



ИЗПОЛЗВАНЕ НА AI ЗА ИЗГОТВЯНЕ НА АЛГОРИТМИ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ СТОЙНОСТИ ЗА ПРЕДПРИЕМАНЕ НА ДЕЙСТВИЯ ПРИ ОЦЕНКА НА РИСКА ОТ ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ИЗЛЪЧВАНИЯ

д-р Радослав Симионов

доц. д-р Камен Сейменлийски

проф. д-р Радостин Долчинков

Бургаски свободен университет

Цветелина Шаламанова, дм

Национален център по общественно здраве и анализи

USING AI TO DEVELOP ALGORITHMS IN DETERMINING ACTION VALUES IN ELECTROMAGNETIC RADIATION RISK ASSESSMENT

Radoslav Simionov, PhD

Assoc. Prof. Kamen Seymenliyski, PhD

Prof. Radostin Dolchinkov, PhD

Burgas Free University

Tsvetelina Shalamanova, M.S.

National Center for Public Health and Analysis

Abstract: *The use of artificial intelligence (AI) for electromagnetic radiation (EMR) risk assessment and management is an innovative and effective approach in response to the lack of sufficient empirical data, systematized tools and regulatory guidance. AI contributes through models that integrate data from multiple sources and simulate real and hypothetical scenarios through the so-called digital twins. This report describes the use of these modern tools to structure effective algorithms for electromagnetic radiation risk assessment.*

Keywords: *Risk assessment, artificial intelligence, electromagnetic radiation*

I. Въведение

Оценката на риска от електромагнитни излъчвания (ЕМИ), произтичащи от трансформатори, разположени в сгради, става все по-необходима с нарастващата урбанизация и интензивно електропотребление. Дългосрочното излагане на нискочестотни електромагнитни полета (ЕМП) поставя значими въпроси пред здравните и градоустройствените органи, особено в контекста на недостатъчна информираност, ограничен достъп до данни и липса на автоматизирани инструменти за реална преценка на риска [1,2,6,7,8,9].

В този контекст, изкуственият интелект (AI) намира приложно поле не чрез сложни софтуерни подходи, а чрез създаване и използване на дигитални близнаци – виртуални копия на реално съществуващи трансформаторни уредби и техните заобикалящи среди.

Тези дигитални модели обединяват данни от измервания, пространствени характеристики на сградите, материали, ориентация, степен на населяване и реални стойности на електромагнитни полета. Целта е да се постигне симулация и предвиждане на електромагнитната експозиция в различни сценарии.

Допълнително, дигиталните близнаци позволяват картографиране на риска в мащаб, което може да служи като основа за общински политики, технически регламенти или приоритизация на интервенции в жилищни райони с повишен потенциален риск.

II. Актуалност на темата

Съвременната урбанизация, нарастващото електропотребление и тенденцията към интегриране на електрически инфраструктури в жилищната и обществената градска среда увеличават риска от дългосрочна експозиция на електромагнитни полета (ЕМП). Присъствието на трансформатори в сгради, които не са първоначално предназначени за такива съоръжения, изостря проблема и поставя предизвикателства пред институционалните механизми за мониторинг и регулация. [3,4,5,10,11] Това налага ефективното решаване на следните актуални проблеми:

- Урбанизационен натиск: Увеличаването на плътността на застрояване води до необходимост от разполагане на електроразпределителни съоръжения в близост до обитаеми пространства;

- Информационен дефицит: Гражданите и общинските власти често не са информирани за съществуващи или потенциални рискове от ЕМП, което затруднява превенцията и контрола;

- Липса на регулаторни инструменти: Налице е нормативна фрагментация и липса на интегрирани стандарти за оценка и управление на ЕМИ в градски условия;

- Здравни рискове: Продължителното излагане на нискочестотни ЕМП (например 50 Hz) е свързано с потенциални неврологични и онкологични последици, особено при уязвими групи като деца и възрастни хора;

- Ограничени ресурси за обследване: Масови измервания на ЕМП са трудноосъществими поради ограничения в техника, персонал и средства;

- Липса на динамична оценка: Статичният подход към обследване не отчита промени в експлоатацията, населеността или архитектурата на средата.

III. AI като алтернатива: нова парадигма

Решението на тези проблеми може да бъде подпомогнато, чрез използване на инструментите създадени от новите дигитални технологии – респективно чрез използване на изкуствения интелект като например:

- Дигитални близнаци: Чрез създаване на виртуални двойници на трансформаторите и обграждащата ги сграда се постига точна репрезентация на средата. Те съдържат пространствени координати, геометрия, материална структура, населеност и емпирични измервания на ЕМ;

- Алгоритми за симулация: Моделите използват AI за прогнозиране на разпространението на полетата при различни сценарии – от промени в архитектурата до промяна на трансформатора;

- Автоматизирано вземане на решения: Алгоритмите изчисляват нива на риск и предлагат конкретни действия – напр. препоръка за екраниране, промяна на обитаване или преместване на техническото съоръжение.

- Масово прилагане: Моделите могат да бъдат приложени едновременно за стотици обекти, което е особено важно при планиране на общинско или национално ниво.

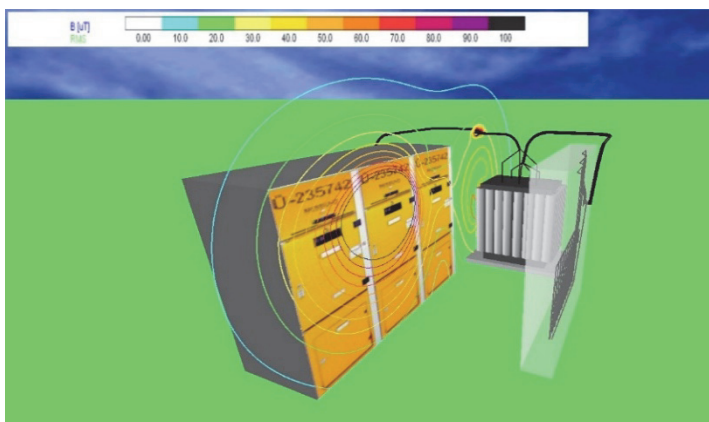
IV. Данни и етапи на алгоритъма

Използването на тези съвременни технологии може да съдейства на специалистите от инженерната практика да структурират алгоритми за определяне на стойности за предприемане на действия (Фиг. 1) при оценка на риска от електромагнитни излъчвания чрез [12,13,14,15]:



Фиг. 1. Алгоритъм за оценка на риска

- Събиране на данни: Измервания на ЕМП, пространствени характеристики на сградите, материали и тяхната електропроводимост, ориентация и населеност;
- Създаване на дигитален близък: На база горепосочените данни се генерира цифрова 3D репрезентация на трансформатора и средата му;



Фиг. 2. Дигитален близък

- Симулация и прогнозиране: Моделът прилага ИИ, за да изчисли стойности на ЕМП в различни точки и условия;
- Анализ на риска: Сравняват се симулираните стойности с нормативни прагове (напр. СЗО – 200 μT за хронична експозиция);
- Генериране на препоръки: Според резултатите се класифицират зони на риск и се издават насоки за действия.

V. Ползи от AI-базирания подход

Синергията между традиционните подходи и съвременните дигитални технологии може съществено да подобри работата на съвременните инженери при изготвяне на алгоритми за оценка на риска, чрез:

- Обективност: Изключва се субективният фактор при интерпретация на измерванията и оценките;
- Реалистичност: Моделите отразяват реални условия, включително динамика на средата и архитектурни особености;
- Прозрачност: Всеки изходен параметър е документиран и проследим, което улеснява проверките и одита;
- Бързина: Възможност за бърза реакция при сигнали или планиране на намеси;
- Възможност за териториална диагностика: От индивидуални обекти към зонирание и планиране на общинско ниво;
- Подкрепа при зонирание: AI алгоритмите подпомагат общините при определяне на подходящи зони за разполагане на трансформатори;
- Приоритизация на интервенции: Зоните с най-висок риск се идентифицират и подреждат за действие според социална значимост и брой изложени лица;
- Обосновка на технически регулации: Симулациите подпомагат създаването на локализирани нормативи на база реални данни;
- Интеграция с GIS: Данните от AI и дигиталните близнаци могат да се интегрират в общинските GIS платформи за пространствено планиране.

VI. Предизвикателства и бъдещи стъпки

Прилагането на такъв съвременен интегриран инструментариум неминуемо ще се сблъска и със следните предизвикателства:

- Необходимост от данни: Качествените симулации зависят от добри изходни измервания и описания;
- Стандартизация на алгоритмите: Нужно е унифициране на методологията и утвърждаване на прагове и сценарии;
- Обучение и капацитет: Необходимо е обучение на специалисти – урбанисти, енергетици, IT експерти;
- Надграждане чрез машинно обучение: При натрупване на данни, алгоритмите могат да се самообучават и усъвършенстват.

Заклучение

Изкуственият интелект представлява ключов инструмент за трансформация на подхода към оценка на риска от електромагнитни излъчвания в урбанизираната среда. Чрез използване на дигитални близнаци и алгоритми за симулация, се създава интелигентна и прозрачна система, която не само подпомага технически решения, но и подкрепя формулирането на политики в областта на здравеопазването и градоустройството. Въпросът днес не е дали, а кога и как ще се интегрира този подход в реалната практика.



Литература:

1. Israel, Michel, Ivanova, Michaela, Shalamanova, Tsvetelina and Zaryabova, Victoria, 2021, A Guide of Non-Ionizing Radiation Protection, ISBN 978-954-8404-35-8, Publisher: NCPHA
2. Практическо ръководство за добри практики при прилагане на Директива 2013/35/ЕС за електромагнитните полета Том 2: Проучвания на конкретни случаи, ISBN 978-92-79-45918-4 doi:10.2767/157601, Европейски съюз, 2015 г.
3. Незадължително ръководство за добри практики при прилагане на Директива 2013/35/ЕС за електромагнитните полета РЪКОВОДСТВО за малки и средни предприятия (МСП), ISBN 978-92-79-45999-3 (print) – ISBN 978-92-79-45977-1 (pdf) doi:10.2767/031997 (print) – doi:10.2767/710494 (pdf), Европейски съюз, 2015 г.
4. Мишел Израел, проф. дм, Михаела Иванова, доц. дм, Цветелина Шаламанова, дм, Виктория Зарябова, Ръководство по защита от нейонизиращите лъчения, НЦ по ОЗ и анализи, ISBN 978-954-8404-35-8
5. Радостин Долчинков, Христо Михайлов, ИНЖЕНЕРИНГОВА БЕЗОПАСНОСТ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ, БСУ - ГОДИШНИК Том XLVIII, 2023, с.330-345, ISSN: 1311-221X
6. Ginko Georgiev, Silvija Letskovska, Study Of Possible Causes Of Failure Asynchronous Motors, Списание „Компютърни науки и комуникации”, ISBN 978-619-7126-57-0, Vol 5 № 2 (2016), стр. 33-36 БСУ, Бургас, Списание „Компютърни науки и комуникации”, 2016
7. Silviya, A., Letskovska, Nikolay, A., Mollov Eldar, D., Zaerov, Inspection Of Buildings For Energy Efficiency, ICTRS '21, November 15, 16, 2021, Virtual Conference, Bulgaria ACM ISBN 978-1-4503-9018-7/21, 2021, p. 37-42
8. Пламен А. Ангелов, Димитър Юдов, Ангел Тошков, „Оценка на влиянието на електромагнитното поле върху човека. Сравнение между препоръчителни и измерени стойности”, Телеком 2009, 9-10 Октомври, Варна, ISBN 978-954-90156-6-9, стр. 191-197
9. Пламен А. Ангелов, Димитър Юдов, Ангел Тошков, „ИЗСЛЕДВАНЕ ПЛЪТНОСТТА НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ИЗЛЪЧВАНИЯ В ГРАД БУРГАС”, Телеком 2009, 9-10 Октомври, Варна, ISBN 978-954-90156-6-9, стр. 206-213
10. Matsankov M., S. Petrov, Induced Voltage Modeling for a Disconnected Ungrounded Conductor of a Three-Phase Power Line, 4th International Conference on Power and Energy Technology 2022 (ICPET), SCOPUS, DOI: 10.1109/ICPET55165.2022.9918489
11. Garvanov, I., Petrov, N., Garvanova, M., Geshev, N., Kostadinov, T., „Detection of signals from pulsars through hough transform", In proceedings of XVII International scientific congress, Machines. technologies. materials, issue 2, p.p.66-69, 09 - 12.09.2020, Varna, Bulgaria, 253-003X
12. Радостин Долчинков, Радослав Симионов, Камен Сейменлийски, АЛГОРИТЪМ ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА ПРИ ЕКСПОЗИЦИЯ ОТ НИСКОЧЕСТОТНИ МАГНИТНИ ПОЛЕТА, Бургас 2024, Годишник БСУ, ISSN: 1311-221X, с. 179-200
13. Радостин Долчинков, ИНТЕГРИРАНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ, Бургас 2024, Годишник БСУ, ISSN: 1311-221X, с. 116-121
14. Радостин Долчинков, СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЗДРАВЕТО И БЕЗОПАСНОСТТА ПРИ РАБОТА, Бургас 2024, Годишник БСУ, ISSN: 1311-221X, с. 150-160
15. Радостин Долчинков, ОЦЕНКА НА РИСКА НА ОБЕКТ БЕНЗИНОСТАНЦИЯ, „Бизнес посоки”, 2024, Брой 1, ISSN 1312 - 6016 (Print), ISSN 2367 - 9247 (Online), с. 61 - 73