Pollution / O.K. Tyapkin, A.G. Shapar, N.A. Yemets, O.G. Bilashenko // Proc. EAGE 71st Conference and Technical Exhibition. – Amsterdam, The Netherlands, 2009. – Paper R009. – 4 p.

13. Tyapkin O.K. The Prediction of Changes of a Radiological Situation of Industrial Advanced Regions of NIS / O.K. Tyapkin, A.G. Shapar, J.G. Troyan // Proc. EAGE 63rd Conference and Technical Exhibition. Vol.2. – Amsterdam (The Netherlands). – 2001. – Paper P233. – 4 p.

O.K. Tyapkin **PROGNOSTICATION OF DIRECTIONS OF
DISTRIBUTION OF DANGEROUS
GEOECOLOGICAL INFLUENCE OF OBJECTS OF
NUCLEAR-FUEL CYCLE ON THE BASIS
ТЕКТОНИЧЕСКОЙ OF THE INFORMATION**

*Institute for Nature Management Problems and Ecology of National Academy
of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk*

The opportunity of use of the global phenomenon – aspiration of the Earth to an equilibrium status (geoisostasy) - for the decision of geocological tasks connected with moving of air weights of an atmosphere, participating in distribution negative consequences of failures on radioactive and chemical manufactures, and technogenius rise of underground water level is proved. Use of this model together with structural-tectonical features parameter of technogenius loaded regions opens additional opportunities of study of concrete directions of distribution of negative consequences of natural-technogenius geocological processes for concentration of necessary administrative efforts and finance for prevention of their development.

*Надійшла до редколегії 04 лютого 2011 р.
Рекомендована членом редколегії канд.геол.-мін.наук Я.Я. Сердюком*