

**С.А. Лаптёнок**

**S.A. Lapyonok**

*267413@mail.ru*

**А.Д. Невгин**

**A.D. Neuhin**

*alexflamewolf1997@gmail.com*

**А.А. Кологривко**

**A.A. Kologrivko**

*kologrivko@tut.by*

**Х.М. Ель Хамад**

**K.M. El Hamad**

*khaled-al-hamad@hotmail.com*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Belarusian national technical university, Minsk, Republic of Belarus

**ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ  
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ  
РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**DYNAMIC SPATIAL MODELLING OF SOME GEO-ECOLOGICAL FACTORS IN  
ANALYSIS OF EPIDEMIOLOGICAL RISKS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC  
OF BELARUS**

**Аннотация:** в статье описан метод динамического пространственного моделирования с использованием технологий географических информационных систем отдельных геоэкологических факторов в целях повышения эффективности анализа эпидемиологических рисков. Представлены пространственные модели взаимодействия природных и антропогенных геоэкологических факторов на основе пространственной категоризации населенных пунктов и объектов на территории Республики Беларусь, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

**Abstract:** the purpose of the study is to evaluate the effectiveness of the application of combined spatial modelling methods, using geographic information systems (GIS), for analysis the impact of various geoeological factors on the state of the environment and safety of the population.

**Ключевые слова:** пространственное моделирование, геоэкологические факторы, пространственная категоризация, эпидемиологические риски.

**Keywords:** spatial modelling, geoecological factors, safety of the population.

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.

На основе информации, представленной, в частности, источниками [1, 8, 9], была сформулирована цель данного исследования: оценить возможное 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 категорийно-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 [2, 5] и метод приращения информации [2, 4]. 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.

С использованием карт масштаба 1:100 000, карты-схемы линеаментов и кольцевых структур и специализированного 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 № 132 от 01.02.2010 г. На рис. 1 населенные пункты, расположенные в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, обозначены

символами с фоном зеленого цвета, населенные пункты, расположенные в зоне с правом на отселение и зоне последующего отселения – символами с фоном голубого и красного цвета соответственно.

При анализе полученной комбинированной пространственной модели, очевидно, прослеживается тенденция к концентрации населенных пунктов, включенных в «Перечень...», вблизи ряда линеаментов и кольцевых структур (см. рис. 1). 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 линеаментов (на рис. 1 указан стрелкой).

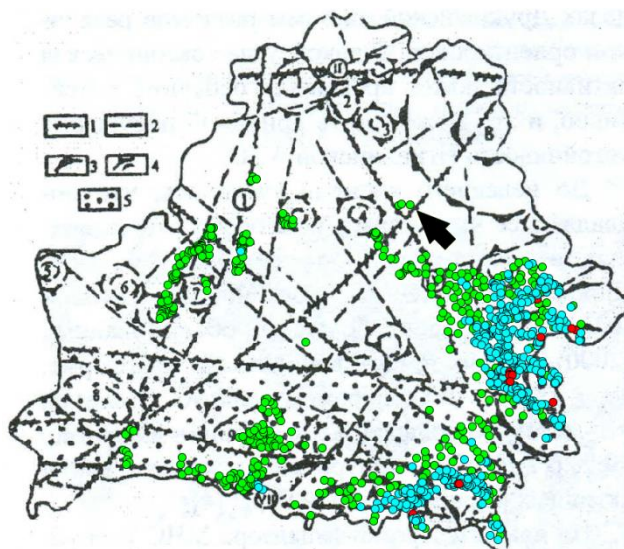


Рис. 1. Геокодирование населенных пунктов Республики Беларусь, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 132 от 01.02.2010 г.

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. 1).

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 9 от 11.01.2016 г. утвержден «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения». В таблице представлены данные, отражающие динамику изменения количества населенных пунктов Республики Беларусь, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения в соответствии с официальной информацией.

С использованием описанной выше методики на основании данных «Перечня населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 9 от 10.01.2016 г., получена комбинированная пространственная модель, представленная на рис. 6. 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, кроме деревни Тихоновщина Воложинского района Минской области), для Брестской, Гомельской и Могилевской – всех населенных пунктов, расположенных в зоне последующего отселения и зоне с правом на отселение (населенные пункты, расположенные в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, были исключены из модели в целях определенного повышения информативности).

Анализ данной пространственной модели позволяет заключить, что при незначительном сокращении количества населенных пунктов, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами цезия-137, тенденция их концентрации вблизи линеаментов и кольцевых структур литосферы сохраняется (рис. 1, 2).

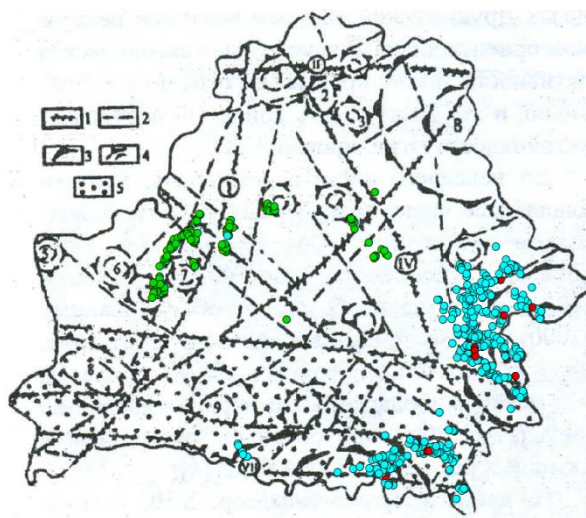


Рис. 2. Геокодирование населенных пунктов Республики Беларусь, входящих в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 9 от 10.01.2016 г.

### **Заключение**

Следует заметить, что не все линеаменты и кольцевые структуры отмечены зонами загрязнения территории радионуклидами цезия-137 (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.

### Список литературы

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. *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.
3. *Гарецкий, Р. Г.* Эколого-тектонифизическая среда Беларуси / Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 175 с.
4. *Лаптенюк, С. А.* Оценка влияния некоторых стромогенных факторов на развитие зоба у детей методом приращения информации / Лаптенюк С. А, Арсюткин Н. В. // Медико-биологические аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – 1998. – № 3. – С. 22–26.
5. *Лаптенюк, С. А.* Оценка влияния некоторых стромогенных факторов на развитие зоба у детей методом логарифмов преобладания / Лаптенюк С. А, Аринчин А. Н., Арсюткин Н. В. // Здоровоохранение. – 1998. – № 7. – С. 43–46.
6. *Лаптёнок, С. А.* Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С. А. Лаптёнок. – Минск : БНТУ, 2013. – 287 с.
7. *Лаптёнок, С. А.* Пространственно-атрибутивная категоризация геоэкологических данных при анализе эпидемиологических рисков / С. А. Лаптёнок, Л. А. Бойчук // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2016. – № 4. – С. 93–98.
8. *Михайлов, В. И.* Разломы земной коры и их влияние на строительство и эксплуатацию инженерных сооружений / Михайлов В. И. // Вестник БНТУ. – 2009. – № 1. – С. 43–48.
9. *Тяшкевич, И. А.* 40 лет развития метода дистанционного зондирования природных ресурсов в Республике Беларусь / И. А. Тяшкевич // Дистанционное зондирование природной

среды: теория, практика, образование : сборник научных статей / под. ред. В. Н. Губина. – Минск, 2006. – С. 6–10.