

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

Метод біотичного моніторингу карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоєкосистемі

Магістерська кваліфікаційна робота

Виконала: ст. групи ЕКО-14м В.А. Цимбалюк
Керівник: д.т.н., професор В.Б. Мокін

м. Вінниця 2015 р.

Мета

Розробка методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі

Задачі

1. Обґрунтувати розробку методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі.
2. Розробити алгоритм визначення та картування ареалів поширення карантинних рослин
3. Здійснити картування ареалів поширення амброзії полинолистої та тополі у м. Вінниця.
4. Дослідити зміну ареалів поширення амброзії полинолистої.
5. Розробити метод біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі.
6. Розрахувати економічну ефективність впровадження запропонованого методу.

Об'єктом досліджень є поширення амброзії полинолистої та тополі.

Предметом досліджень є зміни ареалів поширення амброзії полинолистої та тополі у м. Вінниця з використанням геоінформаційних технологій.

Галузь застосування

Екологічний контроль за карантинними організмами.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вперше запропоновано метод біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі з урахуванням просторово-хронологічних закономірностей цього поширення, що дозволяє розробити рекомендації щодо їх знешкодження в урбоекосистемі.

Розроблено алгоритм визначення та картування ареалів поширення амброзії полинолистої та тополі у ГІС «Карта 2011».

Вперше проведено картування ареалів поширення амброзії полинолистої у м. Вінниці згідно з даними Державної фітосанітарної інспекції Вінницької області за 2008 рік, що дозволяє підвищити ефективність екологічного контролю за змінами ареалів поширення амброзії полинолистої та вчасно реагувати на них.

Проведено картування ареалів поширення тополі у м. Вінниці згідно з даними Департаменту комунального господарства та благоустрою Вінницької міськради (ДКГБ ВМР) та за результатами натурних обстежень території м. Вінниці щодо наявності тополі.

Досліджено зміни границь ареалів поширення амброзії полинолистої з 2008 по 2014 рік в результаті співставлення паперових карт м. Вінниці, створених Державною фітосанітарною інспекцією Вінницької області, та проведених натурних досліджень.

Екологічне обґрунтування розробки методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі

Карантинний організм – вид шкідника, збудника хвороби рослини, який відсутній або обмежено поширений на території України та може завдати значної шкоди рослинам і рослинним продуктам.

Управління у сфері карантину рослин у Вінницькій області здійснює, перш за все, Державна фітосанітарна інспекція (<http://www.fito.vn.ua/>).



Екологічне обґрунтування розробки методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі

Основними завданнями Державної фітосанітарної інспекції Вінницької області є такі:

- охорона території країни від занесення регульованих шкідливих організмів;
- своєчасне виявлення, локалізація та ліквідація регульованих шкідливих організмів;
- запобігання проникненню регульованих шкідливих організмів у зони, вільні від таких регульованих шкідливих організмів;
- контроль за дотриманням особливого карантинного режиму і проведення заходів з карантину рослин при ввезенні, заготівлі, вивезенні, перевезенні, зберіганні, переробці, реалізації та використанні об'єктів регулювання.



Екологічне обґрунтування розробки методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі



Амброзія полинолиста – один з небезпечних карантинних організмів. Це однорічна рослина родини складноцвітних. Розмножується насінням. Поява сходів відбувається у квітні-травні.

Екологічне обґрунтування розробки методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі

Тополі – рід деревних листопадних рослин, родини вербуватих, заввишки 18–45 м і більше.

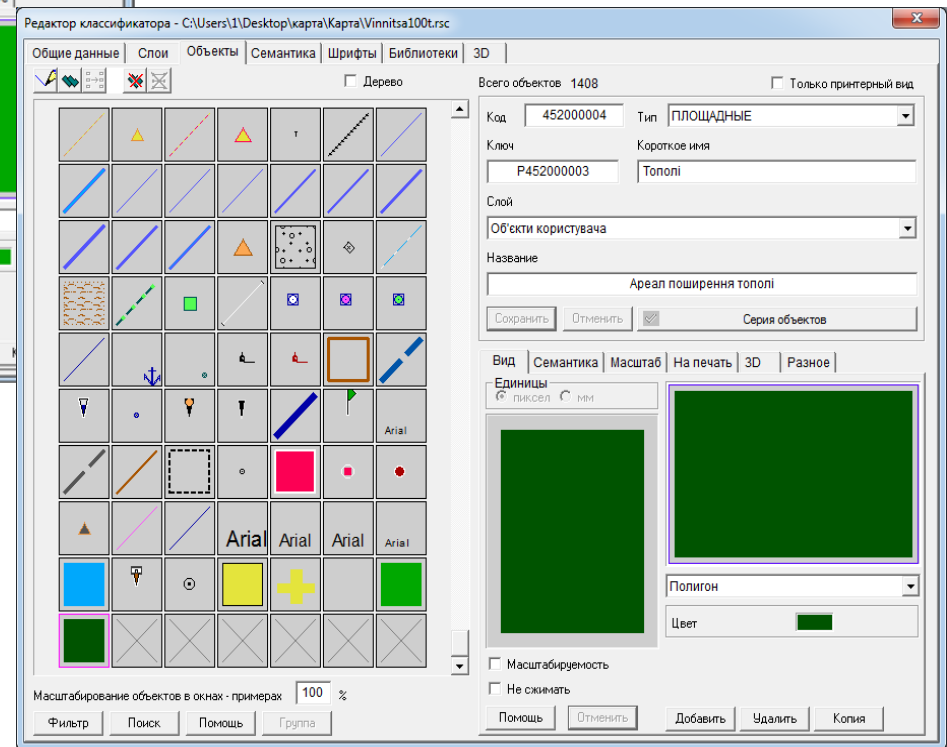
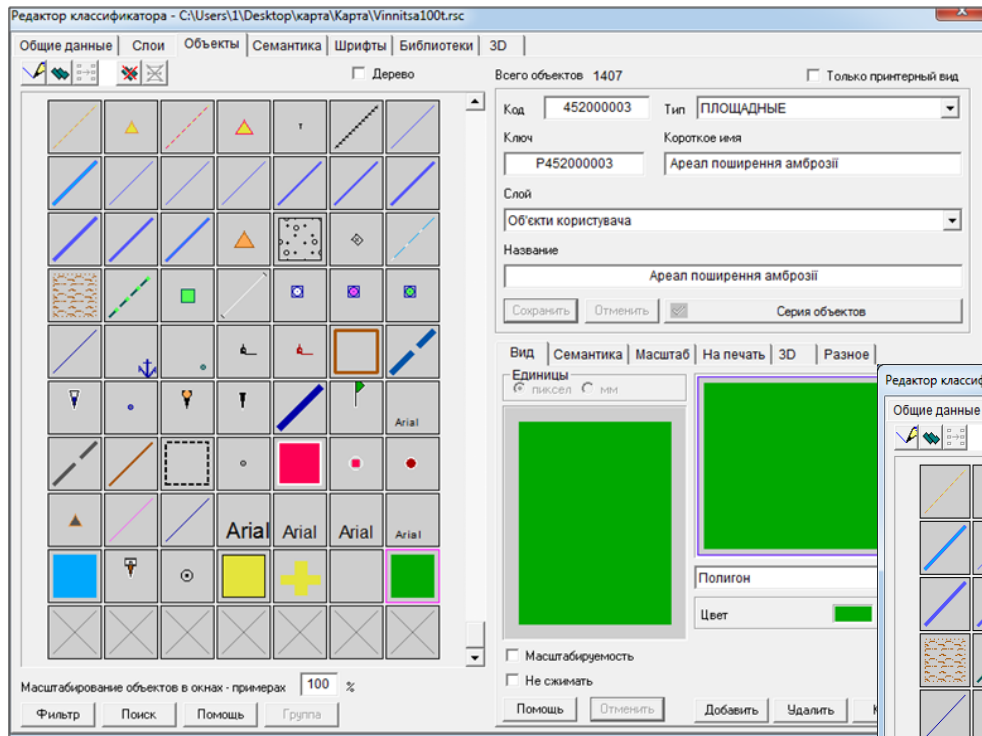


Алгоритм визначення та картування ареалів поширення карантинних рослин

Для картування ареалів розповсюдження амброзії полинолистої та тополі на території м. Вінниці був запропонований та відпрацьований такий алгоритм:

1. У пакеті програм ГІС «Карта 2011» підключити відкриті дані геопорталів.
2. Підключити топооснову з відомих геопорталів.
3. Створити карту користувача для збереження ареалів поширення амброзії та тополі як векторних об'єктів поверх даних геопорталів.
4. У класифікаторі ГІС «Карта 2011» створити умовні позначення об'єктів ГІС «Ареал поширення амброзії» та «Ареал поширення тополі» з відповідними характеристиками.

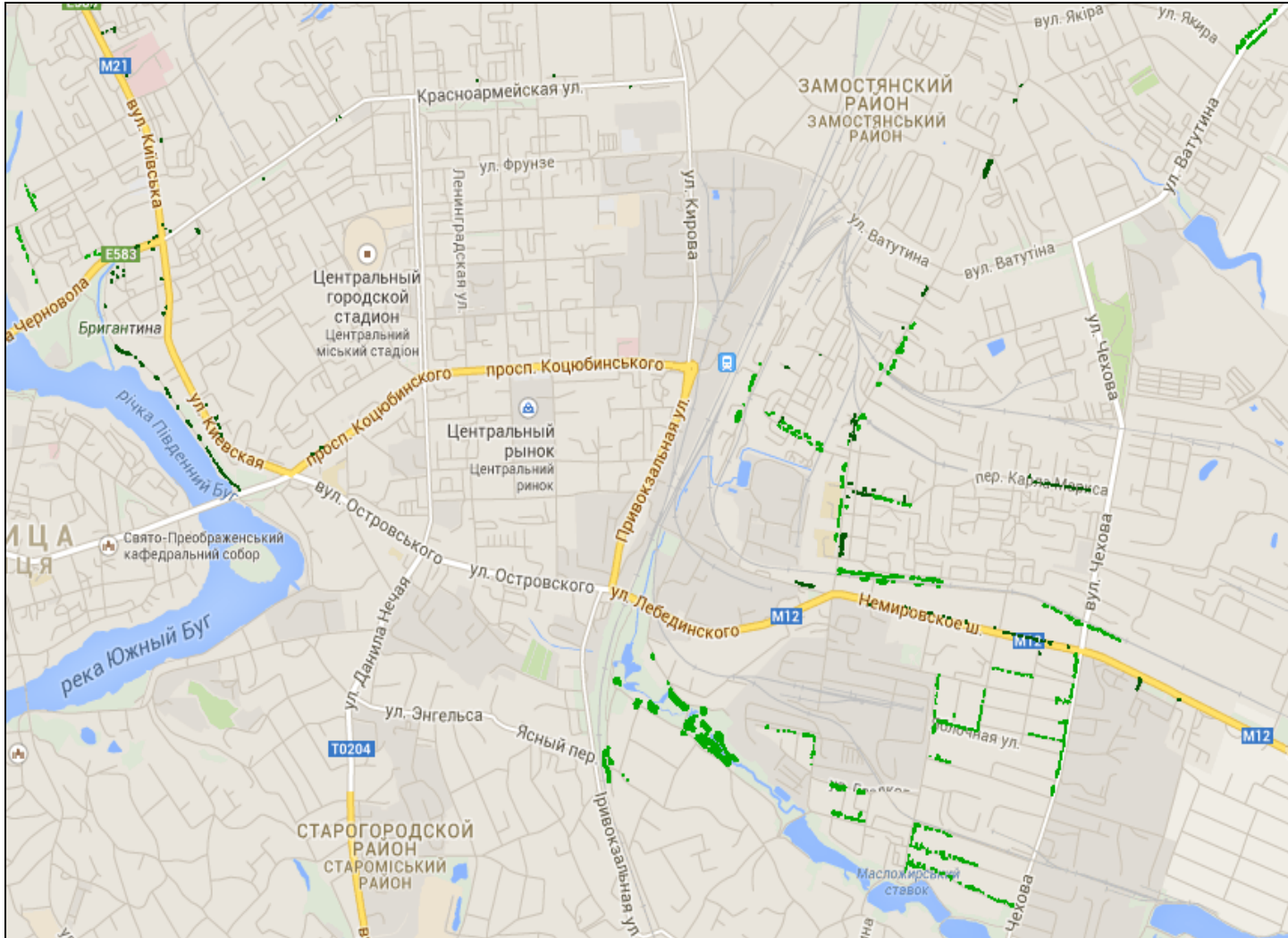
Створення умовного зображення карантинних рослин на карті ГІС



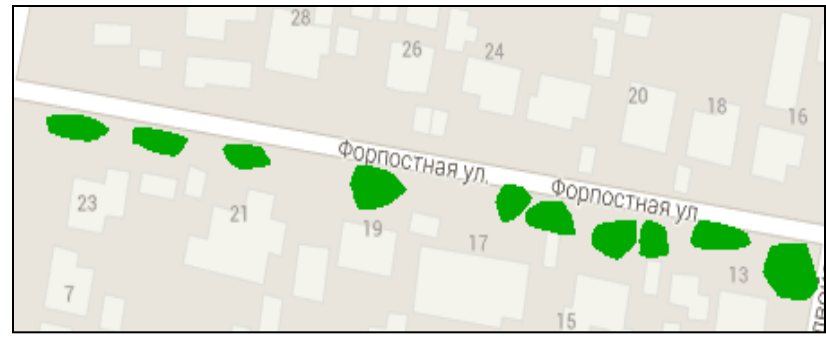
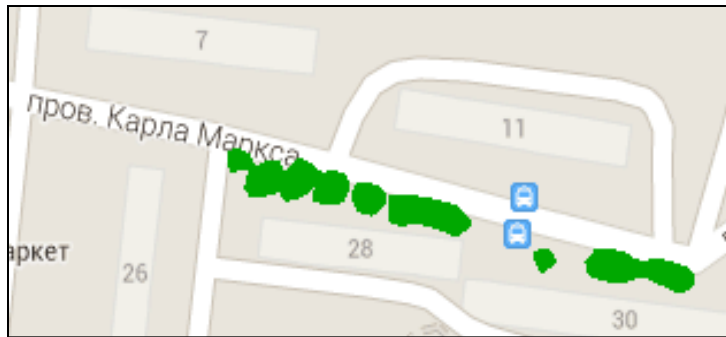
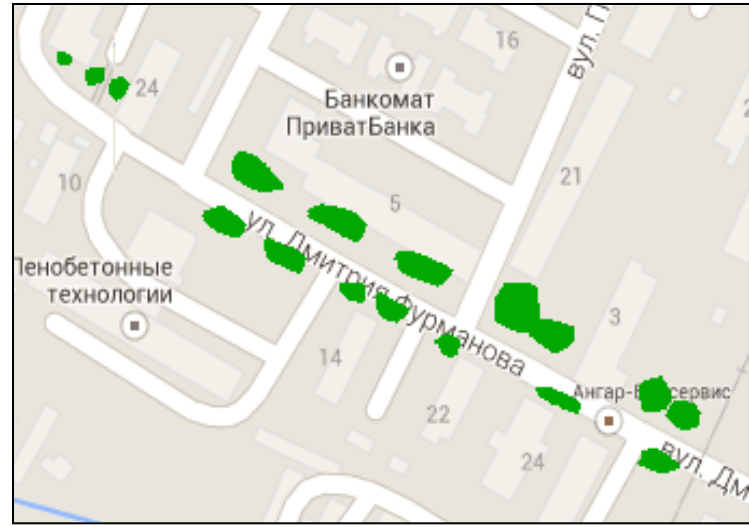
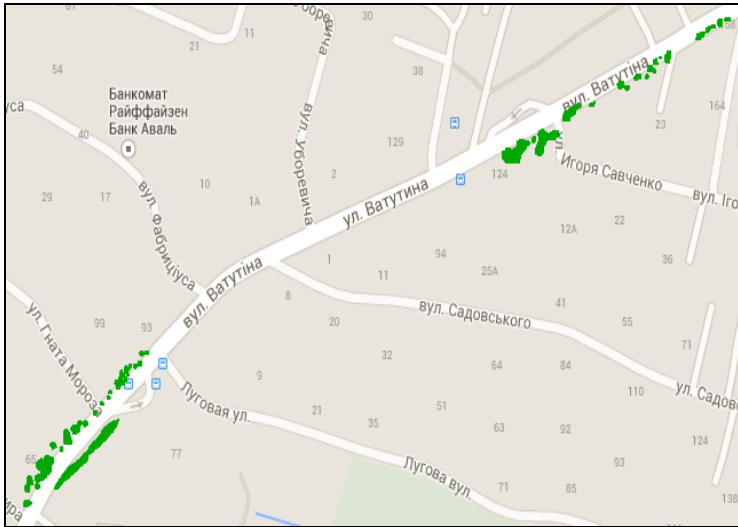
Алгоритм визначення та картування ареалів поширення карантинних рослин

5. Нанести об'єкти «Ареал поширення амброзії».
6. Провести натурні обстеження території м. Вінниці щодо наявності тополі згідно з даними Департаменту комунального господарства та благоустрою Вінницької міськради (ДКГБ ВМР). Нанести об'єкти «Ареал поширення тополі».
7. Дослідити зміни ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці з 2008 по 2014 рік.
8. Виявити закономірності та розробити рекомендації щодо підвищення ефективності контролю за поширенням амброзії полинолистої та тополі у м. Вінниця з використанням геоінформаційних технологій.

Результати картування ареалів поширення амброзії полинолістої на території м. Вінниці

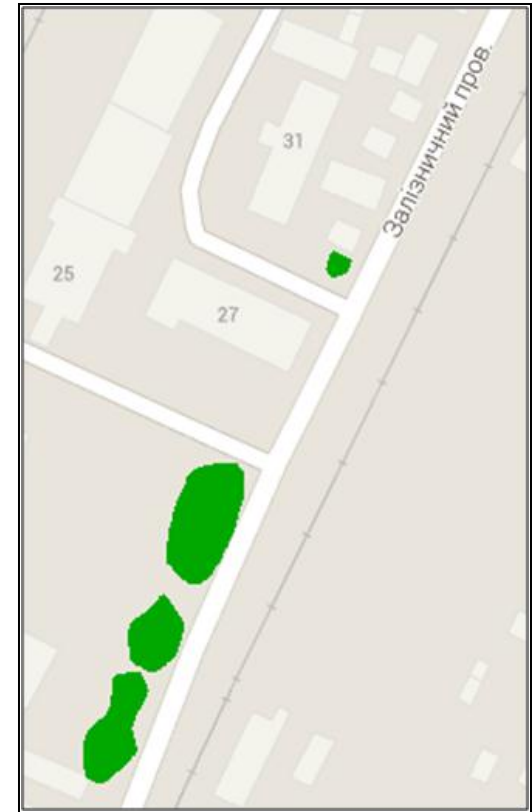
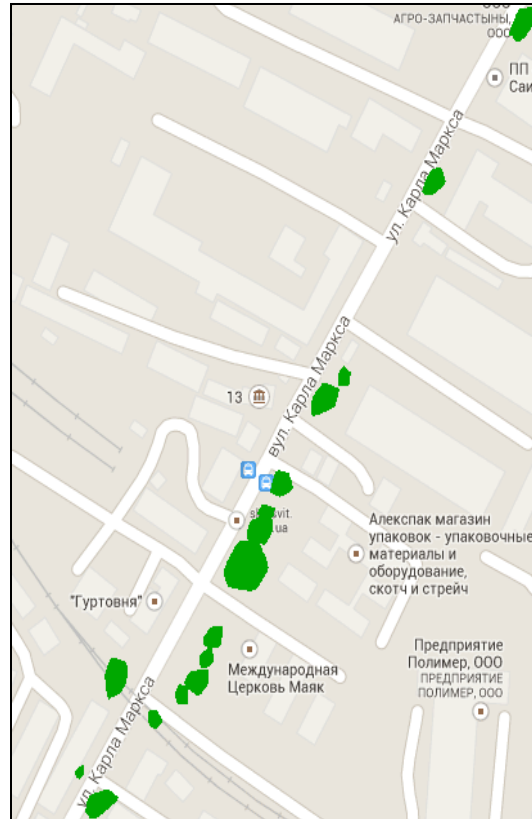
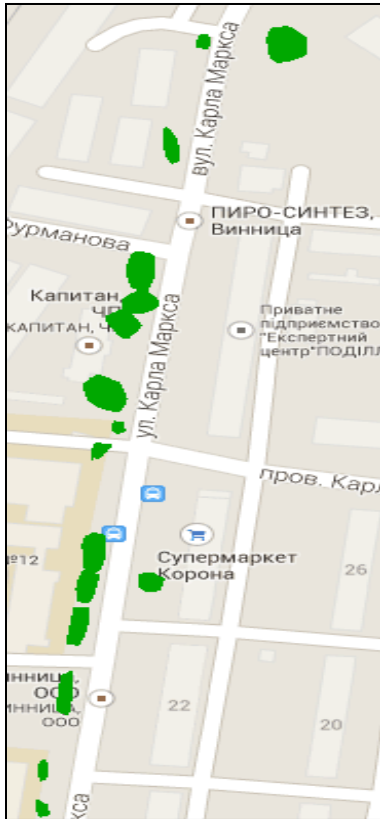


Результати картування ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



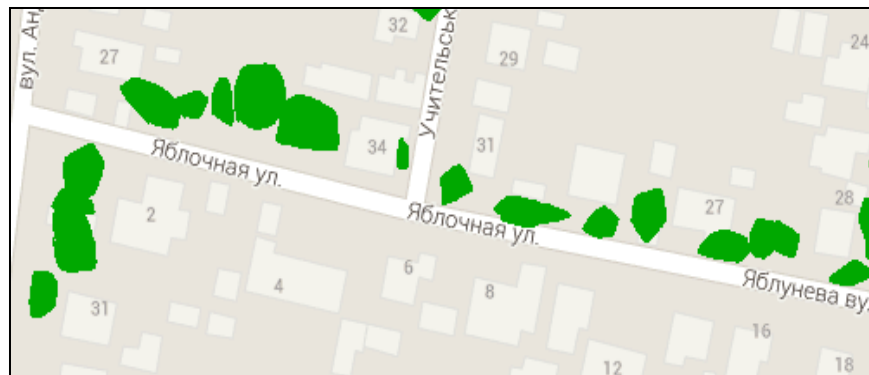
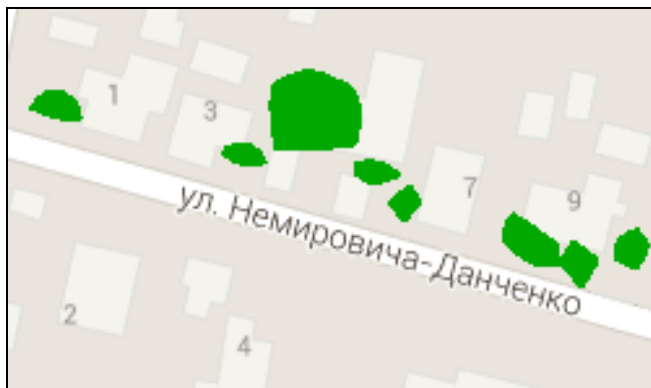
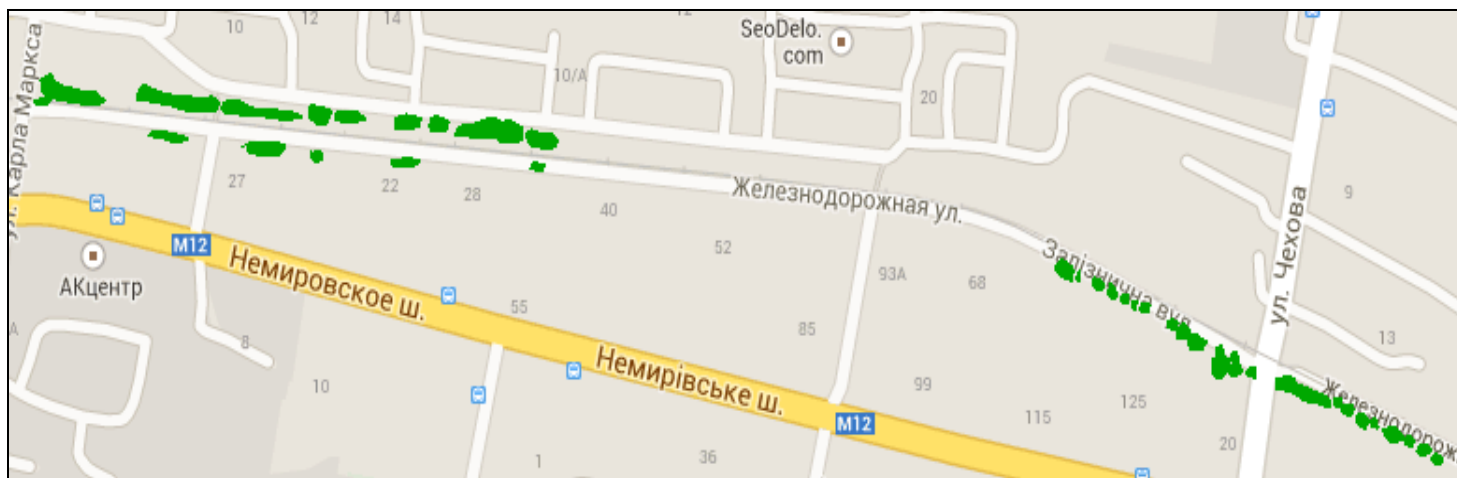
Ареал поширення амброзії полинолистої по вулицях Ватутіна, Д. Фурманова, Форпостній та провулку Карла Маркса

Результати картування ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



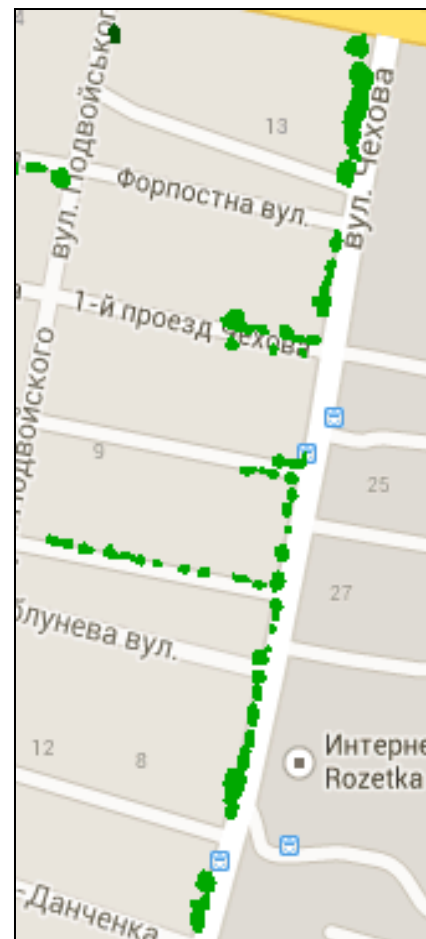
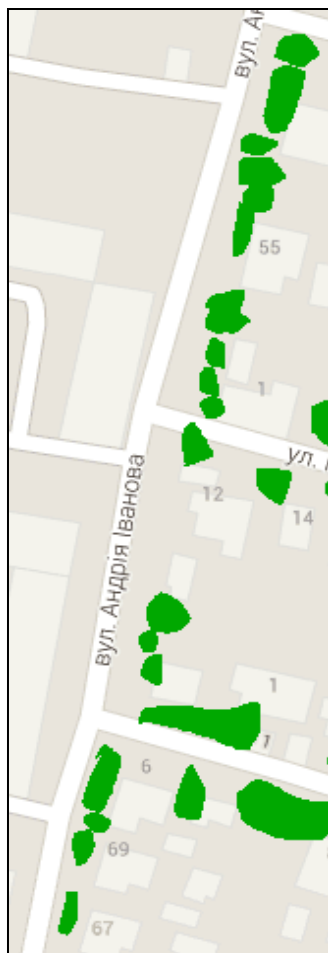
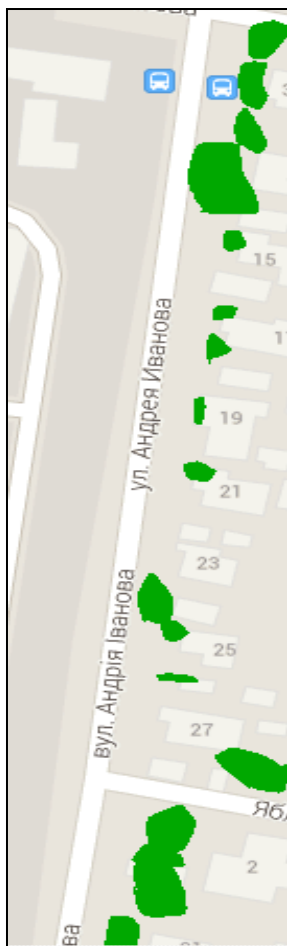
Ареал поширення амброзії полинолистої по вулицях Карла Маркса та Залізничному провулку

Результати картування ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



Ареал поширення амброзії полинолистої по вулицях Залізничній, Немировича-Данченка та Яблуневій

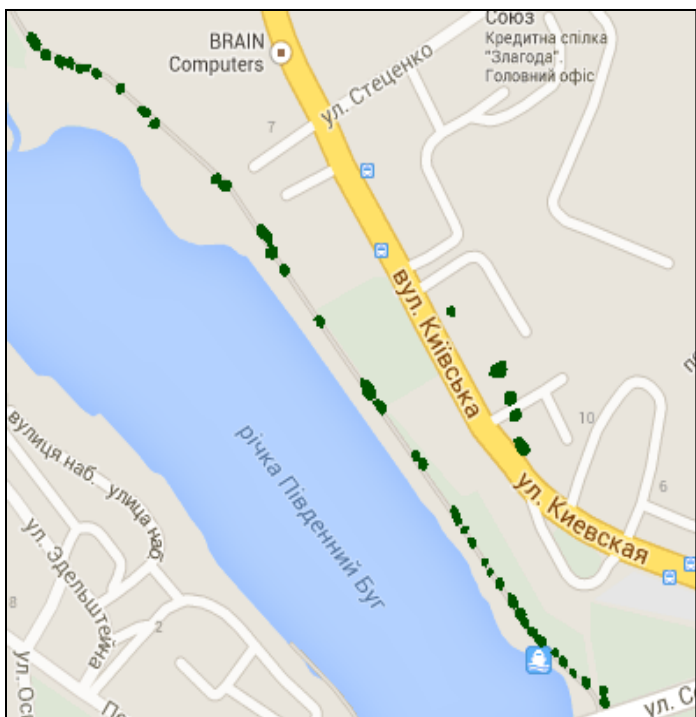
Результати картування ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



Ареал поширення амброзії полинолистої по вулицях Іванова, Чехова, 1-му, 2-му, 3-му проїздах Чехова

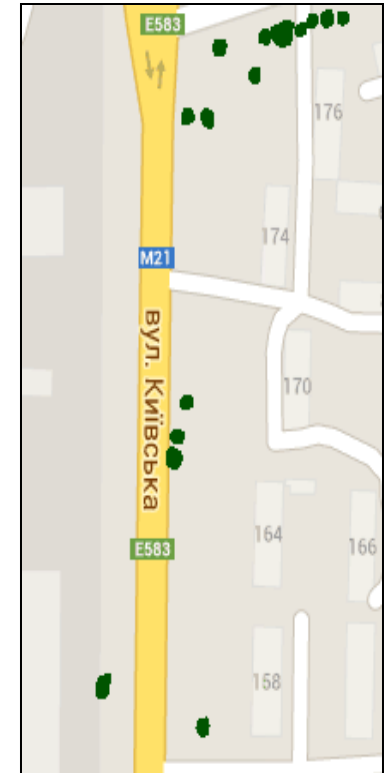
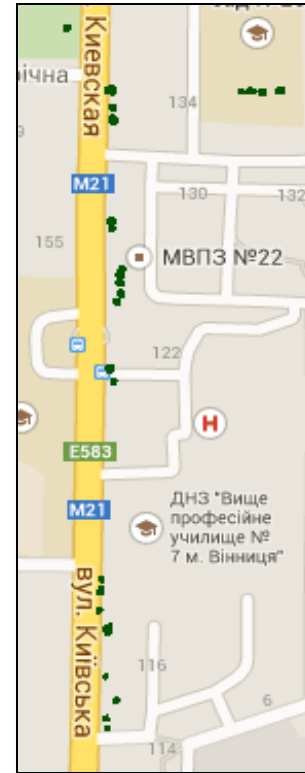
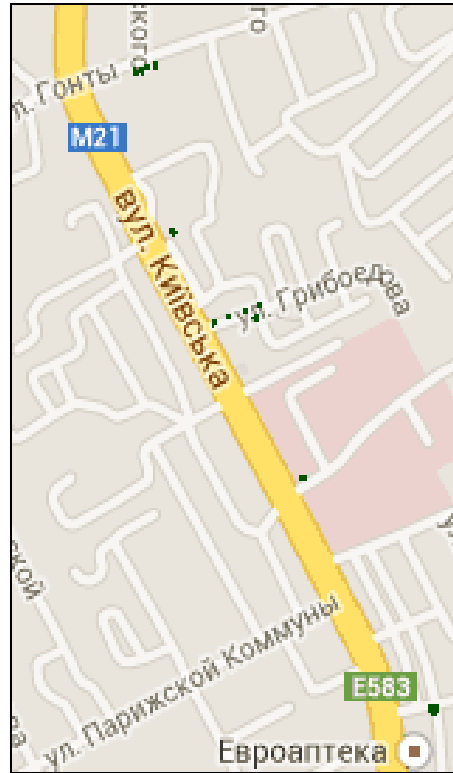
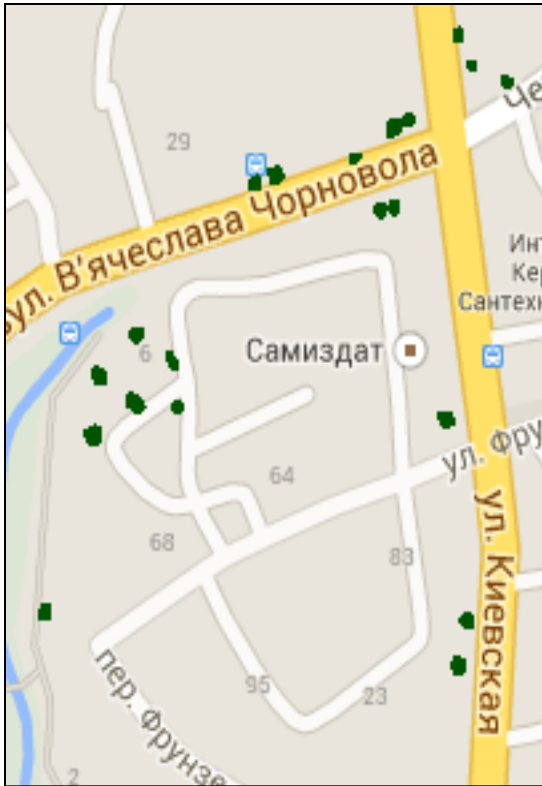
Результати картування ареалів поширення тополі на території м. Вінниці

У м. Вінниці є тополі двох видів, один з яких – пірамідальний, який майже не дає пуху.



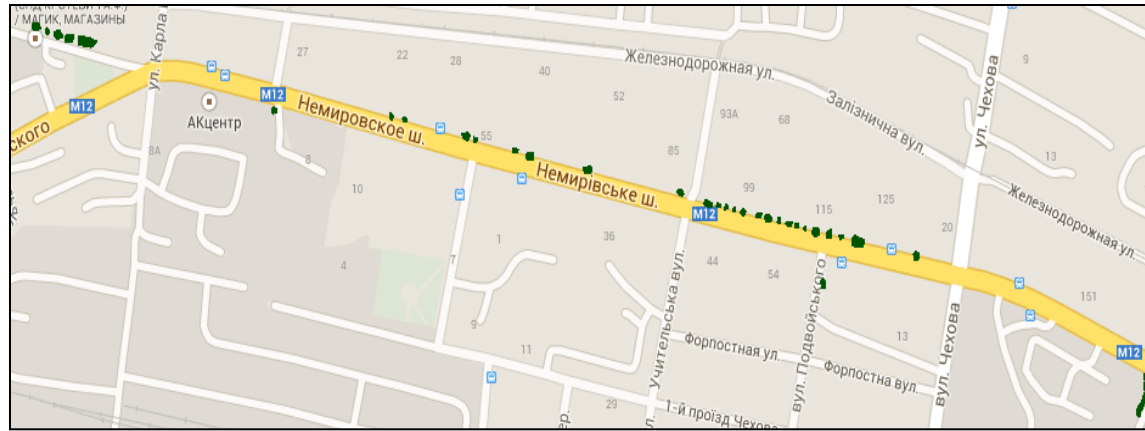
Ареал поширення тополі по вулиці Київській

Результати картування ареалів поширення тополі на території м. Вінниці



Ареал поширення тополі по вулиці Київській

Результати картування ареалів поширення тополі на території м. Вінниці



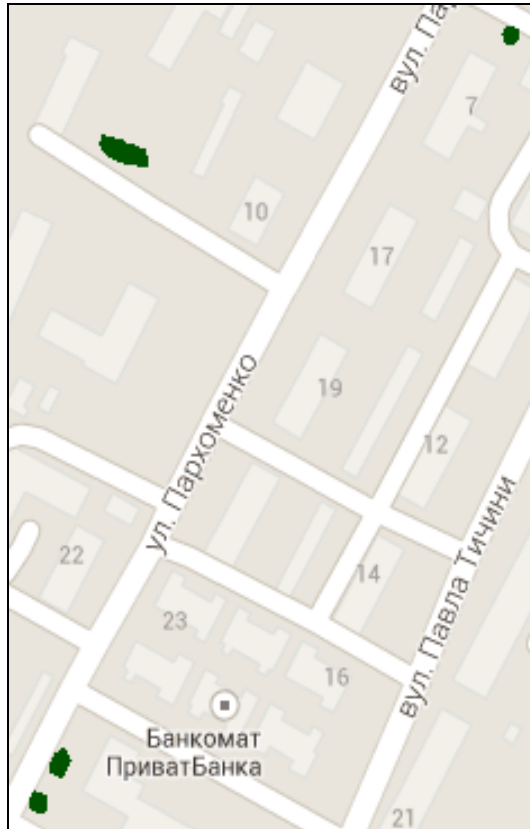
Ареал поширення тополі по вулиці Немирівське шосе

Результати картування ареалів поширення тополі на території м. Вінниці



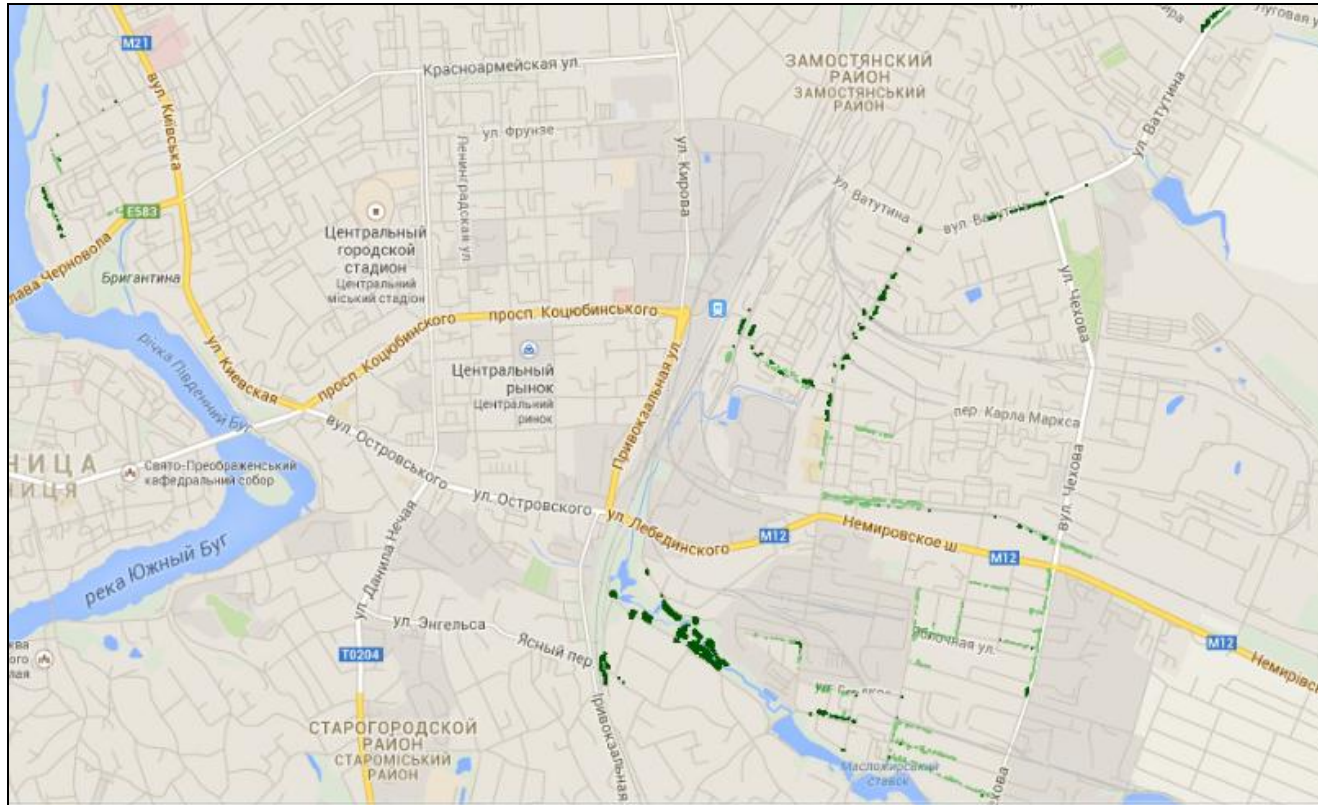
Ареал поширення тополі по вулиці Карла Маркса

Результати картування ареалів поширення тополі на території м. Вінниці



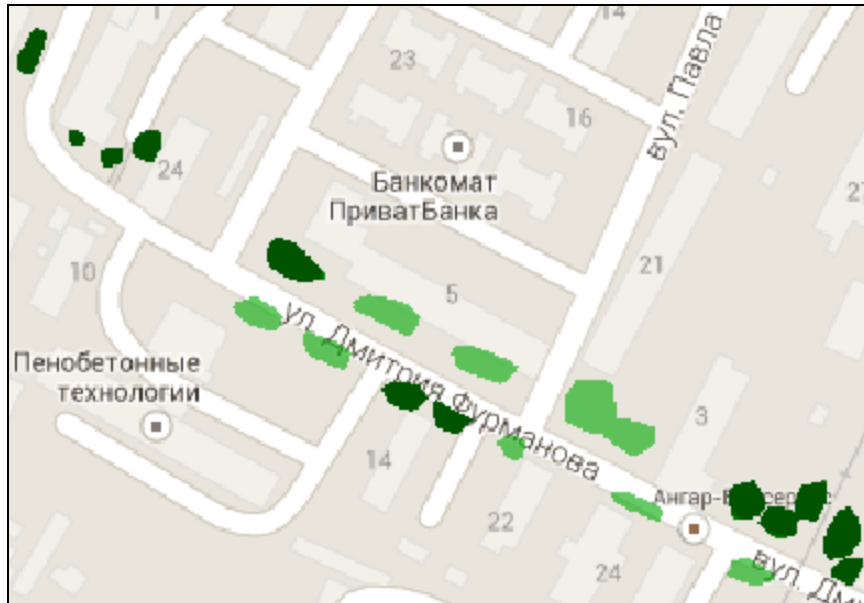
Ареал поширення тополі по вулиці Пархоменка

Дослідження зміни ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



Зміна ареалів поширення амброзії полинолистої у м. Вінниця протягом 2008-2014 рр. (світло-зелені полігональні об'єкти уздовж вулиць – дані за 2008 р., темно-зелені – за 2014 р.)

Дослідження зміни ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



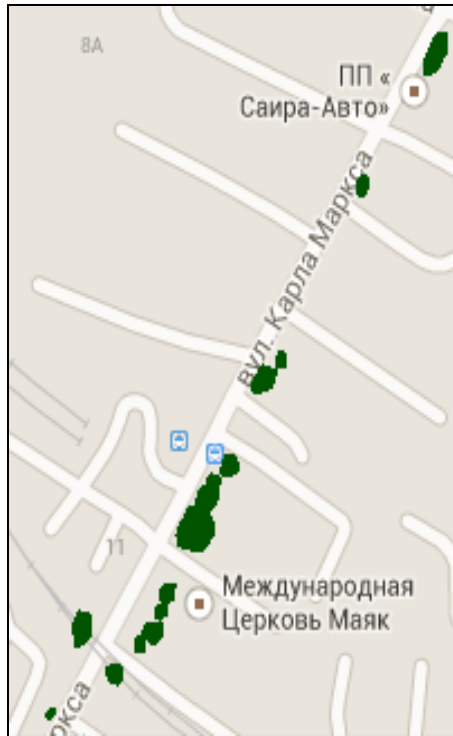
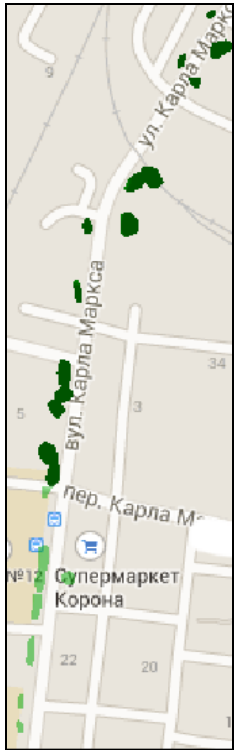
Зміна ареалів поширення амброзії полинолистої по вулиці Д. Фурманова протягом 2008-2014 рр. та 3D-модель вулиці Д.Фурманова

Дослідження зміни ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



Зміна ареалів поширення амброзії полинолистої по вулиці Жуковського протягом 2008-2014 рр. та 3D-модель вулиці Жуковського

Дослідження зміни ареалів поширення амброзії полинолистої на території м. Вінниці



Зміна ареалів поширення амброзії полинолистої по вулиці Карла Маркса протягом 2008-2014 рр. та 3D-модель вулиці Карла Маркса

Рекомендації щодо заходів боротьби з карантинними рослинами

Комплексна боротьба з амброзією передбачає проведення таких заходів:

- фітосанітарних заходів: контроль за фітосанітарним станом підкарантинної продукції, сертифікація такої продукції, локалізація вогнищ бур'яну, запровадження і скасування карантинного режиму. Впровадження карантинного режиму передбачає проведення комплексу заходів, спрямованих на ліквідацію вогнищ амброзії і попередження її подальшого розповсюдження;

- агротехнічних (ліквідаційних) заходів: застосування гербіцидів, створення агрофітоценозів, механічне скошування тощо. На території з карантинним режимом здійснюється комплекс спеціальних карантинних заходів, спрямованих на знищення вогнищ карантинного бур'яну та запобіганню його подальшого розповсюдження (відповідно до ст.10 Закону «Про карантин рослин»).

Рекомендації щодо заходів боротьби з карантинними рослинами

Основними пропозиціями у боротьбі з тополями є наступні:

- інспектування та моніторинг відповідної території, об'єктів регулювання;
- здійснення щорічного якомога точнішого картування ареалів поширення тополі для відслідковування їх змін та негативних тенденцій розвитку;
- нагляд за розвитком, поширенням і шкодочинністю шкідливих організмів та розроблення разом із науково-дослідними установами прогнозів розвитку та поширення шкідливих організмів;
- здійснення вирубки тополь.

Основною рекомендацією є проведення щорічної актуалізації і картування карантинних рослин міста та проведення заходів боротьби з карантинними рослинами.

Розробка методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоєкосистемі

1. Збирання та систематизування вхідних даних. Розбиття території населеного пункту на m ділянок (територій – мікрорайонів, кварталів тощо). Вибір n репрезентативних років, за які є достатньо даних, необхідних для застосування методу.

2. Здійснення картування ареалів поширення алергенних рослин за даними n років та визначення їх площі на кожній ділянці за кожен рік окремо: $S_{I,j}$ ($i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$).

3. Визначення кількості населення $P_{i,j}$, яке теоретично може проживати та працювати на кожній ділянці у кожний рік, що досліджуються – це і кількість людей, які можуть жити у житлових будинках, і кількість дітей та персоналу, на які розраховані дитсадки та навчальні заклади, і кількість працівників підприємств тощо.

Розробка методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі

4. Розрахунок загальних ризиків для життєдіяльності $R_{i,j}$ населення через вплив алергенних рослин пропонується здійснювати за формулою:

$$R_{i,j} = \alpha_{i,j} \cdot r_{S_{i,j}} \cdot r_{Q_{i,i}} \quad (1)$$

$\alpha_{i,j}$ – коефіцієнт, який враховує наявність факторів, що впливають на ризик $R_{i,j}$ у той же i -й рік та тій же j -й ділянці (вегетаційний період, наявність вітру, опадів):

$$\alpha_{i,j} = \begin{cases} 1, & (\text{вегетаційний період} = 1) \text{ and } (\text{вітер} = 1) \text{ and } (\text{дощ} = 0), \\ 0, & \text{в інших випадках,} \end{cases} \quad (2)$$

$r_{S_{i,j}}$ – частка площі поширення алергенного організму в i -й рік на j -й ділянці від максимальної площі поширення у місті у цей же i -й рік :

$$r_{S_{i,j}} = \frac{S_{i,j}}{S_{\max i}} \quad (3)$$

Розробка методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі

$r_{Q_{i,j}}$ – частка площі Q_j j -ої території з алергенним організмом, яка незмінна протягом усіх років від площі $S_{i,j}$

$$r_{Q_{i,j}} = \frac{Q_j}{S_{i,j}} \quad (4)$$

5. Розрахунок загального ризику R_j для кожної j -ої ділянки з урахуванням ризиків небезпеки за усі роки:

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{i,j}. \quad (5)$$

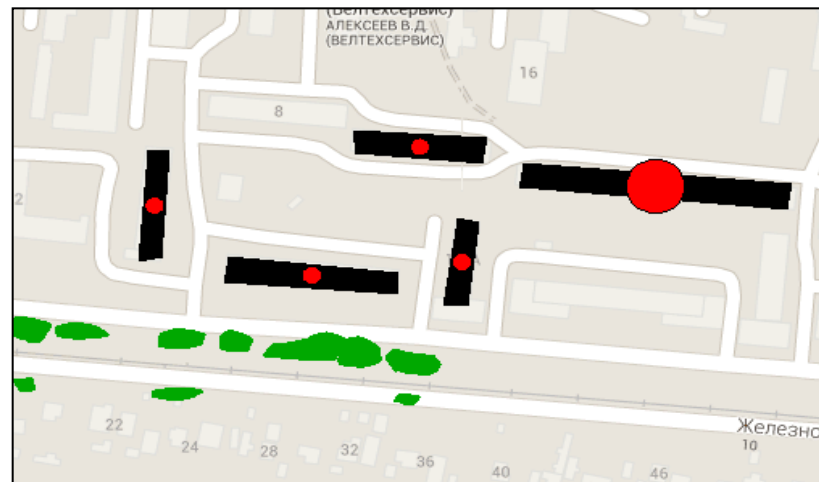
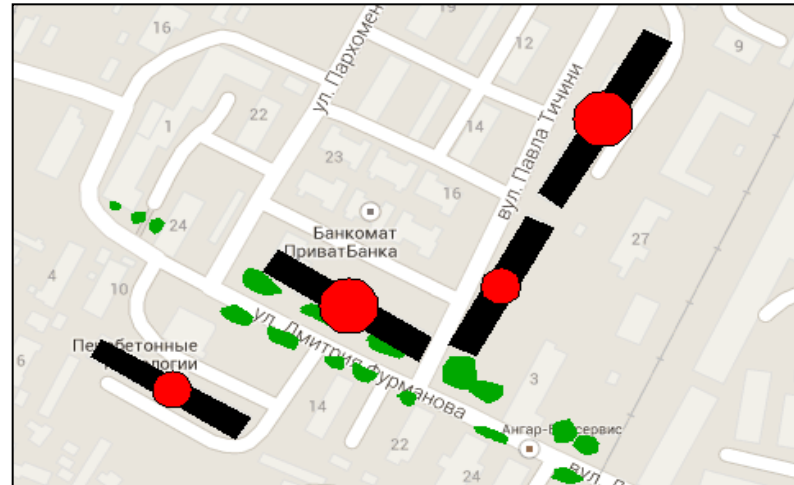
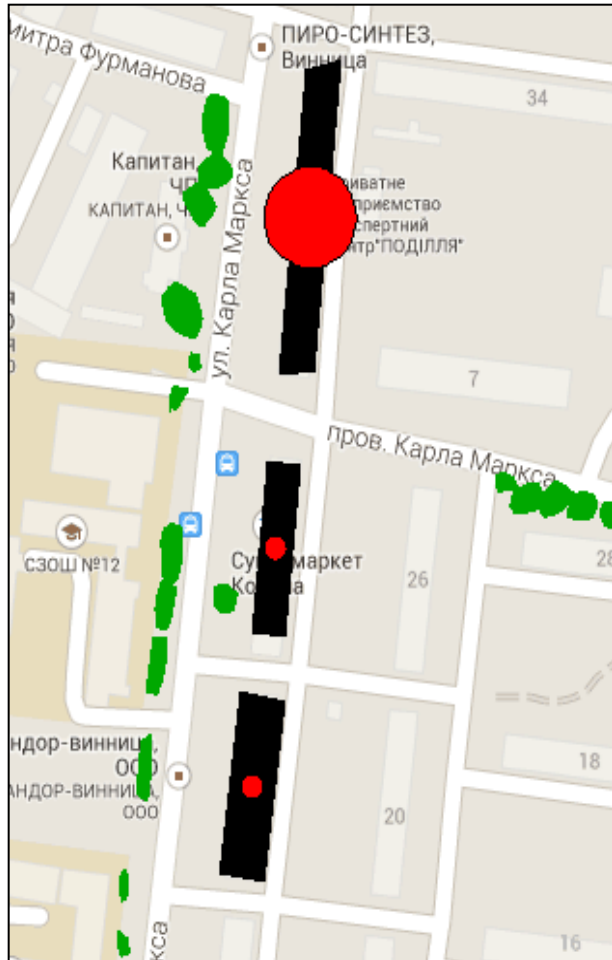
Для нормалізації ризику, тобто приведення його до значень, що не перевищують 1, ще можна або нормувати самі значення R_j , відносячи їх до максимального за усі роки для усіх ділянок міста значення R_{max} :

$$R_j^* = \frac{R_j}{R_{max}}, \quad R_{max} = \max_j(R_j) \quad (6)$$

або ввести додаткові коефіцієнти β_i , що враховують питомий вплив АР кожного i -го року на сучасний стан здоров'я населення на ділянках міста:

$$R_j^* = \sum_{i=1}^n \beta_i R_{i,j} \quad (7)$$

Розробка методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі



Ділянки №1,2,3 для застосування запропонованого методу

Вхідні дані для дослідження запропонованого методу

№ п/п	Ділянка	P_{ij} , осіб	S_{Ij} га		S_j га
			2008	2014	
1	Вул. Карла Маркса	720	0,4	0,45	10,8
2	Вул. Фурманова	1134	0,22	0,2	9,2
3	Залізнична вулиця	639	1,12	0,04	7,4

$$R_1 = 1 \cdot \frac{0,4}{1,12} \cdot \frac{0,4}{0,4} + 1 \cdot \frac{0,45}{0,45} \cdot \frac{0,4}{0,45} = 0,35 + 0,89 = 1,24,$$

$$R_2 = 1 \cdot \frac{0,22}{1,12} \cdot \frac{0,2}{0,22} + 1 \cdot \frac{0,2}{0,45} \cdot \frac{0,2}{0,2} = 0,18 + 0,44 = 0,62,$$

$$R_3 = 1 \cdot \frac{1,12}{1,12} \cdot \frac{0,04}{1,12} + 1 \cdot \frac{0,04}{1,45} \cdot \frac{0,04}{0,04} = 0,03 + 0,09 = 0,12.$$

Нормалізовані ризики:

$$R_1^* = \frac{1,24}{1,24} = 1,$$

$$R_2^* = \frac{0,62}{1,24} = 0,5,$$

$$R_3^* = \frac{0,12}{1,24} = 0,1.$$

Висновки

- Здійснено екологічне обґрунтування розробки методу біотичного моніторингу поширення карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоекосистемі.
- Поставлено основні задачі магістерської кваліфікаційної роботи. Вибрано оптимальне програмне забезпечення, яке максимально підходить для вирішення поставлених задач. ГІС «Карта 2011» дозволяє підключати дані з геопорталів. При цьому забезпечується висока швидкість використання відкритих даних дистанційного зондування Землі.
- Розроблено алгоритм визначення та картування ареалів поширення амброзії полинолистої та тополі у ГІС «Карта 2011».
- Проведено картування ареалів поширення амброзії полинолистої у м. Вінниці згідно з даними Державної фітосанітарної інспекції Вінницької області за 2008 рік, що дозволяє підвищити ефективність екологічного контролю за змінами ареалів поширення амброзії полинолистої та вчасно реагувати на них.
- Проведено картування ареалів поширення тополі у м. Вінниці згідно з даними Департаменту комунального господарства та благоустрою Вінницької міськради (ДКГБ ВМР) та за результатами натурних обстежень території м. Вінниці щодо наявності тополі.

Висновки

- Досліджено зміни границь ареалів поширення амброзії полинолистої з 2008 по 2014 рік в результаті співставлення паперових карт м. Вінниці, створених Державною фітосанітарною інспекцією Вінницької області, та проведених натурних досліджень.
- Розроблено рекомендації щодо основних заходів боротьби з карантинними рослинами, які передано у Державну фітосанітарну інспекцію Вінницької області. Зокрема, основною рекомендацією є проведення щорічної актуалізації і картування карантинних рослин міста та планування заходів боротьби з карантинними рослинами.
- Запропоновано метод біотичного моніторингу карантинних рослин для оцінювання екологічної безпеки в урбоєкосистемі. Даний метод враховує багато факторів – і кількість населення, яке проживає чи працює на цих територіях, і метеоумови тощо. А головна його відмінність від існуючих в тому, що він враховує те, що координати ареалів поширення алергенних рослин змінюються в часі. Здійснено апробацію даного методу на прикладі ділянок вулиць м. Вінниці. Визначено загальні ризики R_j небезпеки для здоров'я населення через вплив амброзії полинолистої. Також здійснено нормалізацію значень ризиків за одним із запропонованих способів. Виявлено місця підвищеної екологічної небезпеки, де значна кількість населення проживає у зоні високої ймовірності поширення пилку амброзії на них під час її вегетаційного періоду.
- Розраховано економічну ефективність впровадження розробленого методу. Термін окупності T_0 витрат, які були використані на розробку нового методу: $T_0 = 0,5$ років, тобто запропонований метод є економічно ефективним.

Апробація результатів дослідження

Викладені у МКР положення доповідались на таких наукових конференціях:

1. Міжнародна науково-практична конференція «Наука. Молодь. Екологія.» в рамках I Всеукраїнського молодіжного з'їзду екологів з міжнародною участю, (м. Житомир, 2014).
2. VIII-а науково-теоретична конференція, (м. Житомир, 2014).
3. «V Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю» (Екологія/Ecology-2015), (м. Вінниця, 2015).
4. XLIII науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (м. Вінниця, 2014).
5. XLIV регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (м. Вінниця, 2015).

Також результати дослідження були представлені на Міжнародному конкурсі найкращих робіт з моніторингу стану довкілля України серед учнів, студентів та молодих вчених 2014 року (диплом переможця за найкращу роботу в галузі моніторингу біоресурсів та здоров'я населення).

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано статтю у фаховому журналі "Екологічна безпека та природокористування" (м. Київ, 2015).

Дякую за увагу!