

ПРОСТРАНСТВЕННО-АТРИБУТИВНАЯ КАТЕГОРИЗАЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

¹ С.А.Лаптёнок, ^{2,3} Л.А.Бойчук

¹ Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

² Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск, Республика Беларусь

³ Городская клиническая больница скорой медицинской помощи г. Минска,
г. Минск, Республика Беларусь

Для оценки влияния природных и связанных с ними антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на различные аспекты жизнедеятельности человека использована технология географических информационных систем; для обработки категоризованных данных применялись методы оценки корреляции сопряженных признаков. Построена комбинированная пространственная модель, при анализе которой установлено, что прослеживается тенденция к концентрации населенных пунктов, включенных в Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2010 г. №132, вблизи ряда линеаментов и кольцевых структур. Сделан вывод о том, что использование метода пространственно-атрибутивной категоризации данных с использованием средств программного обеспечения, реализующего технологии географических информационных систем, позволяет получить новую информацию об объекте исследования. Полученная дополнительная информация обеспечит повышение адекватности и эффективности моделирования и достоверности оценок при анализе моделей.

Ключевые слова: Республика Беларусь, Минская область; Воложинский район; Столбцовский район; Украинско-Балтийский линеамент; территории, загрязненные радионуклидами ¹³⁷Cs; географические информационные системы; пространственно-атрибутивная категоризация; метод логарифмов преобладания; метод приращения информации; анализ эпидемиологических рисков.

Заболееваемость злокачественными новообразованиями является одной из наиболее острых проблем, возникающих в результате загрязнения территории радионуклидами. Исследования в данной области уже длительное время остаются актуальными во всем мире. В частности, в ходе наблюдения за состоянием здоровья лиц, подвергшихся воздействию поражающих факторов ядерной бомбардировки в Японии, было установлено, что в данной группе имел место достоверный рост заболеваемости злокачественными новообразованиями различной локализации: лейкозов – через 5 лет после бомбардировки, новообразований щитовидной железы – через 10, молочной железы и легких – через 20, желудка, ободочной кишки и миелом – через 30 лет [1].

Очевидно, что эффекты облучения ионизирующими излучениями являются только одним из ряда факторов, вызывающих рост заболеваемости злокачественными новообразованиями. В литературных источниках имеется информация о влиянии на данный процесс комплекса геофизических факторов, действующих в зонах расположения линеаментов – разломов земной коры [2–5].

Материалы исследований последних десятилетий свидетельствуют о том, что в земной коре континентального типа повсеместно наблюдается густая, построенная по решетчатому типу сеть субвертикальных разломов, дробящих земную кору на многочисленные блоки, размеры которых измеряются километрами или десятками километров. Наличие этой системы трещинно-проницаемых разломов устанавливается и подтверждается различными методами. Наиболее эффективный из них – структурное дешифрирование материалов аэрокосмической съемки в сопоставлении с геолого-геофизическими данными.

Не является исключением в этом плане и территория Беларуси, где по материалам космических съемок установлены разнопорядковые линейные структуры (линеаменты), отражающие особенности разломной тектоники. Характерная черта суперрегиональных линеаментов – их связь с глубинными (мантийными) разломами, активно проявившимися в различное геологическое время. Наиболее отчетливо на космических снимках выражены линеаменты, сопоставляемые с разломами, образованные в условиях растяжения зем-

ной коры шириной от 10 до 50 километров [2, 5]. Повышенной трещиноватостью и проницаемостью коры, мобильностью проявления геодинамических процессов отличаются участки пересечения линейных аментов.

Установлено, что зоны разломов земной коры оказывают большое влияние на жизнедеятельность человека. Количество аварий на автодорогах выше в тех местах, где трассу пересекают системы разломов (геопатогенные зоны), а процент онкологических заболеваний оказался большим у людей, проживающих в населенных пунктах, расположенных вблизи суперрегиональных разрывных нарушений. Ураганы и смерчи прошлых лет были направлены преимущественно вдоль новейших геодинамических зон земной коры и аномалий магнитного и гравитационного полей Земли [3].

На основе информации, представленной, в частности, в источниках [1–3], была сформулирована цель настоящего исследования: оценить влияние природных и связанных с ними антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на различные аспекты жизнедеятельности человека.

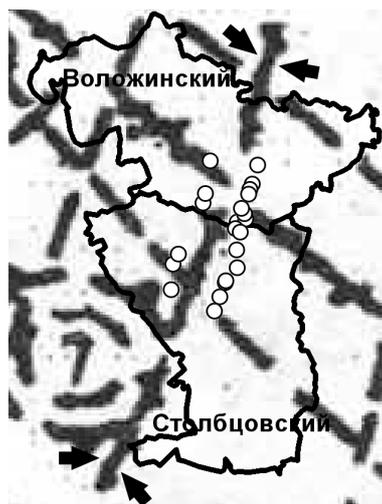
Поскольку такое влияние априори является многофакторным, а информация о действии ряда факторов часто носит не точный количественный, а категорично-качественный характер («есть – нет», «нет – мало – много», «слабый – умеренный – выраженный» и т.п.), для его оценки требуется использование соответствующих методов, позволяющих получить количественную оценку значимости влияния факторов, действие которых оценивается в качественном виде. К такого рода методам можно отнести методы оценки корреляции сопряженных признаков, используемые для обработки категоризованных данных: метод логарифмов преобладания [6, 7] и метод приращения информации [7, 8]. Очевидно, что для эффективной работы с подобными методами, безусловно, необходимо адекватное разделение исследуемых объектов на соответствующие категории (категоризация данных). Так как информация в данном случае носит пространственный характер, то и деление объектов на категории должно производиться в соответствии с их пространственными свойствами – атрибутами. Для такого процесса целесообразным представляется применение технологии географических информационных систем, реализующей широкий спектр функций обработки пространственно-распределенных данных.

Объектом исследования являлся фрагмент поверхности Земли, ограниченный территорией

Воложинского и Столбцовского районов Минской области Республики Беларусь. Для создания и анализа растровых и векторных пространственных моделей использовались стандартные средства вычислительной техники и программный комплекс ArcView GIS 3.2a с модулями расширения ImageWarp и РАСТР Профи. Топографической основой для моделирования служили карты местности масштаба 1:100000 1986 г. издания (листы N-35-65, N-35-66, N-35-67, N-35-77, N-35-78, N-35-79, N-35-89, N-35-90, N-35-91), карта загрязнения территории Республики Беларусь цезием-137 по состоянию на 1995 год масштаба 1:1000000 (рис. 1) и карта-схема линейных аментов и кольцевых структур Беларуси по данным космических съемок (рис. 2) [2].

Ранее в ходе исследований был установлен ряд населенных пунктов, находящихся в зоне энергетической активности литосферы, расположенной на территории Воложинского и Столбцовского районов Минской области (так называемой Ивенецко-Першайской зоны) [3]. В частности, установлено, что непосредственно в зонах над разломами земной коры расположены 22 населенных пункта, в зоне между разломами – 30 населенных пунктов, в том числе 21 – на территории, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs , в качестве контрольных были отобраны 15 населенных пунктов, расположенных вне зон, находящихся над разломами и между ними. Учитывая, что на территории Воложинского района расположены свыше 400 населенных пунктов, а Столбцовского – свыше 250, точность оценки можно значительно повысить путем расширения списка исследуемых населенных пунктов в целях получения дополнительной информации.

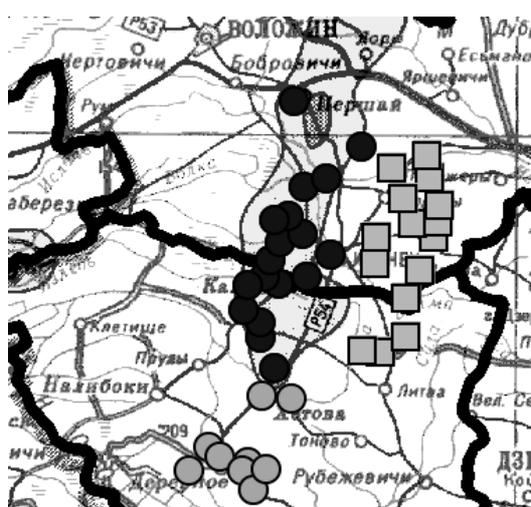
Данная задача решалась с использованием инструментальных средств среды ArcView GIS и модулей РАСТР Профи и ImageWarp. Средствами ArcView GIS было проведено геокодирование административных границ Воложинского и Столбцовского районов и населенных пунктов, расположенных на территории этих районов, на топографической основе карты масштаба 1:100000. Затем инструментальными средствами модулей РАСТР Профи и ImageWarp были осуществлены преобразование масштабов и привязка растровых и векторных тематических слоев (векторные слои административных границ и населенных пунктов, растровые изображения карты-схемы линейных аментов Республики Беларусь и карты загрязнения территории Республики Беларусь цезием-137) для построения комбинированной пространственной модели.



а



б



в

Рис. 3. Преобразование масштабов и привязка пространственных моделей:
 а – привязка пространственной информации к территории;
 б – совмещение загрязненной территории с Ивенецко-Першайской геодинамической зоной;
 в – оценка адекватности априорной категоризации

3. Атрибутивная пространственная информация о населенных пунктах, расположенных как внутри изучаемой зоны (загрязненной радионуклидами цезия и «чистой»), так и вне ее, соответствует ранее полученным данным (рис. 3в).

4. Территория Воложинского и Столбцовского районов, загрязненная радионуклидами ^{137}Cs , расположена точно над фрагментом Балтийско-Украинского супперрегионального линеймента (рис. 3а, 3б).

С учетом полученной информации, средствами ArcView GIS была проведена экстраполяция уже имеющихся данных на всю территорию Воложинского и Столбцовского районов с целью формирования тематических слоев данных, включающих все населенные пункты в этих районах, относящиеся к определенным ранее категориям. Для этого линии разломов были продолжены до административных границ районов, и, таким образом, был расширен список населенных пунктов, расположенных над ними. Следовательно, был расширен и список населенных пунктов, расположенных в зоне между разломами. К категории населенных пунктов, расположенных на территории, загрязненной радионуклидами ^{137}Cs , были добавлены пункты, расположенные не только над Балтийско-Украинским супперрегиональным линейментом (1 на рис. 4), но и над фрагментом локального линеймента (2 на рис. 4), находящегося на западе Воложинского района.

Результаты данного исследования послужили основой для дальнейшей работы по оценке воздействия геофизических факторов, действующих в

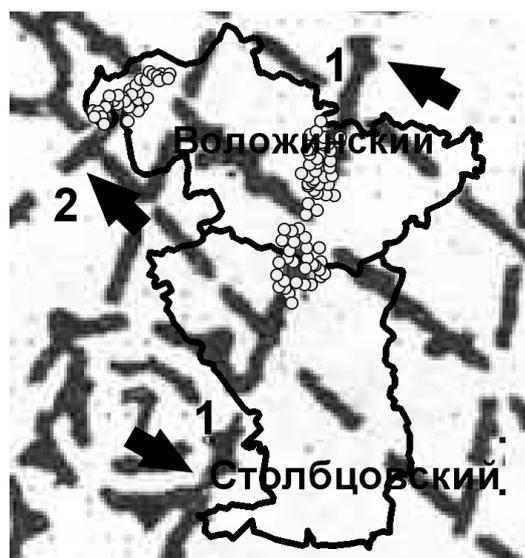


Рис. 4. Геокодирование населенных пунктов на территориях, загрязненных радионуклидами ^{137}Cs , в Воложинском и Столбцовском районах

зонах линейных и кольцевых структур литосферы, на формирование геоэкологической обстановки.

С использованием описанной методики, материалов (карта масштаба 1:100000, карта-схема линейных и кольцевых структур) и программного обеспечения (ArcView 3.2a, ImageWarp, РАСТР Профи) было осуществлено геокодирование с последующим совмещением масштабов населенных пунктов, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2010 г. №132 (далее – Перечень). При этом для Витебской, Гродненской и Минской областей осуществлялось геокодирование всех населенных пунктов, входящих в Перечень (все расположены в зоне проживания с периодическим радиационным контролем), для Брестской, Гомельской и Могилевской – всех населенных пунктов, расположенных в зоне последующего отселения, зоне с правом на отселение, и части населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем.

На рис. 5 населенные пункты, расположенные в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, обозначены символами с фоном белого цвета, населенные пункты, расположенные в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения – символами с фоном серого и черного цвета соответственно.

При анализе полученной комбинированной пространственной модели очевидно прослеживается тенденция к концентрации населенных пунктов, включенных в Перечень, вблизи ряда линейных и кольцевых структур (см. рис. 5). В Витебской, Гродненской и Минской областях это характерно для всех населенных пунктов. При этом единственный населенный пункт в Витебской области, включенный в Перечень, расположен в непосредственной близости от пересечения двух линейных структур (на рис. 5 указан стрелкой).

В Брестской, Гомельской и Могилевской областях данная тенденция для населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, менее очевидна, так как загрязнению подверглись значительно большие площади. Тем не менее, она проявляется для населенных пунктов, расположенных в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения (см. рис. 5).

Следует отметить, что не все линейные и кольцевые структуры отмечены зонами загрязнения тер-

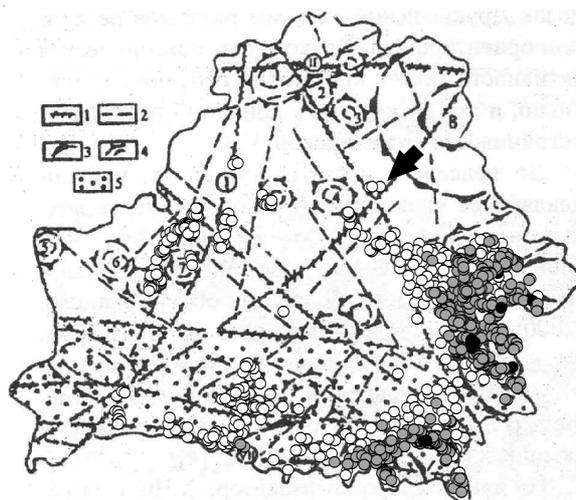


Рис. 5. Геокодирование населенных пунктов Республики Беларусь, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения»

ритории радионуклидами цезия (рис. 3б, 4, 5). Причины данного явления могут быть установлены в ходе дополнительных исследований состояния и геофизических характеристик разломов.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что использование метода пространственно-атрибутивной категоризации данных с использованием средств программного обеспечения, реализующего технологии географических информационных систем, позволяет получить новую информацию об объекте исследования. Полученная дополнительная информация обеспечит повышение адекватности и эффективности моделирования и достоверности оценок при анализе моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова, С.И. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в регионах Беларуси через 22 года после катастрофы на Чернобыльской АЭС / С.И.Антипова, Н.Г.Шебеко // Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – 2009. – №1–2. – С.3–10.
2. Михайлов, В.И. Разломы земной коры и их влияние на строительство и эксплуатацию инженерных сооружений / В.И.Михайлов // Вестник БНТУ. – 2009. – №1. – С.43–48.
3. Тяшкевич, И.А. 40 лет развития метода дистанционного зондирования природных ресурсов в Республике Беларусь / И.А.Тяшкевич // Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование. – Минск, 2006. – С.6–10.
4. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.

5. *Гарецкий, Р.Г.* Эколого-тектонифизическая среда Беларуси / Р.Г.Гарецкий, Г.И.Каратаев. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 175 с.
6. *Лаптёнок, С.А.* Оценка влияния некоторых стрессовых факторов на развитие зоба у детей методом логарифмов преобладания / С.А.Лаптёнок, А.Н.Аринчин, Н.В.Арсюткин // *Здравоохранение.* – 1998. – №7. – С.43–46.
7. *Бубнов, В.П.* Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В.Дорожко, С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
8. *Лаптёнок, С.А.* Оценка влияния некоторых стрессовых факторов на развитие зоба у детей методом приращения информации / С.А.Лаптёнок, Н.В.Арсюткин // *Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС.* – 1998. – №3. – С.22–26.

SPATIAL AND ATTRIBUTE CATEGORIZATION OF GEOENVIRONMENTAL DATA IN THE ANALYSIS OF THE EPIDEMIOLOGICAL RISKS

¹ S.A.Laptyonok, ^{2,3} L.A.Boychuk

¹ Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

² Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

³ Minsk City Emergency Hospital, Minsk, Republic of Belarus

The technology of geographic information systems was used to assess the impact of natural and anthropogenic factors in the crustal fault zones on different aspects of human life; methods for estimating correlation of the conjugate indicators were used for the processing of categorized data. Combined spatial model was built. The analysis of the model revealed a tendency to concentrate the settlements, which were included in the List of settlements and objects in the areas of radioactive contamination, near a number of lineaments and ring structures. The List was approved by the resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus from 01.02.2010 No 132. It is concluded, that the use of the method of spatial and attribute categorization of data using software tools, implementing the technologies of geographic information systems, provides new information about the object of the research. Acquired additional information will improve the adequacy and effectiveness of simulation as well as the accuracy of the estimation of the models' analysis.

Keywords: Republic of Belarus, Minsk Region, Volozhin District, Stolbtsy District, Ukrainian-Baltic lineament, contaminated with ¹³⁷Cs radionuclide territory, geographic information systems, spatial and attribute categorization, logarithms predominance method, information increment method, epidemiological risk analysis.

Поступила 04.08.2016 г.