

# ОЦЕНКА НА АНТРОПОГЕННОТО ЗАМЪРСЯВАНЕ В СОФИЙСКИТЕ ПАРКОВЕ БОРИСОВА ГРАДИНА, ЗООЛОГИЧЕСКА ГРАДИНА И ЛОВЕН ПАРК

Антония Мокрева<sup>1</sup>, Нели Йорданова<sup>2</sup>, Велимира Стоянова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт за изследвания на климата, атмосферата и водите, Българска академия на науките  
 e-mail: antoniamokreva@abv.bg

<sup>2</sup> Национален институт по геофизика, геодезия и география – Българска академия на науките  
 e-mail: neli\_jordanova@hotmail.com; stoyanovavelimira@gmail.com

## Въведение

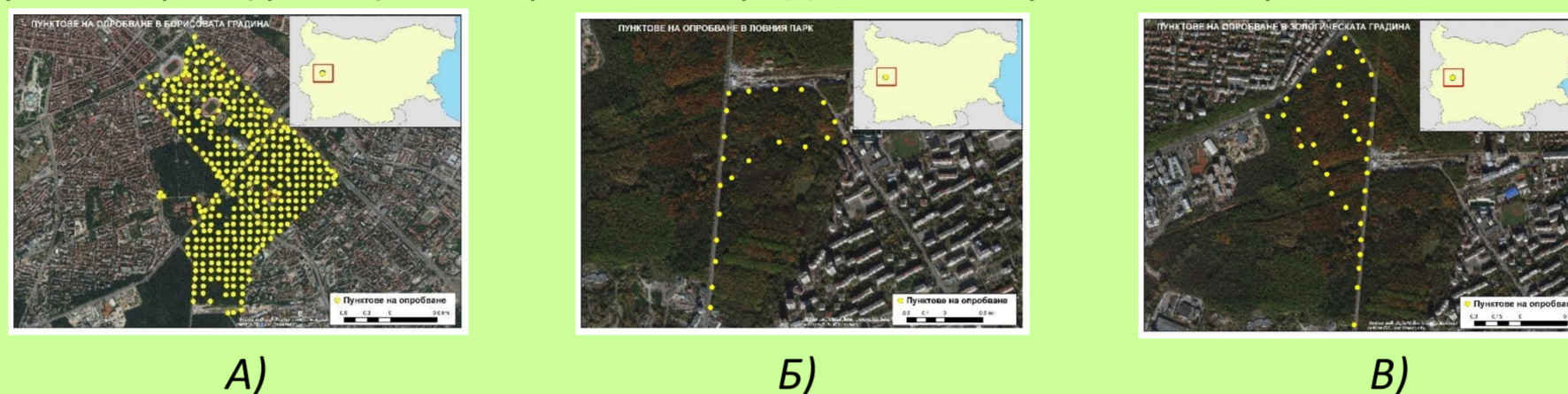
Проблемите на замърсяването на околната среда придобиват голямо значение, особено през последните десетилетия на интензивна урбанизация и индустриализация. Особено актуален е проблемът за замърсяването на градската среда, където от голямо значение са многобройните източници на антропогенно замърсяване – транспорт, индустриални дейности, производство на електроенергия, отоплителни инсталации и други емисии от човешката дейност. Проблемът за замърсяването на околната среда в България е сред най-актуалните. Страната ни е с най-висока степен на замърсяване с ФПЧ в градовете измежду страните, членки на ЕС (WHO, 2016). Това налага да се изследва и оценява антропогенното замърсяване на почвите и седиментите.

Широко разпространение от 90-те години на XX век за оценка на степента на антропогенно замърсяване на почви, седименти, растителни и прахови проби получава магнитометричният метод. През последните години в Европа, а също и у нас този метод се прилага за установяване на степента на замърсяването на почви и седименти. Магнитната възприемчивост може да помогне за идентифициране на региони, където почвите съдържат по-високи от средните концентрации на летлива пепел и други антропогенни прахове (King et al., 1982; King and Channell, 1991; Dearing et al., 1996; Jordanova et al., 2013; Jordanova et al., 2014; Jordanova et al., 2016; Jordanova et al., 2017).

Целта на настоящото изследване е да се направи оценка на антропогенното замърсяване с помощта на прилагането на магнитометричния метод в различни части на три Софийски парка – Борисова градина, Зоологическа градина и Ловен парк.

## Данни и методи

В периода октомври 2016 г. – февруари 2017 г. са събрани и изследвани за магнитните им характеристики 453 проби в мрежа от 100x100 m от повърхностния 0-2 cm почвен слой от Борисова градина, Зоологическа градина и Ловен парк в София (фиг. 1). От Борисовата градина са събрани 396 проби, от Ловния парк – 21 проби и от парк Зоологическа градина – 36 проби.

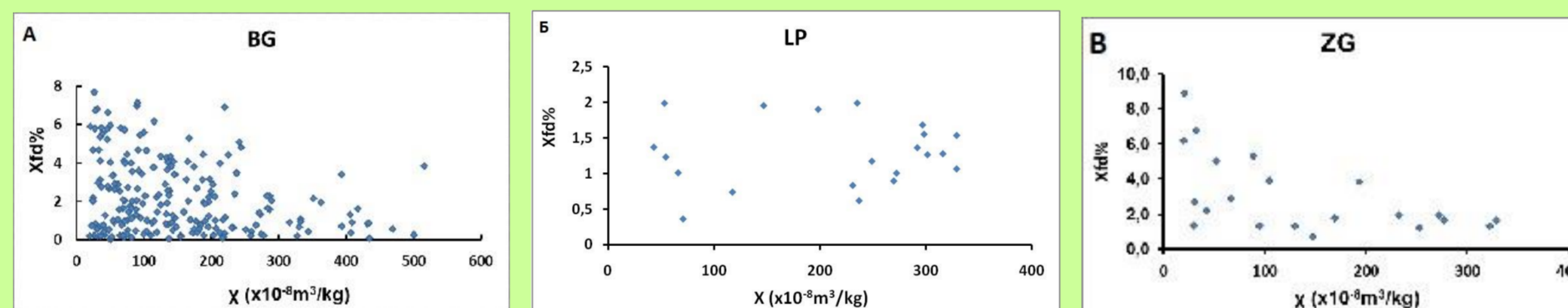


Фиг. 1. Райони на изследване – А) – Борисова градина, Б) – Ловен парк, В) – Зоологическа градина с отбелязани локалитети на взетите почвени проби

В лабораторни условия материалът е изсушен, отделени са едрите скални късове, а останалият насипен материал е стрит и пресят през сито с размер на отвора 1 mm. Тази фракция е използвана за магнитните измервания, проведени в Палеомагнитната Лаборатория на НИГГГ-БАН. Определени са следните магнитни параметри – магнитна възприемчивост ( $X$ ), изотермична остатъчна намагнитеност (IRM2T), безхистерезисна намагнитеност (ARM), процент честотно-зависимата магнитна възприемчивост ( $X_{fd}\%$ ). Първите два параметъра дават информация за концентрацията на оксидите на желязото, докато последните два зависят главно от размера на феромагнитните частици.

## Резултати

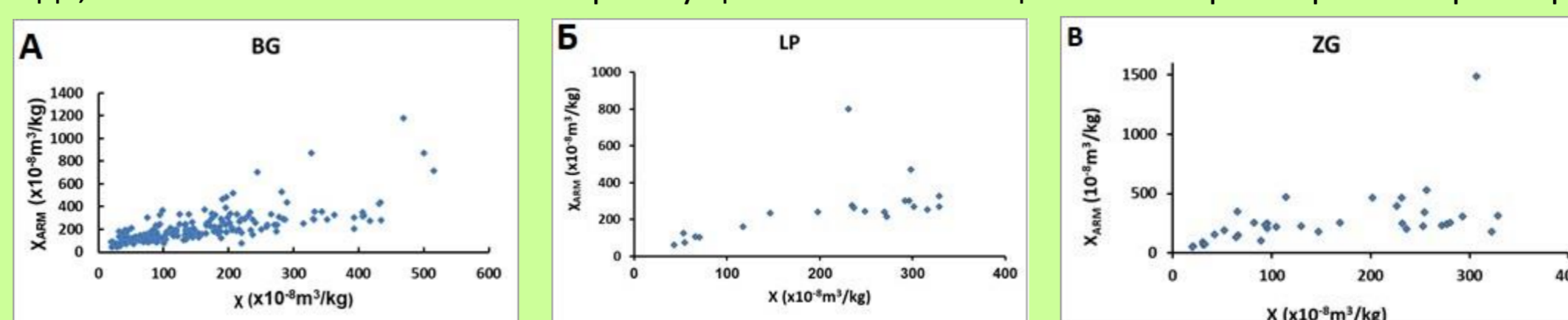
На фиг. 2 е илюстрирана зависимостта между магнитната възприемчивост ( $X$ ) и процент честотно-зависимата магнитна възприемчивост ( $X_{fd}\%$ ) за изследваните проби от района на трите парка.



Фиг. 2. Зависимост между магнитната възприемчивост ( $X$ ) и процент честотно-зависимата магнитна възприемчивост ( $X_{fd}\%$ ); А – Борисова градина, Б – Ловен парк, В – Зоологическа градина

В Борисовата градина (фиг. 2А) се забелязват две групи проби с отличаващи се свойства. Тези от пробите, за които магнитната възприемчивост е по-ниска от  $250 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  имат процент честотно-зависима възприемчивост, която варира в сравнително широк интервал (между 0 и 8%). Пробите, за които магнитната възприемчивост е по-висока от  $250 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  имат процент честотно-зависима магнитна възприемчивост, която варира в сравнително по-тесен интервал (между 0 и 4%). Нещо повече, почти всички проби, които имат магнитна възприемчивост над  $250 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  се характеризират с процент честотно-зависима магнитна възприемчивост под 2%. За разлика от пробите от парк Борисова градина, при тези от Ловния парк (фиг. 2Б) процент честотно-зависимата магнитна възприемчивост е по-малка от 2%. Това е индикация за пренебрежимо малко съдържание на магнитна фракция от дребни суперпарамагнитни частици и за доминация на едрите силномагнитни частици. Трябва да се отбележи, че за разлика от парковете Борисова градина и Зоологическа градина, пробите от Ловен парк са взети само от периферията на транспортните артерии (липсват проби от вътрешността на парка). Очевидно магнитните частици в изследваните проби от Ловен парк са с източник от транспортния трафик, което обяснява големите им размери. От графиката на Зоологическата градина (фиг. 2В) се идентифицират две групи проби. При тези с магнитна възприемчивост над  $110 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  всички стойности на процент-честотно зависимата магнитна възприемчивост са под 2% (с изключение на една единствена проба с по-голяма стойност на  $X_{fd}\%$ ). В тези проби доминира магнитна фракция с големи размери на частиците (дължащи се вероятно на емисиите от транспортния трафик в района). При пробите с магнитна възприемчивост под  $110 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  се забелязват по-високи стойности на процент честотно-зависимата магнитна възприемчивост (достигаща до 9%). Тази група относително по-слабо замърсени проби е взета от вътрешността на парка, на известно разстояние от основните транспортни артерии в района. При тях магнитният сигнал се дължи на смесица от по-едри магнитни частици (от антропогенен произход, свързани с транспортния трафик) и по-дребни суперпарамагнитни частици (вероятно с педогенен характер).

На фиг. 3А, Б, В са илюстрирани зависимостите между безхистерезисната магнитна възприемчивост  $\chi_{ARM}$  и магнитната възприемчивост  $X$  (диаграма на Кинг) за трите софийски градски парка (Борисова градина, Зоологическа градина и Ловен парк). От тези графики може да се определят размерите на частиците, които носят безхистерезисната остатъчна намагнитеност (най-стръмен наклон е характерен за най-финните частици, а най-малък наклон е характерен за едрите частици). От графиките се забелязва, че и за трите парка наклонът на диаграмите на Кинг е най-голям за ниски стойности на магнитната възприемчивост ( $X < 100 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ). Това означава, че частиците с най-ниска магнитна възприемчивост имат най-малки размери. Съответно, това потвърждава извода, че намагнитеността се носи преимуществено от частици с големи размери и за трите градски парка.



Фиг. 3. Зависимост между магнитната възприемчивост  $X$  и безхистерезисната магнитна възприемчивост  $\chi_{ARM}$ ; А – Борисова градина, Б – Ловен парк, В – Зоологическа градина

## Заклучение

В заключение могат да се направят следните обобщени изводи за замърсяването на градски паркове. Изследването на магнетизма на почвите от трите софийски градски парка демонстрира високата ефективност на магнитния метод като чувствителен индикатор за антропогенното замърсяване на почвата. Резултатите от магнитните изследвания, направени в нашето проучване доказват, че основният замършител е автомобилния транспорт. Най-висока степен на замърсяване се наблюдава при почвите, които са в непосредствена близост до големи транспортни артерии, минаващи през или покрай изследваните паркове. С отдалечаване от транспортните артерии степента на антропогенното натоварване намалява. Наблюдава се и локално замърсяване по протежение на някои от главните вътрешно паркови алеи, свързано с наличие на увеселителни съоръжения.

В най-силно замърсените проби има пренебрежимо малко количество суперпарамагнитни частици и магнитната минералогия се доминира от едри многодоменни силномагнитни частици. Този резултат е в съответствие с хипотезата, че автомобилният трафик е основния източник на замърсяване и факта, че магнитният сигнал на автомобилните емисии се дължи преимуществено на магнетит с многодоменни размери. При пробите с ниска и средна магнитна възприемчивост се забелязват както проби с доминираща минералогия на едри частици, така и проби, за които има смесица от по-едри (вероятно антропогенни) и по-дребни (вероятно литогенни) частици. В слабо замърсените проби може да се идентифицират суперпарамагнитни частици с литогенен произход.