

КАРТОГРАФО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ РОСЛИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ¹³⁷Cs

В статті представлено методологію картографо-аналітичної оцінки небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції радіоцезієм та розроблено відповідну картосхему на територію Чернігівської області. Під час застосування функцій топологічного оверлею в ГІС використано пріоритетний підхід, який передбачає умовний поділ інформаційних шарів на «основні» та «допоміжні».

Ключові слова: картографо-аналітична оцінка, ГІС, топологічний оверлей, агроекологічний стан, ¹³⁷Cs

Вступ. Проблеми розробки алгоритмів картографування радіаційно забруднених ділянок ґрунтового покриву сьогодні набувають більшої ваги, адже площі таких земель у світі невпинно збільшуються. Вплив техногенних аварій на режим використання ґрунтів докорінно змінює підходи щодо оцінки, прогнозування та розвитку в них процесів переміщення (міграції), трансформації забруднюючих речовин. Недостатньо вивченою на сьогодні вважається проблема картографування значних за площею ділянок ґрунтового покриву, які зазнали радіоактивного забруднення, головним чином, внаслідок необхідності використання методу генералізації та застосування середньозважених величин при створенні екологічних карт, що, певною мірою, нівелює результат самої оцінки.

Вихідні передумови. Загально відомо, що рівень забрудненості сільськогосподарської продукції радіоцезієм залежить від великої кількості складових як-то: особливості ґрунтового покриву території, що оцінюється, рівня зволоженості ґрунтів, їх гумусного стану, забезпеченості поживними елементами (у першу чергу калієм, який є природним антагоністом ¹³⁷Cs), особливостями ландшафтної структури території, наявності природних геохімічних бар'єрів, які визначають характер вертикальної та горизонтальної міграції радіонуклідів, рівнем дефляційної небезпеки

ґрунтів та ін. Наведені чинники, утворюючи складні механізми взаємодії, визначають ступінь радіонуклідного забруднення рослин, знижуючи їх якість.

Крім вказаних чинників, насиченість сівозмін сільськогосподарськими культурами з неоднаковою біологічною здатністю накопичувати радіонукліди, створює локальний характер забрудненості рослинницької продукції.

Названі складові та відсутність систематизованої інформації про реальну небезпеку отримання в результаті виробництва низькоконкурентної продукції з відомих причин відлякує потенційних інвесторів від вкладання коштів у розвиток рослинницької галузі.

Зважаючи на вищезазначене, проблематика адекватної оперативної та прогнозової оцінки небезпеки забруднення сільськогосподарської ¹³⁷Cs, відіграє важливу роль. При цьому надзвичайно важливою є необхідність відображення локального характеру виникнення такої небезпеки під час господарювання.

Незважаючи на те, що й зарубіжні й вітчизняні вчені займалися розробкою методів картографування щодо оцінки небезпеки забруднення рослинницької продукції радіонуклідами, основою її проведення такої оцінки складає оцінка агроекологічного стану ґрунтів як головного індикатора, який віддзеркалює цю небезпеку.

Формулювання цілей статті, постановка задачі. Лишаються невирішеними проблеми об'єктивності та коректності здійснення означеної оцінки на значних територіях. У цьому випадку методи екологічного картографування відіграють важливу роль, надаючи можливість в одночасно з проведенням оцінки отримувати високоінформативний картографічний матеріал. В даній статті ставилися задачі оптимізації алгоритму проведення картографо-аналітичної оцінки небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції радіоцезієм та розробки відповідної картосхеми на територію Чернігівської області станом на 2014-2015 рр.

Викладення основного матеріалу. Для діагностування рівня радіоекологічної небезпеки забруднення рослинницької продукції радіоцезієм з використанням геоінформаційних систем (ГІС) на території Чернігівщини проведені аналітичні роботи, які включали три послідовні етапи їх виконання.

Перший етап. Розробка географічної інформаційної системи, яка містить необхідну інформацію, включала розробку та використання векторних географічних основ з подальшою їх прив'язкою до системи географічних координат.

Другий етап. Проведення аналізу на основі застосування ГІС-технологій, який мав за мету виокремленням зон з різним рівнем агроекологічної небезпеки виробництва продукції рослинництва у зв'язку

з забрудненням ^{137}Cs .

Третій етап. Визначення ступеня небезпеки забруднення рослинницької продукції радіонуклідами на ґрунтах Чернігівщини з використанням функцій топологічного оверлею (overlay).

На першому етапі проведено збір та систематизацію даних, що характеризують агроекологічний стан ґрунтового покриву. Для створення геоінформаційної системи використано:

- дані масових ґрунтових обстежень Державного проектно-вишукувального центру «Родючість» в Чернігівській області за 1995-2000 роки – еколого-агрохімічні паспорти підприємств області, що виготовлені на сільськогосподарські угіддя;

- дані суцільних радіологічних обстежень сільськогосподарських угідь ізотопами ^{137}Cs , проведених обласною станцією хімізації сільського господарства та Чернігівським радіологічним центром у 1990-1992 роках.

У якості картографічної основи використано топографічну карту Чернігівської області з масштабом 1:50000. Аналіз проведений з використанням стандартних програмних пакетів фірми ESRI – прив'язку топографічної основи з використанням засобів ArcGis - 9,2, проведення аналізу із застосуванням модулів Spatial Analyst - 2,0 та Geoprocessing в програмі Arc View-3,2a.

Уведення узагальнених показників за окремими господарствами для створення картосхем здійснювалося точками у центроїдах за відповідними сільськими та селищними радами Чернігівської області. При цьому був обраний метод інтерполяції spline (сплайн), що враховує умову мінімальної кривизни земної поверхні, проведеної через вхідні точки з автоматичним вибором оптимальної математичної функції і врахуванням заданого числа найближчих точок зі значеннями показників. Метод класифікації при встановленні градацій – “природних меж”, який використовує статистичну обробку даних – оптимізацію за Дженком з метою зменшення коливань значень показників у середині класів.

При створенні картосхем враховувалась відповідна кількість точок - показників щільності забруднення ґрунтового покриву ^{137}Cs – 524, показників кислотності ґрунтів (рН сольовий) - 490.

Для розробки інтегральної картосхеми, яка отримана шляхом зведення двох інформаційних шарів, застосовувались функції об'єднання (union), перетину (intersect) та відсікання (clip) з утворенням 404 полігонів та подальшим здійсненням зонування за градаціями (рис. 1).

Аналіз здійснювався на основі пріоритетного підходу з попереднім умовним поділом на “основний” інформаційний шар (щільність радіоцезію - 137) та “допоміжний” (кислотність ґрунтів).

Для більш об'єктивної прогностичної оцінки агроекологічної небезпеки

наблюдения	цез-рН	щільність	бали
2	7	5	17
2	7	5	17
2	7	5	17
2	7	5	17
2	7	5	17
2	7	5	17
2	7	5	17
2	7	5	17
1	6	5	16
2	6	4	15
2	6	4	15
1	5	4	14
4	7	3	13
4	7	3	13
4	7	3	13

Рис. 1. Проведення зонування в Arc View GIS 3.2a

забруднення ґрунтового покриву враховано фізичний розпад радіоцезію з часу проведення обстеження (23 роки).

За даними Б.С Прістера, М.О. Лощилова, О.Ф. Німця та В.А. Пояркова [1] щільність забруднення радіонуклідів у часі змінюється аналогічно кількості радіоактивних ядер, за експоненціальним законом:

$$Q = Q_0 \exp \left(- \frac{0,69}{T_{\frac{1}{2}}} (t - t_0) \right),$$

де Q - прогнозна активність;

Q_0 - активність у момент часу спостереження t_0 ;

$T_{\frac{1}{2}}$ - період напіврозпаду нукліду.

$(t - t_0)$ - період, на протязі якого відбувається розпад.

Як відомо, даний закон справедливий, якщо кількість радіоактивних ядер зменшується виключно за рахунок розпаду.

Як зазначалося, в ході аналізу враховано один з основних фізико-хімічних показників – рН ґрунтового середовища, який зумовлює підвищену рухомість радіоцезію, і як наслідок, істотно змінює його агроекологічну небезпеку щодо можливості виробництва екологічно чистої продукції у випадку інших однакових умов (табл. 1).

Табл. 1.

Рівні критичності для визначення небезпеки забруднення рослинницької продукції радіоцезієм

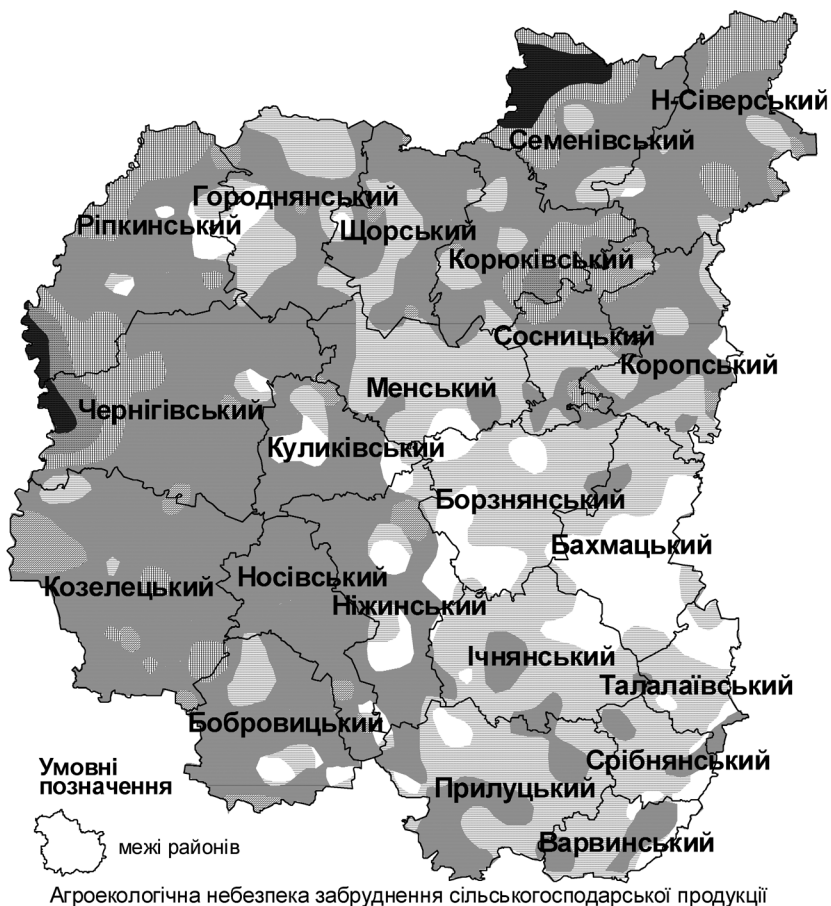
№ п/п	категорії ґрунтів за показником рН	послідовність зниження рівня небезпеки, бал
1	близькі до нейтральних	1
2	слабокислі	2
3	лужні	3
4	кислі	4
5	близькі до нейтральних	5

Використовуючи наведену формулу, показники щільності в окремих господарствах були відповідно скориговані і за результатами розрахунку складено картосхему щільності забруднення станом на 2014-2015 роки.

В результаті інтегрування інформаційного шару, який містить дані про кислотність ґрунтів, у інформаційний шар прогнозу щільності, було розроблено картосхему, що характеризує агроекологічну небезпеку забруднення рослинницької продукції Чернігівщини ^{137}Cs (рис. 2). З допомогою зонування визначено кризові території, що віддзеркалюють просторове поширення небезпеки забруднення рослинницької продукції на ґрунтовому покриві з урахуванням кислотності ґрунтів.

Дані картосхеми свідчать про локальний характер існуючої небезпеки забруднення рослинницької продукції радіоцезієм. Західна, північно-західна та північна частини Чернігівської області (зона Полісся) з поширеними дерново-підзолистими ґрунтами найбільш екологічно нестабільні та є інвестиційно значно менш привабливими як для вітчизняних так і для іноземних інвесторів. Переважна частина аграрних підприємств на означених територіях не функціонують або ж працюють з низькою ефективністю.

Натомість у східній та південно-східній частинах Чернігівщини (зона Лісостепу), де поширені чорноземи типові малогумусні, темно-сірі опідзолені ґрунти практично не зазнала радіаційного впливу. Вірогідність забруднення продукції рослинництва мінімальна. Незначна щільність



інтенсивність забруднення		рівні небезпеки, бали			
коефіцієнт перевищення	кБ/м ²	умовно нижчий		умовно вищий	
доаварійний фон	< 3,7		0 - 2		3 - 5
> 2 - 4	> 3,7 - 14,8		6 - 8		9 - 10
> 4 - 10	> 14,8 - 37,0		11 - 13	генералізовано	14 - 16
> 10 - 20	> 37,0 - 74,0		17 - 18	генералізовано	19 - 20
> 20	> 74,0		21 - 22	генералізовано	23 - 24

Рис. 2. Картографо-аналітична оцінка небезпеки забруднення продукції рослинництва ¹³⁷Cs на території Чернігівщини

радіаційного фону зумовлена природним вмістом в цих ґрунтах ізотопу ^{40}K .

На територіях з чітко визначеною агроекологічною небезпекою отримання рослинницької продукції, забрудненої ізотопом цезію-137, необхідно дотримуватися принципів вирощування сільськогосподарської продукції в умовах підвищеної радіаційної небезпеки. Рекомендується розміщувати на цих землях сівозміни з насиченням технічних культур, з яких виробляють біодизель. За умов енергетичної кризи саме такий спосіб використання означених земель може виявитися економічно доцільним та екологічно виправданим. Однак, слід розуміти, що впровадження означених сівозмін повинно бути науково обґрунтованим, щоб мінімізувати ризик подальшого зниження рівня родючості ґрунтів Полісся Чернігівщини.

Висновки і перспективи подальших пошуків. Таким чином, використання ГІС-технологій дає можливість оперативно виявити кризові території та є важливим інструментом картографо-аналітичної оцінки та прогнозування змін агроекологічного стану ґрунтів. Застосування під час аналізу просторових операцій дає змогу отримати інтегральні картосхеми, які враховують рівень агроекологічної небезпеки забруднення сільськогосподарської продукції ^{137}Cs та моделювати перспективи його часової зміни. Важливою ланкою аналізу є застосування пріоритетного підходу, який передбачає умовний поділ інформаційних шарів, які характеризують цю небезпеку, на “основні” та “другорядні” (допоміжні), що в свою чергу істотно підвищує достовірність і об’єктивність оцінки.

Безумовно, достатньо актуальним напрямом подальших досліджень є розробка методики застосування функцій топологічного оверлею з метою виявлення територій, які внаслідок просторово-часових трансформацій агроекологічного стану ґрунтів (ландшафтів), відповідно, змінюють свій екологічно-оціночний статус. Означені зміни, в свою чергу, вимагають від держави адекватних кроків щодо встановлення подальшої правової, екологічної, економічної та соціальної перспективи розвитку та використання таких територій.

Рецензент – кандидат географічних наук А. В. Орещенко

Література:

1. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.С. Пристер, Н.А. Лоцилов, О.Ф. Немец, В.А. Поярков./ 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Урожай, 1991.- С. 9-15, 244-246.

П. И. Трофименко, Н. В. Трофименко

**КАРТОГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ^{137}Cs**

В статье представлено методологию картографо-аналитической оценки опасности загрязнения сельскохозяйственной продукции радиоцезием и разработано соответствующую картосхему на территорию Черниговской области. Во время применения функций топологического оверлея в ГИС использовано приоритетный подход, который предусматривает условное подразделение информационных слоев на «основные» и «вспомогательные».

Ключевые слова: картографо-аналитическая оценка, ГИС, топологический оверлей, агроэкологическое состояние, ^{137}Cs

P. Trofymenko, N. Trofymenko

CARTOGRAPHIC-ANALYTIC ASSESSMENT OF CROP PRODUCES POLLUTION BY ASSESSMENT

The paper presents the methodology of cartographic and analytic assessment of agricultural produce pollution danger by ^{137}Cs . The cartographic scheme of Chernihiv oblast has been worked out. The author has used the priority approach to apply function topologic overlay functions at GIS. The approach conventional division of information layers info “general” and “subsidiary”.

Key words: cartographic and analytic assessment, topologic overlay, agricultural state, ^{137}Cs .

Надійшла до редакції 15 червня 2011 р.