

Издател и учредител на списанието – Дружество “Евро-експерт“ ЕООД

Партньори на списанието:

Международна асоциация „Устойчиво развитие“ (МАУР), Технически университет - Варна (България), Национален университет по водно стопанство и природоползване – Ровно (Украйна), Институт по география НАН – Украйна, Асоциация «Научни и приложни изследвания», Асоциация «Екология, земеделие, образование, наука и сигурност», BA School of Business and Finance, Latvia. Списанието е създадено през 2011 г. Периодичност – 3 броя за година.

Отговорен редактор: Доцент, доктор инж. Христо Крачунов, България

Редакционен съвет:

Председател - доктор, доцент Христо Крачунов, България

Заместник председател – доктор на техническите науки професор д.т.н. Леонид Кожушко, Украйна

- | | |
|--|--|
| 1. Проф. д.т.н. Живко Жеков, България | 21. Проф. д-р Алмагул Нургалиева, Казахстан |
| 2. Проф. д.т.н. Леонид Кожушко, Украйна | 22. Проф. д-р Мирослав Бобрек, Босна и Херцеговина |
| 3. Проф. д.э.н. Ольга Прокопенко, Украйна | 23. Проф. д.э.н. Майа Дубовик, Русия |
| 4. Проф. д.т.н. Мирослав Малеванный, Украйна | 24. Проф. д-р Снежанка Овчарова, България |
| 5. Проф. д.г.н. Леонид Руденко, Украйна | 25. Проф. д-р Наталия Николовска, Македония, |
| 6. Проф. д.т.н. Ян Хубка, Полша | 26. Проф. д-р Милена Филипова, България |
| 7. Проф. д.э.н. Сергей Илляшенко, Украйна | 27. Проф. д-р Роман Мамуладзе, Грузия |
| 8. Проф. д.т.н. Василий Арсирий, Украйна | 28. Проф. д-р Таня Панайотова, България |
| 9. Проф. д.т.н. Петро Скрипчук, Украйна | 29. Доц. д.ик.н. Любен Любенов, България |
| 10. Проф. д.э.н. Ханя Кадырова, Русия | 30. Доц. д-р Кирил Киров, България |
| 11. Проф. д.т.н. Валерий Ситников, Украйна | 31. Доц. д-р Андрей Семенов, Украйна |
| 12. Проф. д.т.н. Елена Арсирий, Украйна | 32. Доц. д-р Татьяна Шеремет, Украйна |
| 13. Проф. д.т.н. Олег Ключ, Полша | 33. Доц. д.и.н. Наталия Цудечка - Пурина, Латвия |
| 14. Проф. д.т.н. Сергей Лисовский, Украйна | 34. Доц. д-р Анна Симеонова, България |
| 15. Проф. д.и.н. Тодорка Костадинова, България | 35. Доц. д-р Кирил Георгиев, България |
| 16. Проф. д.г.н. Евгения Маруняк, Украйна | 36. Доц. д-р Юрий Гаврилов, Русия |
| 17. Проф. д.г.н. Галина Ивус, Украйна | 37. Доц. д-р Пенчо Стойчев, България |
| 18. Проф. д.ик.н. Януш С. Клисиньски, Польша | 38. Доц. д-р Красимира Димитрова, България |
| 19. Проф. д.ик.н. Деян Милетич, Сърбия | |
| 20. Проф. д-р Маринела Панайотова, България | |

Издател и учредител на журнала – Дружество “Евро-експерт“ ЕООД

<https://maurorg77.wixsite.com/maur-org>

The publisher and the founder of journal – Euro-Expert Ltd.

Development (IASD) - <https://maurorg77.wixsite.com/maur-org>

Международный журнал Устойчивое развитие – <https://maurorg77.wixsite.com/maur-org>

The international journal Sustainable development – <https://maurorg77.wixsite.com/maur-org>

* * *

Списание „Устойчиво развитие“ е включено в Националния референтен списък на Република България
Журнал „Устойчивое развитие“ включен в Националния референтен списък на Република България.
The magazine "Sustainable Development" is included in the National Reference register of the Republic of Bulgaria

СЪДЪРЖАНИЕ / ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МАРИНОВА МАРИЯ. СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ТРЕТИРАНЕ НА ОПАСНИ БОЛНИЧНИ ОТПАДЪЦИ	5
2. КРАЧУНОВ ПАВЕЛ. ПРИРОДНО БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ В КОМБИНАЦИЯ С ИНЖЕНЕРНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО НА СЕВЕРНАТА ЧАСТ НА АРАЛСКО МОРЕ С ЦЕЛ УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА РЕГИОНА	15
3. ДИМИТРОВА АНГЕЛИНА. НАДЕЖДНОСТ НА ЕЛЕКТРОННАТА АПАРАТУРА – ОСНОВА ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И СВЪРЗВАЩО ЗВЕНО МЕЖДУ НАУКИТЕ АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ, ЕКОЛОГИЯ И ЗЕМЕДЕЛИЕ.....	21
4. ВАСИЛЕВА ИВА. ОПРЕДЕЛЯНЕ АКТИВНОСТТА НА ЕСТЕСТВЕНИ И ИЗКУСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В ХРАНИ	28
5. МАРИНОВА МАРИЯ. ДИНАМИКА НА ОТПАДЪЧНИТЕ ПОТОЦИ В МНОГОПРОФИЛНА БОЛНИЦА ЗА АКТИВНО ЛЕЧЕНИЕ В УСЛОВИЯТА НА УСЛОЖНЕНА ЕПИДЕМИЧНА ОБСТАНОВКА	36
6. КРАЧУНОВ ПАВЕЛ. ПРИРОДНО БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО НА „ВЕЛИКАТА ЗЕЛЕНА СТЕНА“ В САХЕЛ -АФРИКА С ЦЕЛ УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА РЕГИОНА	43
7. БАЛКАНСКИ ВАЛЕРИЙ. ЗЕЛЕНА АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ - УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ НА МЕДИЦИНАТА В КОНТЕКСТА НА ЕКОЛОГИЯТА, ЗЕМЕДЕЛИЕТО И ОБРАЗОВАНИЕТО.....	51

CONTENTS

1. MARINOVA MARIA. MODERN TECHNOLOGIES FOR TREATING HAZARDOUS HOSPITAL WASTE	5
2. KRACHUNOV PAVEL. NATURE BASED SOLUTIONS COMBINED WITH ENGINEERING SOLUTIONS IMPLEMENTED AT THE RESTORATION OF THE NORTH PART OF ARAL SEA WITH GOAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION	15
3. DIMITROVA ANGELINA. RELIABILITY OF ELECTRONIC INSTRUMENTATION - A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT A LINK BETWEEN THE SCIENCES OF ANAESTHESIOLOGY, ECOLOGY AND AGRICULTURE	21
4. VASILEVA IVA. DETERMINATION OF THE ACTIVITY OF NATURAL AND ARTIFICIAL RADIONUCLIDES IN FOOD	28
5. MARINOVA MARIA. DYNAMICS OF WASTE FLOWS IN A MULTIPROFESSIONAL HOSPITAL FOR ACTIVE TREATMENT IN THE CONDITIONS OF A COMPLICATED EPIDEMIC SITUATION	36
6. KRACHUNOV PAVEL. NATURE-BASED SOLUTIONS IN BUILDING THE "GREAT GREEN WALL" IN SAHEL - AFRICA WITH THE GOAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION	43
7. BALKANSKI VALERIY. GREEN ANESTHESIOLOGY – THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MEDICINE IN THE CONTEXT OF ECOLOGY, AGRICULTURE AND EDUCATION	51

MODERN TECHNOLOGIES FOR TREATING HAZARDOUS HOSPITAL WASTE

СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ТРЕТИРАНЕ НА ОПАСНИ БОЛНИЧНИ ОТПАДЪЦИ

Maria MARINOVA

Eng., PhD student

Technical University – Varna, Department of Ecology and Environmental Protection

e-mail: m.marinova84@tu-varna.bg

Резюме: Управлението на твърди отпадъци е услуга за обществено здраве, чиято значимост често се подценява. Кризата, предизвикана от пандемията COVID-19, промени динамиката на генериране на отпадъци в световен мащаб в почти всеки сектор и най-вече в сектор здравеопазване и повиши необходимостта от специално внимание към отпадъците, които се генерират от лечебните заведения. Този статия подчертава основните екологични и здравни проблеми, с които се сблъсква сектора при избора на технология за третиране на опасните болнични отпадъци. Прегледът се фокусира върху конкретни технологии, които намират широко приложение в световен мащаб, както и на нови иновативни технологии в тази област. Освен представянето на иновативни решения за справяне с проблема с третиране на отпадъците, генерирани от лечебните заведения, това проучване разглежда също така и няколко ключови потенциални насоки за бъдещи проучвания в тази област. Тази статия може да допринесе и за създаването на конкретни стратегии при евентуални пандемии от подобен вид в близко бъдеще.

Ключови думи: лечебни заведения, медицински отпадъци, опасни болнични отпадъци третиране, технологии

Abstract: Solid waste management is a public health service whose importance is often underestimated. The crisis caused by the COVID-19 pandemic has changed the dynamics of waste generation worldwide in almost every sector, and most notably in the healthcare sector, and has increased the need for special attention to waste generated by healthcare facilities. This article highlights the main environmental and health issues that the sector faces when choosing a technology for the treatment of hazardous hospital waste. The review focuses on specific technologies that are widely used worldwide, as well as new innovative technologies in this field. In addition to presenting innovative solutions to address the problem of waste treatment generated by healthcare facilities, this study also examines several key potential directions for future research in this area. This article may also contribute to the creation of specific strategies in the event of possible pandemics of this kind in the near future.

Keywords: medical institutions, medical waste, hazardous hospital waste treatment, technologies

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Устойчивото управление на все по-нарастващите количества отпадъци е едно от най-значителните предизвикателства пред съвременната общественост. Отпадъците от всички аспекти на човешката дейност - домакинства, производство, търговия, строителство, здравеопазване и разрушаване-изискват спешни действия за намаляване на общия им обем и увеличаване на повторната им употреба, рециклиране и оползотворяване [1]. Основната цел е да се предотврати или

ограничи неблагоприятното влияние на отпадъците върху човешкото здраве и околната среда. Тъй като технологичното развитие в областта на управление и третиране на отпадъците продължава да напредва, потенциалът за използване на отпадъците като алтернативен ресурс или източник на енергия и за намаляване на количеството на отпадъците, които се депонират, става все по-усъвършенстван [2].

Здравеопазването е една от най-бързо развиващите се индустрии в света, тъй

като здравните грижи стават все по-сложни, разпространението на хроничните заболявания се увеличава и все по-често човечеството се сблъсква с пандемии, като тази причинена от COVID-19 и не на последно място достъпът до здравни грижи в световен мащаб се увеличава [3]. Световната здравна организация (СЗО) дава определение за медицински или здравни отпадъци и ги класифицира в осем групи: битови отпадъци, остри отпадъци, инфекциозни отпадъци, патологични отпадъци, фармацевтични отпадъци, цитотоксични отпадъци, химически отпадъци и радиоактивни отпадъци, тях неопасните отпадъци представляват около 80-85%, а опасните отпадъци около 15-20% [2], [4], [5].

II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

Въпреки че медицинските отпадъци представляват относително малка част от общото количество отпадъци, генерирани в световен и европейски мащаб, управлението им е проблем изключителна важност. Опасностите, породени от състава и естеството на медицинските отпадъци, както и свързаните с тях рискове за околната среда и човешкото здраве, са глобален проблем и поради това трябва да бъдат третирани по начин, който не застрашава околната среда или човешкото здраве. Подценяването на въздействието на опасните отпадъци може да доведе до сериозно замърсяване на околната среда, рискове за здравето и значителни икономически загуби [2]. Поради тези причини е необходимо да се разработят и приложат надеждни технологии за третиране, които са в съответствие с концепцията за „устойчиво развитие“ [6].

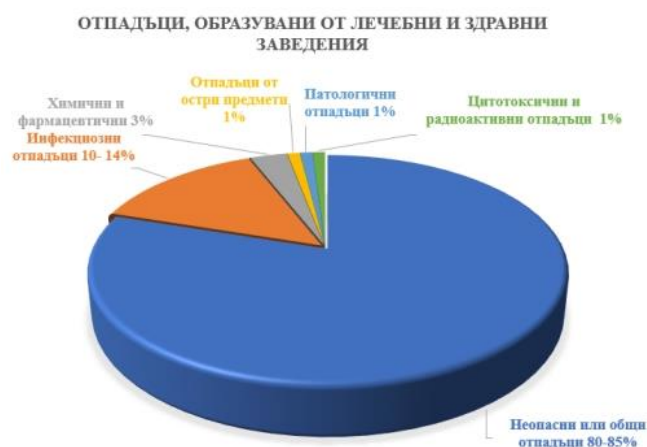
Целта на настоящата статия е да се извърши задълбочен анализ на технологиите за третиране на опасни болнични отпадъци, както и да се оцени тяхното въздействие върху околната среда

1. Видове медицински отпадъци.

Особено през последните две десетилетия проблемът с медицинските отпадъци се превърна в един от най-важните въпроси, когато се разглежда възможността за неблагоприятни последици и вреди за пациентите, здравните специалисти, здравните заведения, общественото здраве, общностите, екосистемите и околната среда. СЗО класифицира медицинските отпадъци в осем категории, като посочва приблизително и техния дял: инфекциозни отпадъци (10%), патологични отпадъци (1%), отпадъци от остри предмети (1%), химически отпадъци и фармацевтични отпадъци (3%), цитотоксични отпадъци и радиоактивни отпадъци (по-малко от 1 %) и неопасни или общи отпадъци (80-85%) [2], [4], [7], [8].

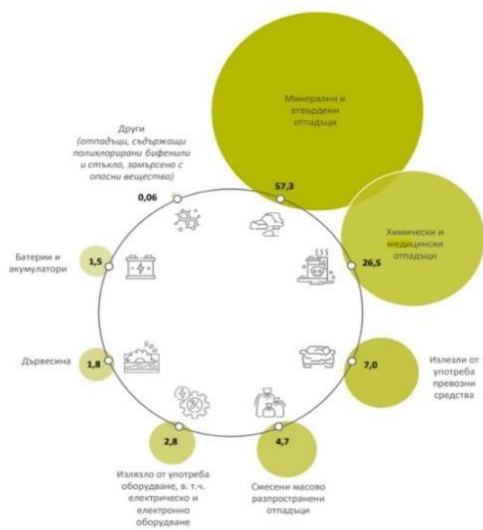
Делът на медицинските отпадъци е визуализиран на фиг. № 1.

Управлението на медицинските отпадъци е сравнително труден процес, тъй като осемте групи отпадъци имат различни свойства и състав, който трябва да се вземат под внимание при тяхното събиране, транспортиране, временно съхранение и обезвреждане [2].



Фиг. 1 Дял на отпадъците генерирани от лечебни и здравни заведения

По данни на Евростат за 2018 г., групата на опасните химическите и медицински отпадъци е на второ място в ЕС по количество генерирани отпадъци (фигура №2)[9].



Фиг. 2 Основни потоци опасни отпадъци, генерирани в ЕС през 2018 г. (в млн. тонове)

Тъй като говорим за опасни отпадъци, трябва да отбележим, че Рамковата директива за отпадъците въвежда определението на този термин, а именно това са отпадъци, които притежават едно или повече опасни свойства, посочени в приложение III от директива, като ги разпределя в петнадесет категориите, които са визуализирани на фиг. № 3 [9].



Фиг. 3 Опасни свойства на отпадъците

Така например инфекциозните, патологичните отпадъци и отпадъците от остри предмети притежават свойството Н

9 „Инфекциозни“, радиоактивните отпадъци притежават свойството Н 7 "Канцерогенни", фармацевтични, включително цитотоксични и цитостатични отпадъци притежават някои от следните и/или комбинация от свойствата Н 13 "Сенсибилизиращи", Н 10 "Токсични за репродукцията" и Н 11 "Мутагенни" и др.

Управлението на болничните отпадъци е комплексен въпрос с голямо обществено значение за здравето на населението и благосъстоянието на околната среда. Съществуват различни физични, химични и включващи използването на радиация методи за стерилизация на болнични отпадъци, като всеки от тях се отличава с характерни особености и приложение [5], [10], [11].

2. Методи за обработка и елиминиране на медицински отпадъци

Признатите методи за обработка или инактивиране на отпадъци включват: изгаряне (инсинерация), стерилизация с пара, химична дезинфекция/стерилизация, стерилизация със суха топлина и други методи [5], [10], [12], [13].

Изгаряне (инсинерация)

Изгарянето е един от основните методи за третиране и обезвреждане на биомедицински и медицински отпадъци. При високотемпературно окисление органичните съединения се превръщат в своите газообразни оксиди, главно въглероден диоксид и вода. Неорганичните съединения се минерализират и се превръщат в пепел, освен ако не се смесят с димните газове [5], [14], [15].

Изгарянето е метод за термична обработка на отпадъци чрез контролирано изгаряне, като се намалява техният обем и се оползотворява освободената при процеса енергия. Инсинераторите за медицински отпадъци имат две горивни камери. В главната горивна камера отпадъците се изгарят при температура 900°C. Отпадъчните газове от тази горивна камера сенасочват към торична горивна

камера, където се изгарят при температура 1200°C в продължение на две секунди. При изгарянето се отделят редица токсични вещества като фурани и диоксини. Поради това системата за пречистване на димните газове трябва да бъде интегрирана с инсталацията за изгаряне. [16].

В световен мащаб инсинерацията на медицинските отпадъци се е наложил като подход за третирането им с едни от най-добрите показатели:

- пълно обезвреждане на опасните отпадъци,
- намаляване на теглото и обема им,
- голяма производителност.

Процесите на горене са свързани и с отделянето на емисии в околната среда и в този смисъл при експлоатацията на съоръженията е необходимо да са снабдени с надеждни системи за пречистване. [17].

Световната практика показва, че чрез изгаряне се обезвреждат приблизително 80 % – 90 % от генерираните в годишен план инфекциозни медицински отпадъци [18], като ефективността на деструкция при повечето инсинератори е >99,99% [11], [13], [19], [20], [21].

Стерилизация с пара (автоклавирание)

Автоклавите са в състояние да обработват редица инфекциозни отпадъци. С достатъчно време и температура е технически възможно да се третират малки количества патологични отпадъци (тъкани, части от тялото), но по етични, правни, културни, религиозни и други съображения не се обезвреждат по този начин. [18].

Минималното време за третиране на отпадъците зависи от качествения състав, агрегатното състояние, влажността на отпадъците и прогнозируемата ефективност на проникване на парата в отпадъка. Според стандартите на организация СЗО за ефективното унищожаване на патогенните микроорганизми и повечето бактериални

спори при третиране в автоклав е обходим цикъл на обработка от поне 30 минути при 121°C и налягане от 2,05 бара. (205 kPa) [5], [10], [17].

Основни недостатъци на автоклавирането са невъзможността за обезвреждане на всички видове опасни медицински отпадъци и необходимостта от допълнително пречистване на отпадъчните води които се образуват в резултат на този процес. Въпреки това, преимуществата на процеса са относително малките инвестиционни и експлоатационни разходи, както и ниския потенциал за въздействие върху околната среда и по тази причина намират широко приложение при третирането на инфекциозни отпадъци [10], [18].

Разработено е ново поколение автоклавни системи, с подобрен пренос на топлина в отпадъците, постигайки по-равномерно нагряване на отпадъците и правейки отпадъците неразпознаваеми. Тези системи понякога се наричат още усъвършенствани автоклави, хибридни автоклави или усъвършенствани технологии за обработка с пара.

Тези системи функционират като автоклави, но съчетават обработка с пара с различни видове механична обработка преди, по време или след третирането с парата. Примерите включват:

- обработка с пара–смесване–раздробяване последвано от сушене и раздробяване;
- вътрешно раздробяване, последвано от обработка с пара – смесване и след това сушене;
- вътрешно раздробяване–обработка с пара–смесване, последвано от сушене;
- вътрешно раздробяване, последвано от обработка с пара–смесване–уплътняване [18].

Въпреки че тези системи работят по различен начин, те третират същите видове отпадъци като автоклавите, имат сходни характеристики на емисиите и споделят много от предимства и недостатъци им.

Тези интегрирани технологии за обработка с пара имат следните предимствата:

- постигнат високи нива на дезинфекция за по-кратки времена чрез подобрени скорости на пренос на топлина;
- те са силно автоматизирани и компютърно контролирани и изискват много малко внимание на оператора;
- параметрите на обезвреждане се записват автоматично, осигурявайки необходимата документация;
- много от тях са предназначени за премахване на миризми с помощта на активен въглен или НЕРА филтри;
- тъй като включват вътрешно раздробяване или раздробяване след обработка и много от тях имат цикъл на сушене, получените отпадъци не само са неузнаваеми, но също така сухи и компактни с намаление на обема до 85–90%;
- за разлика от стандартните автоклави, някои от тези интегрирани системи – например въртящият се автоклав – са тествани успешно с животински отпадъци и потенциално може да се използва с патологични отпадъци, включително анатомични части.

Най-големите недостатъци на по-сложните системи за обработка с пара са капиталова цена и нужда от високоспециализиран персонал [18].

След автоклавирането, отпадъците, които преди процеса са били опасни, вече могат да се депонират заедно с неопасните битови отпадъци [5].

Химична дезинфекция

Основната цел на химическата дезинфекция е да се елиминират микроорганизмите или поне да се намали техният брой до приемливи нива. Някои дезинфектанти са ефективни при унищожаването или инактивирането на специфични микробни видове, докато други са ефективни срещу всички микробни видове. Поради това е важно да

се знае идентичността на целевите микроорганизми, които трябва да бъдат унищожени. Изборът на дезинфектант обаче зависи не само от неговата ефективност, но и от наличността му и опасностите, свързани с боравенето с него [18].

Най – често използваните препарати за дезинфекция на здравни отпадъци, са тези съдържащи хлорни съединения, алдехиди, прахове или разтвори на основата на вар, озон, амониеви соли и фенолни съединения. Дезинфектантите трябва да бъдат използвани при спазване на препоръчаните от производителя концентрации и време за обработка за конкретните цели и условия.

Както вече споменахме, дезинфектанти могат и да не обезвредят определени микроорганизми, например спори, някои гъбички и вируси. Ето защо те не трябва да бъдат използвани като основен метод за обработка. По съображения за ефективност и опазване на околната среда трябва да се дава предпочитание на термичната стерилизация пред химичната дезинфекция [5], [10].

Този метод може да бъде използван за дезинфекцията на биологични течности и екскрети преди те да бъдат изхвърлени в канализацията, ако е невъзможно да бъдат обработени термично. Най-честото приложение на метода е в инфекциозните болници, където чрез химическа дезинфекция се третира отпадъчните води, тъй като не е разрешено тяхното директно заустване в градската канализационна мрежа. Химическата дезинфекция не е подходяща за третиране на опасни медицински отпадъци в твърдо състояние, поради недостатъчната ефективност на метода [10].

Микровълнова дезинфекция

При този метод върху отпадъците се прилага високо енергийно електромагнитно поле, което предизвиква високочестотна вибрация на течността и микробния течен клетъчен материал в отпадъците и бързо нагряване, което

унищожава инфекциозните микроорганизми в отпадъците. Това се извършва в затворен контейнер, при атмосферно налягане и при температури под точката на кипене на обикновената вода. Дезинфекцията на инфекциозни отпадъци е напълно автоматизирана. Единственият енергиен източник, необходим за работата на тази технология, е електроенергия, така че газовите емисии са минимални в сравнение с други технологии [5], [10].

Третирането на отпадъците е със средна продължителност приблизително 20 минути. По – голямата част от микроорганизмите се унищожават под действието на микровълни с честота 2450 MHz и дължина на вълната 12,24 см. [5], [10], [17].

Микровълновите процеси стават все по-популярни, тъй като за разлика от автоклавирането, отсъства генериране на отпадъчни води. Относително ниските капиталови разходи, лесната и ефективна експлоатация са положителни страни на технологията. Въпреки това, съществуват трудности при третирането на течни медицински отпадъци и капсулирани такива [5], [17].

Подобно на автоклавирането, третираните отпадъци от тези инсталации са неопасни и могат да се депонират заедно с битовите отпадъци [5].

Пиролиза

Пиролизата е процес на термично разлагане на органични отпадъци чрез нагряване в отсъствие на кислород (инертна и редукционна среда). Газообразните продукти от разлагането на отпадъците се смесват с димните газове от изгарянето на горивото или на част от отпадъците. Сместа от газове и въглерод в твърдия остатък се изгарят в конвенционални инсталация с малък излишък на кислород. Този процес е въведен в практическа употреба в нашата страна при третирането на отпадъците от медицината.

Основните технологични модули на пиролизната технология са:

- първична пиролизна камера;
- терморектор (вторична камера);
- топлообменник;
- пречистване на газовете.

В камерата за пиролиза отпадъците се изсушават и разлагат на горивни газове и въглерод. Процесът се ускорява при подаване на малки количество въздух - под необходимото за пълно изгаряне. Изгарянето на образуваният се въглерод е в камера с внасяне на допълнително количество въздух, а получените горими газове преминават през устройства за изсушаване и до разлагане и през топлообменник постъпват в терморектор. Дозирането на отпадъците се реализира с различни системи (контейнери, подемици, специални захранващи устройства и т.н.).

Газове от първичната камера се смесват с допълнително внесен въздух и се изгарят във вторичната горелка. Подава се допълнително въздух с цел ускоряване на процеса и пълно изгаряне на газовете. Вторичната камера е проектирана за осигуряване температура 1200°C с време на престой 2 s. В системата е свързан топлообменникът за бързо охлаждане на постъпващите от вторичната камера газове, чрез него се осъществява и генерирането на топлинна енергия или пара за последващо използване и не на последно място рязкото охлаждане на димните газове предотвратява възникването на диоксини и фурани и ги подготвя за пречистване.

При обработката на димните газове се използват всички съвременни достижения и опит при прилагането на физико-химични методи за абсорбция и филтриране, както и автоматизирана система за управление [17].

В сравнение с инсинерацията пиролизата има следните предимства:

- Обемът на изходящите димни газове е с около 25% по-нисък;

- С около 50% по-ниско съдържание на прах и токсични елементи в димните газове;
- Концентрацията на диоксини и фурани в газовете след пиролизно третиране е с около 40% по-ниско от концентрацията им след инсинераторите на аналогични отпадъци и др.
- Основната част от тежките метали е преминала в твърдия остатък;
- 15% по-ниски разходите от инсинерацията.

Недостатъците на пиролизата в сравнение с инсинерацията са, както следва:

- Необходимост от сортиране на отпадъците преди третиране;
- Ограничени възможности за използване на физическата енергия на димните газове;
- Необходимо е постоянство в химичния и физичния състав на отпадъците и др. [17].

Стерилизация със суха топлина

Концепцията за пиротермично третиране е приложена наскоро за обработка на инфекциозни отпадъци. Сухата термична обработка се прилага без добавяне на пара или вода. Вместо това отпадъците се нагряват чрез проводимост, естествена или принудителна конвекция или топлинно излъчване. При загряване с принудителна конвекция, въздухът се нагрява от съпроводителни нагреватели. При някои технологии стените на горещата камера нагряват отпадъците чрез кондукция и естествена конвекция. При други технологии се използва лъчисто нагряване чрез инфрачервени или кварцови нагреватели. Като общо наблюдение, процесите със суха топлина използват по-високи температури и по-дълго време на обезвреждане в сравнение с методите базирани на пара. Те не се използват често в големи съоръжения и обикновено третират само малки обеми. [18].

Процесът на стерилизация трябва да се контролиран с подходящ индикатор или измервателен прибор към партидата с отпадъци, когато е уместно, се контролират и микроорганизмите, съдържащи се в отпадъците. Средната продължителност на процеса обикновено е с времетраене 1 час при 180 °C [5], [18].

Плазмено преобразуване

Системата за плазмено преобразуване (СПП) представлява комплекс от съвременни технологични решения, способни да третират различни видове отпадъци (битови, промишлени и опасни, твърди, течни и газообразни, едновременно или поотделно) като осигуряват максимална защита на околната среда. Разработване на този нов тип технологии има за цел да преодолее недостатъците на досега съществуващите технологии за термично третиране на отпадъците. Плазмата представлява електропроводим газ, като електрическата проводимост е резултат от йонизацията на част от газовите компоненти в системата. Йонизирането може да се постигне чрез електро-дъгови или индукционни плазмотрони [17].

Същността на СПП е генерирането на постоянна електрическа дъга в плазмения горелка, от която голямо количество енергия се предава върху отпадъците, предизвиквайки молекулна дисоциация и необратимото им разграждане. Чрез високотемпературната плазма веществата, които се съдържат в отпадъците се разпадат до атоми, йони и електрони. Като краен резултат от СПП се получават черен стъкловиден обсидиант (стопилка) и синтез-газ—смес основно от водород и въглероден оксид и малки количества азот, въглероден диоксид, въглеводороди. Това не е процес на горене, тъй като протича в редукиционна среда и получените газове могат да намерят приложение в други процеси.

Предимствата на СПП се изразяват в:

- Няма изисквания към химическия състав на отпадъците, в зависимост

от който да се настройват технологичните параметри;

- Не се налага сортиране на отпадъците;
- СПП може да третира отпадъци в твърда, течна или газообразна форма, отделно или едновременно [17];
- Показва по-голяма ефективност поради по-високо производство на енергия и по-малък обем генерирана пепел и др. [17], [22].

Основи недостатъци са:

- високи капиталовложения;
- необходимост

Това е ефективна технология, която може да се използва за обезвреждане на опасни медицински отпадъци. В този процес се използва електрическа енергия за генериране на плазма и се произвежда температура над 2700 °C [17], [22].

Депониране

До момента не е извършена адекватна оценка на риска от използването на депата за депониране на необработени биомедицински и медицински отпадъци, които могат да съдържат инфекциозни организми и опасни химикали.

Обезвреждането на инфекциозни отпадъци на депа значително увеличава рисковете за човешкото здраве и околната среда, произтичащи от контакта с инфекциозните агенти. Ето защо не се счита за добра практика инфекциозните отпадъци да се обезвреждат чрез депониране. Ако не е възможно друго третиране за обезвреждане, с цел да се избегнат гореспоменатите рискове, инфекциозните отпадъци трябва да бъдат обработени, чрез познати и ефективни техники като автоклав, микровълнова обработка, стерилизация със суха топлина или химична дезинфекция [10].

Понастоящем, директното изхвърляне на опасни медицински отпадъци на депа за неопасни отпадъци в ЕС е абсолютно забранено с Директива ЕС/99/31, която изисква въвеждане на алтернативни

технологии за обезвреждане им, най-често чрез изгаряне, автоклавиране или микровълново третиране. Депонирането като метод е приложимо единствено за тази част от медицинските отпадъци, която е с характеристика на неопасен, битов отпадък [22].

3. Други методи за обезвреждане на медицински отпадъци

Съществуват и други методи за третиране на медицински отпадъци, но те все още не са широко одобрени за употреба и са прилагани само в ограничен мащаб. Те включват облъчване (например с микровълнови, гама и ултравиолетови лъчи), специално конструирано депо и други методи на третиране (напр. капсулиране и филтриране). При прилагането на тези методи трябва да се спазват процедурите за валидиране и за мониторинг [6].

Техниките за третиране, които не са свързани с разрушаване на тъканите, като химическа дезинфекция, автоклавиране и микровълново облъчване, не следва да се прилагат за третиране на анатомични медицински отпадъци (напр. органи, тъкани и ампутирани части на тялото). Изгарянето е единственият възможен метод за третиране на тази конкретна група медицински отпадъци [5].

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В лечебните и здравните заведения се образуват разнородни по състав и свойства отпадъци. Въпреки, че отпадъците притежават опасни свойства са едва 15% до 20%, те представляват особен интерес, тъй като крият риск от разпространяване на различни рискове и опасности здравето на хората и околната среда.

Основни предпоставки за увеличаване количеството и разнообразието на тази група отпадъци, са бурното развитие на сектора на здравеопазването през последните десетилетия, застаряване на населението, увеличаване честотата на хроничните и инфекциозни заболявания.

С настоящата е направен анализ на физичните и химични методи за третиране на болнични отпадъци. Тези технологии притежават, както положителни, така и отрицателни черти, а всеки от методите се отличава с характерни особености и приложение. Едни от тях са широко разпространени (инсинерация, автоклавиране, микровълново третиране), други се използват по - ограничено (пиролиза, химическо третиране, третиране със суха топлина и др.), а трети все още са в процес на доказване на своята ефективност (облъчване с микровълнови, гама и ултравиолетови лъчи).

Това проучване има известни ограничения. Първо малкия размер на извадката (22), и второ липсата на достатъчно проучвания и научна литература за новите технологии за третиране на опасни болнични отпадъци. Следователно провеждането на допълнителни проучвания в тази област би помогнало за събирането на обективни и валидни данни. Освен това бъдещите проучвания трябва да бъдат насочени към търсенето и утвърждаването на иновативни екологични решение в третирането на болнични отпадъци. Въпреки това тази статия може да има голямо значение за създаването на конкретни стратегии и избор на технология за третиране на болнични отпадъци.

Литература:

1. Kalantary R.R., Jamshidi A., Mofrad M.M.G., Jafari A.J., Heidari N., Fallahizadeh S., Arani M.H. Torkashvand J. (2021) *Effect of COVID-19 pandemic on medical waste management: a case study..* Journal of Environmental Health Science and Engineering, Volume 19, Pages 831-836.
2. Andeobu L., Wibowo S., Grandhi S. (2022) *Medical Waste from COVID-19 Pandemic—A Systematic Review of Management and Environmental Impacts in Australia.* Journals Ijerp, Volume. 19, Issue. 3, Pages 1-25.
3. Yousefi M., Oskoei V., Jafari A.J., Farzadkia M., Firooz M.H., Abdollahinejad B., Torkashvand J. (2021) *Municipal solid waste management during COVID-19 pandemic: effects and repercussions.* Environmental Science and Pollution Research, Volume 28, Pages 32200-32209.
4. Lee S.M., Lee D.H. (2022) *Effective Medical Waste Management for Sustainable Green Healthcare.* International Journal of Environmental Research and Public Health, Volume 19, Issue 22, Pages 14820-14835.
5. Сиджимов М, Методиев В, Шанова Л. (2017) *Практическо ръководство за безопасно управление на отпадъците от лечебните и здравните заведения*, Електронно издание на НЦОЗА.
6. Liu Z., Liu T., Liu X., Wei A., Wang X., Yin Y., Li Y. (2021) *Research on Optimization of Healthcare Waste Management System Based on Green Governance Principle in the COVID-19 Pandemic.* International Journal of Environmental Research and Public Health, Volume 18, Pages 5316-5333.
7. Makajic-Nikolic D., Petrovic N., Belic A., Rokvic M., Radakovic J., Tubic V. (2016) *The fault tree analysis of infectious medical waste management.* The fault tree analysis of infectious medical waste management, Volume 113, Pages 365-373.
8. Das A., Islam M., Billah M., Sarker, A. (2021) *COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review.* Science of the Total Environment, Volume. 778, Pages 146220-146227..
9. Екип на Европейската сметна палата. (2023) *Действия на ЕС във връзка с нарастващото количество опасни отпадъци.* ЕС.
10. Доклад от шеста среща на техническата работна група по UNEP/CHW.6/20. (2002), *Технически насоки за екологосъобразно управление на биомедицинските и медицинските отпадъци* Женева, Швейцария, стр.17-67.
11. Segura-Muñoz I., Takayanagui A.M.M., Trevilato T.M.B., Santos C.B., Hering S.E. (2004) *Trace metal distribution in surface soil in the area of a municipal solid waste landfill and a medical waste incinerator.* Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 72, Issue 1, Pages 157-164.

12. Angelova V., Filipova M. (2019) *Study of some of the modern methods of treatment of hospital waste*. Proceeding, Volume 58, Issue 1, Pages 25-29.

13. Ermenlieva N., Georgiev E., Tsankova G., Todorova T., Kostadinova, T. (2016) *Incineration – basic approach to medical waste treatment*. in *Fourth student scientific conference “Ecology and environment”*, Shumen, Bulgaria, Pages 123-125.

14. Moya D., Aldas C., Lopez G., Kaparaju P. (2017) *Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies*. *Energy Procedia*, Volume 134, Pages 286-295.

15. Койчев М., Янева В. (2007) *Технологии за обработване на твърди отпадъци, част I*.

16. Ilyas S., Srivastava R.R., Kim H. (2020) *Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management*. *Science of The Total Environment*, Volume 749, Pages 141652-141661.

17. Пеловски Й.Г. , Домболов И.П., Тодорова Е.И. (2007) *Методи за третиране и оползотворяване на твърди битови отпадъци*.

18. Chartier Y. Et al. (2014) *Safe management of wastes from health-care activities*. World Health Organization (WHO), *Second edition*, Pages. 105-138.

19. Lee B.K., Ellenbecker M.J., Moure-Ersaso R. (2004) *Alternatives for treatment and disposal cost reduction of regulated medical wastes*. *Waste Management*, Volume. 24, Issue 2, Pages. 143-151.

20. Fritsky K.J., Kumm J.H., Wilken M. (2001) *Combined PCDD/F Destruction and Particulate Control in a Baghouse: Experience with a Catalytic Filter System at a Medical Waste Incineration Plant*. *Journal of the Air & Waste Management Association*, Volume. 51, Issue 12, Pages. 1642-1649.

21. Levendis Y.A., Atal A., Carlson J.B., Quintana M.M.E. (2001) *PAH and soot emissions from burning components of medical waste: examination/surgical gloves and cotton pads*. *Chemosphere* Volume 42, Issue 5-7, Pages 775-783.

22. Dharmaraj S., Ashokkumar V., Pandiyan R. , Munawaroh H.S.H., Chew K.W., Chen W.H., Ngamcharussrivichai C. (2021). *Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes*. *Chemosphere*, Volume 275, Pages 130092-130111.

NATURE BASED SOLUTIONS COMBINED WITH ENGINEERING SOLUTIONS IMPLEMENTED AT THE RESTORATION OF THE NORTH PART OF ARAL SEA WITH GOAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION

ПРИРОДНО БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ В КОМБИНАЦИЯ С ИНЖЕНЕРНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО НА СЕВЕРНАТА ЧАСТ НА АРАЛСКО МОРЕ С ЦЕЛ УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА РЕГИОНА

Pavel KRACHUNOV

PhD student

Technical University – Varna, Department – Ecology and Environment Preservation

e-mail: pavelkrachunov@gmail.com

Резюме: В статията са обобщени предизвикателствата и подходите при решаването на комплексни екологични, социални и икономически проблеми свързани с една от най-големите екологични катастрофи на 20 век, а именно, пресъхването на 90% от Аралско море. Разгледани са историческите предпоставки за възникването на проблема, задълбочаването му, превръщането му в екологична катастрофа и впоследствие опитите за възстановяването на загубените екосистеми. Макар и далеч от пълно възстановяване с помощта на Световната Банка, правителствата на Казакстан, Узбекистан, ООН и местни организации, има забележими успехи при възстановяване на екологията, икономиката и туризма в региона. Комбинирането на инженерни и природно базирани решения се доказва като основен подход при решаването на мащабни екологични предизвикателства, с който все по-често ще се сблъскват обществата по цял свят. Успехите при използването на природно базирани решения, доказаха, че те са гъвкави и разнообразни и могат да се използват комбинирано или поотделно според спецификите на региона. Множеството положителни индикатори през последните години показват, че те могат да осигурят устойчиво развитие на региона около Аралско море.

Ключови думи: природно базирани решения, аралско море, опустиняване, пресъхване, екологична катастрофа, възстановяване на биоразнообразието.

Abstract: The article summarizes the challenges and approaches to addressing the complex environmental, social, and economic issues associated with one of the greatest ecological disasters of the 20th century: the desiccation of 90% of the Aral Sea. It examines the historical causes of the problem, its escalation into an ecological catastrophe, and subsequent efforts to restore the lost ecosystems. Although far from full restoration, significant progress has been achieved in reviving the ecology, economy, and tourism in the region with the support of the World Bank, the governments of Kazakhstan and Uzbekistan, the United Nations, and local organizations. The combination of engineering and nature-based solutions has proven to be a key approach in addressing large-scale environmental challenges, which societies worldwide are increasingly likely to face. The successes of nature-based solutions have demonstrated their flexibility and diversity, showing that they can be applied either in combination or individually, depending on the specific characteristics of a region. Numerous positive indicators in recent years suggest that these solutions can ensure the sustainable development of the area surrounding the Aral Sea.

Key words: Nature-based solutions, Aral Sea, desertification, desiccation, ecological catastrophe, biodiversity restoration

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Екологичните катастрофи в различните региони са възможност за използване на Природно-базираните решения (Nature-Based Solutions, NBS), които се утвърждават като ключов подход за справяне с екологични предизвикателства, като същевременно насърчават обществата за прилагане дългосрочно устойчиво развитие.[1] В контекста на Аралско море, което претърпя една от най-значимите екологични катастрофи на XX век, тези подходи играят решаваща роля за възстановяването на екосистемите смятани за безвъзвратно унищожени.

Целта на статията е да покаже възможностите за цялостно подобряване на екологичната, икономическата и социалната ситуация при използване на комбинирани подходи и съчетаването им с цел възстановяване на региона.

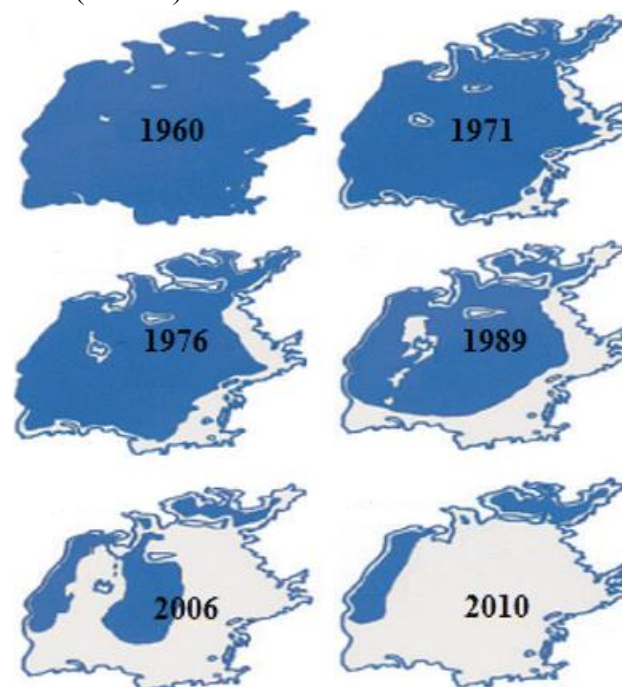
II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

1. Исторически предпоставки и причини за пресъхването и замърсяването на Аралско море.

През историята, морето е играло ключова роля в живота на региона. То е ендореично (безотточно) езеро, което се хранва от реките Амударя и Сирдаря. През 60-те години на XX век площта му е била приблизително 68 000 кв. км, а обемът – около 1100 куб. км. Местната икономика разчитала на риболова, като годишно се добивали около 40 000 тона риба. Морето било важна връзка за търговията между Централна Азия и други региони. Голямото количество вода смекчавало климатичните условия в региона.

От началото на систематичните наблюдения за нивото на Аралско море през XIX век не са наблюдавани никакви колебания. През 30-те години на XX век съветските власти започват мащабно строителство на напоителни канали и чрез

плановата икономика, независимо от нереалистичните цели, налагат масово отглеждане на памук в този твърде сух за такава дейност регион [5]. С призивите „Да преобразим природата!“, без да се прави сметка за последиците от нарушаване на екологичното равновесие, се създава поминък – памукопроизводство, с което днес е свързана съдбата на населението в Казахстан и Узбекистан [2]. Този поминък продължава да се развива интензивно и през 60-те. До 1990г. площта на напояваните земеделски земи в Централна Азия се увеличава от 4,5 млн. до 7 млн. ха. Нуждите от вода за селското стопанство в региона нарастват от 60 до 120 km³ годишно, поради което 90% от водното течение се отклонява за напояване. Днес количеството вода, захранващо водния басейн, е намаляло до 5 km³ годишно. Така от 1961 г. нивото на морето започва да се понижава с нарастваща скорост от 20 до 80 – 90 cm/годишно. В последствие, поради неправилно управление на водните ресурси, някога четвъртото по големина езеро в света, започва да се свива с драстични темпове след средата на 20-ти век. (Фиг. 1)



Фиг. 1

Водните загуби от неефективните напоителни системи допълнително усложнили проблема. Липсата на устойчиво управление и дългосрочно планиране за възстановяване на водния баланс довели до драстично намаляване на водния обем. Засилената употреба на агрохимикали допълнително замърсила водите, които все още постъпвали в морето. През 2000 г. морето вече било загубило 90% от първоначалния си обем, а солеността на водата нараснала дотолкова, че почти всички рибни видове изчезнали.[11] С намаляването на водата токсините, включително тежки метали и агрохимикали, останали на дъното на изсъхналото море, започват да се разнасят от ветровете върху огромни площи. Проучванията показват, че токсичните частици влияят негативно на здравето на хората и екосистемите, причинявайки респираторни и кожни заболявания. Катастрофата на Аралско море довела до сериозни промени в региона:

Екологични последици:

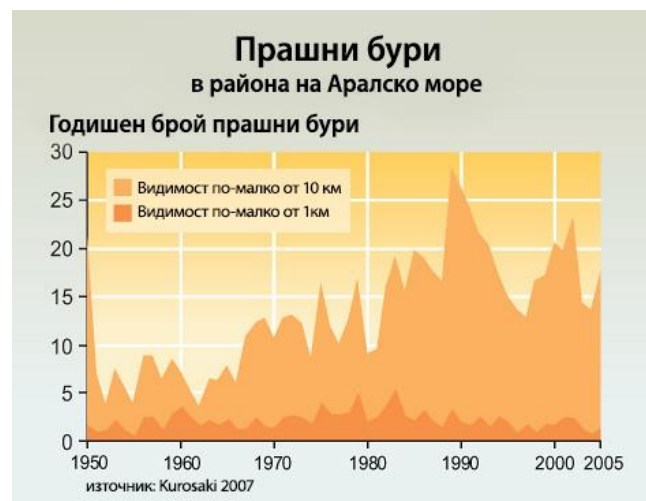
- Опустиняване: Бившето дъно на морето се превърнало в пустиня, известна като Аралкум, която заема площ от над 40 000 кв. км. [7]
- Промяна на климата (Фиг. 2) и повишаване на температурите в района на Аралско море. След като водната повърхност драстично намалява, способността на морето да регулира температурите също отслабва. Това води до по-горещи лета с температури, често надвишаващи 40°C. Намалено изпарение, което преди е помагало за охлаждане на региона. Загубата на водната маса намали топлинния капацитет на района, което води до по-екстремни зимни условия с температури, които падат по-ниско от предишните нива.[6]

- Липсата на стабилизиращия ефект на водата довела до по-големи денонощни и сезонни температурни колебания.



Фиг. 2

- Прашни бури: (Фиг. 3) Сол и токсини от дъното се разпространяват на стотици километри, замърсявайки въздуха и почвата.



Фиг. 2

- Загуба на биоразнообразие: С увеличаването на солеността много рибните популации изчезнали, сладководни риби като шаран и сом били заличени, а с тях и много от

хищните птици, бозайници, гризачи и други животни.

Социално-икономически последици:

- Колапс на риболовната индустрия: Риболовните селища изчезнали, а хиляди хора останали без работа.
- Проблеми със здравето: Замърсяването на въздуха и водата довело до увеличаване на респираторните заболявания, рак и други здравословни проблеми.
- Миграция: Хората напуснали региона, търсейки по-добри условия за живот.[15]

2. Природно-базирани решения за възстановяване на Аралско море

За да се справят с тежките последици от опустиняването, загубата на биоразнообразие и социално-икономическите предизвикателства, учени, международни организации и местните общности все по-често прибягват към природно-базирани решения (Nature Based Solutions, NBS). Тези подходи интегрират екосистемни услуги в стратегията за възстановяване, използвайки природата за смекчаване на негативните последици и възстановяване на загубените екосистеми. Мерки за възстановяване и решения [9]:

- *Изграждане на Кокаралския бент*

През 2005 г. Казахстан, с подкрепата на Световната банка, изгради Кокаралския бент. Бентът задържа водите на река Сирдаря в северната част на морето, което доведе до увеличаване на водното ниво и намаляване на солеността.[14]

- *Засаждане на саксаул и устойчиви пустинни растения*

Саксаул (*Haloxylon ammodendron*) е пустинно растение, което се използва за стабилизиране на почвата и предотвратяване на праховите бури,

причинени от дъното на изчезналото море. Проектите за залесяване са покрили над 300 000 хектара от бившето дъно на морето, намалявайки ерозията и подобрявайки качеството на въздуха.

- *Възстановяване на влажни зони*

Възстановените влажни зони около реките Сирдаря и Амударя предоставят местообитания за птици, риби и земноводни. Тези екосистеми също играят роля като естествени филтри, които пречистват водите и намаляват замърсяването.[18]

- *Създаване на зелени коридори*

Засаждането на устойчиви гори и храсти в региона подпомага създаването на миграционни коридори за дивите животни, възстановявайки биоразнообразието.

- *Изграждане на изкуствени езера и рифове*

Някои части от бившето дъно на морето са трансформирани в изкуствени водоеми, които задържат вода и предоставят местообитания за водни организми. Изкуствени рифове стимулират възстановяването на рибните популации в северното Аралско море.

- *Позитивен ефект върху здравето*

Местните жители отбелязват, че залесяването и намаляването на праховите бури значително подобряват качеството на въздуха, което води до по-ниска честота на респираторни заболявания.

- *Социално-икономически ползи*

Възстановяването на риболова в северното Аралско море създава работни места и стимулира местната икономика. Възстановяването на риболова предлага възможности за заетост на местното население, включително рибари, търговци и преработватели на риба.[4] Това е особено важно за селата около морето, които страдаха от висока безработица след екологичната криза. Риболовната индустрия допринася за икономическия

растеж чрез износ на риба и продукти, свързани с риболова. Местни пазари и преработвателни предприятия също се развиват, като подкрепят местната икономика. Риболовът, който беше традиционен поминък за много семейства, се завръща като начин на живот, възраждайки социалните и културни традиции в региона. През последните години уловът в северното Аралско море достига нива, които позволяват устойчиво изнасяне на риба за други региони. Възстановяването на видове като щука, шаран и костур е доказателство за ефективността на природно-базираните и инженерните решения. Възраждането на риболова е ясен пример за това как устойчивото управление на природните ресурси може да донесе дългосрочни социално-икономически ползи за местните общности.[4]

- *Рекреация и туризъм*

Възстановените влажни зони привличат туристи и орнитолози, осигурявайки нови възможности за доходи. През последните години влажните зони около северното Аралско море са домакин на фестивали за наблюдение на птици, които привличат стотици любители на природата. Един от успехите е завръщането на розовите фламинго, което е символ на усилията за възстановяване на екосистемите. Специализирани турове за наблюдение на птици и фотография на диви животни стават все по-популярни. Районът се превръща в център за изследвания на миграционните пътища на птиците и възстановяването на екосистемите. Международни организации и учени допринасят с финансиране и експертиза, което подкрепя местната икономика. Създават се работни места за водачи на туристи, обслужващ персонал и доставчици на местни продукти. Ръстът на

туризма увеличава търсенето на местни стоки, като храни, занаяти и сувенири [3].

- *Ползи за населението*

Подобрено качество на въздуха и почвата. Намаляването на праховите бури води до по-здравословна среда за живеене. Залесяването подобрява почвеното плодородие и създава условия за устойчиво земеделие [9].

- *Екологично равновесие*

Завръщането на биоразнообразието създава устойчива екосистема, която може да се поддържа без интензивна човешка намеса [10].

- *Климатична стабилност*

Регенерацията на растителността подпомага улавянето на въглерод, което допринася за смекчаване на климатичните промени.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аралско море е предупреждение за последствията от човешката намеса в природата без достатъчно внимание към дългосрочните екологични и социални ефекти. Докато част от морето е загубена завинаги, усилията за възстановяване на северната му част и околната екосистема показват, че устойчиво управление и комбинирани решения могат да доведат до значителни подобрения [17]. Природно-базираните решения предлагат устойчива и икономически изгодна алтернатива за справяне с екологичната криза в Аралско море [8]. Те не само подпомагат възстановяването на загубените екосистеми, но също така предлагат значителни ползи за местното население, като подобряват здравето, осигуряват икономически възможности и възстановяват баланса между човека и природата. Успешното им прилагане изисква дългосрочна стратегия, базирана на сътрудничество между правителствата, международните организации и местните общности.

Литература:

1. Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M., et al. (2015). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN.
2. Glantz, M. H. (1999). *Creeping environmental problems and sustainable development in the Aral Sea Basin*. Cambridge University Press. 10-50
3. UNESCO. (2015). *Ecotourism and Biodiversity Conservation in the Aral Sea Region*.
4. Aladin, N. V., & Plotnikov, I. S. (2004). *Modern ecological problems of the Aral Sea region*. *Journal of Marine Systems*, 47, 37–52.
5. Krivonogov, S. K., et al. (2014). *The Aral Sea Evolution During the Last 2000 Years*. *Quaternary International*, 333, 15–27.
6. Zonn, I. S. (2009). *The Aral Sea Encyclopedia*. Springer.
7. UNEP. (2006). *Global Deserts Outlook*. 120-135
8. UNESCO, Micklin, P., Aladin, N., & Plotnikov, I. (2016). *The Aral Sea Basin: Environment and Society*. UNESCO.
9. Каратаев, А., & Аминов, Р. (2018). *Реконструкция и экологическое восстановление Аральского региона. Экосистема*.
10. Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions and protected areas: Working with nature to protect people*. IUCN.
11. Micklin, P. P. (2007). *The Aral Sea Disaster*. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35(1), 200–215.
12. Glantz, M. H. (2005). *Aral Sea Basin: A Snapshot of Environmental and Social Impacts*. UNEP.
13. Micklin, P. P. (2007). *The Aral Sea Disaster*. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 35(1), 47–72.
14. UNECE. (2011). *Assessment of Environmental Benefits of the Kok-Aral Dam*.
15. Bekchanov, M., & Lamers, J. P. A. (2016). *Economic and ecological trade-offs of water management reforms in the Aral Sea Basin*. *Journal of Environmental Management*, 177, 247–262.
16. Waltham, N. J., et al. (2019). *Wetland restoration benefits for biodiversity and climate resilience*. *Science of the Total Environment*, 667, 412–424.
17. Sagdeyev, R. Z. (2013). *Challenges and Opportunities in the Aral Sea Basin*. Routledge.
18. Бабурин, В. Л. (2010). *География и экология Аральского кризиса*. МГУ. 48-55

RELIABILITY OF ELECTRONIC INSTRUMENTATION - A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT A LINK BETWEEN THE SCIENCES OF ANAESTHESIOLOGY, ECOLOGY AND AGRICULTURE

НАДЕЖДНОСТ НА ЕЛЕКТРОННАТА АПАРАТУРА – ОСНОВА ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ И СВЪРЗВАЩО ЗВЕНО МЕЖДУ НАУКИТЕ АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ, ЕКОЛОГИЯ И ЗЕМЕДЕЛИЕ

Angelina DIMITROVA

Technical University – Varna, Department – Ecology and Environment Preservation

e-mail: angelina_sd@tu-varna.bg

Резюме. Надеждността е основна характеристика на продуктите, услугите и технологиите, свързана със стабилност и предсказуемост. Целта на тази статия е да проследи историческото възникване и как то еволюира през годините, за да обхване не само продукти и технологии, но и човешки дейности и социални процеси. В допълнение, статията разглежда конкретните изисквания за надеждност в различни индустрии, като медицина, авиация и земеделие. Подчертава важността на тези стандарти за безопасност, да създадат възможности за осигуряване на устойчиви решения за бъдеще в посока ефективно и устойчиво развитие на обществото. С оглед широката употреба на електронна апаратура и химикали в медицината са създадени строги регулации и стандарти. Те гарантират безопасността във възможно най-широки аспекти. Бързото развитие на стандартизацията в областта „надеждност на електронна апаратура“ допринася за устойчиво развитие на обществата и намалява екологичния отпечатък от тези технологии.

Ключови думи: надеждност; надеждност, историческо развитие; стандартизация; безопасност; устойчиво развитие

Abstract. Reliability is a fundamental characteristic of products, services and technologies, linked to stability and predictability. The purpose of this article is to trace the historical emergence and how it evolved over the years to encompass not only products and technologies but also human activities and social processes. In addition, the article examines the specific reliability requirements in various industries, such as medicine, aviation, and agriculture. Emphasizes the importance of these safety standards, to create opportunities to provide sustainable solutions for the future in the direction of effective and sustainable development of society. In view of the widespread use of electronic suite and chemicals in medicine, stringent regulations and standards have been established. These ensure safety in the broadest possible aspects. The rapid development of standardisation in the field of 'reliability of electronic equipment' contributes to the sustainable development of societies and reduces the environmental footprint of these technologies.

Keywords: Reliability; Historical development; Standardisation; Safety; Sustainability

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Въпреки че през по-голямата си част от историята понятието „надеждност“ е свързано с последователността и повторемостта на измерванията, в модерната ера неговото значение се разширява и обхваща всички сфери на технологиите, включително електронни устройства и медицински технологии.

Целта на тази статия е да проследи историческото възникване и как то еволюира през годините, за да обхване не само продукти и технологии, но и човешки дейности и социални процеси. В допълнение, статията разглежда конкретните изисквания за надеждност в различни индустрии, като медицина, авиация и земеделие. Подчертава

важността на тези стандарти за безопасност, да създадат възможности за осигуряване на устойчиви решения за бъдеще в посока ефективно и устойчиво развитие на обществото.

II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

1. Исторически преглед на понятието „надеждност“ и създаване на наука за безопасност.

Надеждността е популярно понятие, което от години се възхвалява като желателна характеристика както на личността, така и на продукта. Нейното начало започва още през 1816 г. Понятието „надеждност“ е въведено от поета Самюъл Тейлър Колридж (Samuel Taylor Coleridge) (1772–1834). В статистиката надеждността се отнася до последователността на измерванията или измервателните инструменти и често се използва за описание на тестове. Надеждността е обратно пропорционална на случайната грешка. В психологията надеждността също е свързана с последователността на измерванията. Тест се смята за надежден, ако при многократно прилагане дава сходни резултати.

В земеделието понятието "надеждност" е свързано основно с устойчивостта, последователността и предсказуемостта на процесите, инструментите и резултатите [4]. Това включва устойчивост на културите към суша, болести, вредители или неблагоприятни метеорологични условия [5].

До Втората световна война понятието „надеждност“ се използва главно в смисъла на „зависимост“ или „повторяемост“. Съвременното му значение обаче е променено от американската армия през 40-те години и постепенно еволюирало до днешния му вид. В началото то обозначавало продукт, който функционира, когато се очаква. Днес обаче терминът включва допълнителни

качества, които обхващат не само продукти, но и услуги, софтуерни пакети и човешки дейности. Надеждността вече присъства във всяка сфера на технологично-интензивния свят.

Едно от ранните приложения на надеждността е свързано с телеграфа – система, захранвана от батерии, с прости предаватели и приемници, свързани с жици [1]. Основните проблеми били свързани с прекъсване на проводниците или недостатъчно напрежение. До появата на електрическата крушка, телефона и разпределението на електрическа енергия, няма значителни иновации в електрониката, които да изискват сериозни концепции за надеждност.

През 1915 г. радиоприемниците навлизат на пазара, а до 1920 г. автомобилите стават обичайна част от живота, което представлява ранно механично приложение на надеждността [1].

През 20-те години д-р Уолтър А. Шухарт от Bell Labs популяризира използването на статистически контрол на качеството за подобрене на продуктите. Развитието на статистиката през XX век върви ръка за ръка с концепцията за надеждност, тъй като тя станала основен инструмент за измервания и анализ.

До този момент дизайнери носели отговорността за надеждността, а техниците се занимавали с отстраняването на проблемите. Нямаło значими опити за превантивни мерки или икономически мотиви за това. През 20-те и 30-те години инженерът Фредерик Тейлър разработвал методи за подобряване на последователността на продуктите и ефективността на производствения процес [1].

През 30-те години в Швеция Валоди Уейбул изследвал умората на материалите и разработва статистическо разпределение, което днес носи неговото име – разпределението на Уейбул.

По време на Втората световна война обстоятелствата се променят драстично. Оборудването трябвало да издържа на пустинна жегата, екстремния студ и висока влажност и станало технически много по-усъвършенствано и по-сложно. Тъй като всички тези фактори увеличавали вероятността от повреда, станало необходимо да се изучава и подобрява надеждността, за да може оборудването, произведено за въоръжените сили, да функционира задоволително за дълги периоди.

Резултатите от американското изследване на военното оборудване разкрили сериозността на проблема: показали, че повечето електронно оборудване било оперативно само около една трета от времето, а средно разходите за ремонт и поддръжка възлизали на около десет пъти първоначалната му покупна цена [1].

Втората световна война ускорява и развитието на медицинските технологии, включително иновации като преносими единици за трансфузия на кръв, напредък в диагностичната образна диагностика и развитието на пейсмейкъри. Следвоенната ера води до растеж на масовото производство и усилия за подобряване на надеждността на устройствата, които стават все по-необходими в здравеопазването [1].

Развитието на сателити и други космически апарати в последствие увеличило изискванията за надеждност на електронното оборудване и стимулирало допълнителни изследвания и разходи по този въпрос.

Поява на регулаторни рамки (1960-те - 1980-те години). Въвеждането на регулациите на FDA в САЩ през началото на 60-те години и CE маркировката в Европа през 90-те години означава важен момент за осигуряване на безопасността и

надеждността на конвенционалните и медицинските електронни устройства.

2. Надеждност на медицинските електронни устройства и технологии. Регулаторни органи и стандарти.

Надеждността на медицинските устройства се оказва от изключителна важност за устойчивото развитие и има специфични изисквания, които ги отличават от всички останали електронни устройства. Важно е да се разбере, че медицинските устройства играят решаваща роля за здравето и безопасността на хората, като тяхната надеждност е критична за предотвратяване на сериозни последици за пациентите.

Например, при използване на жизненоважни устройства като пейсмейкъри, респиратори или мониторинг на сърдечния ритъм, всяка неизправност може да има необратими последици, включително смърт. Поради това надеждността на тези устройства е не само важна, но и абсолютно задължителна. Всяко медицинско устройство трябва да отговаря на стриктни стандарти и регулации, които изискват системи за управление на качеството, ефективно управление на рисковете и обширни тестове на безопасността.

Ключов момент е също развиване в обществото на доверие и етика. Използването на медицински устройства е свързано с високи етични стандарти. Пациентите и здравните работници трябва да се доверяват на тези устройства за правилна диагностика, лечение и мониторинг. Това създава допълнителна отговорност за производителите и регулаторните органи да осигурят надеждността и безопасността на техните продукти [2].

Срокът на работа до отказ е важен за устойчивото развитие, като се цели да се намалят разходите за подмяна и ненужни

ремонти, които могат да натоварят здравните системи и екологичната среда.

Регулаторите за надеждност на медицинските устройства, авиацията и космонавтиката имат по-строги изисквания, отколкото стандартите за

конвенционална електроника. Това се дължи на различията в рисковете и последствията от неизправностите [2]. В таблица 1 са показани основни стандарти за надеждност на електронно оборудване.

Таблица 1

Основни стандарти за надеждност на електронно оборудване, определени или регулирани от различните регулатори на държавите.

Държава/Регион	Регулатор за медицинско оборудване	Съответни стандарти за медицинско оборудване	Регулатор за надеждност на електронно оборудване	Съответни стандарти за надеждност на електронно оборудване
Европейски съюз	CE марка, MDR (Medical Device Regulation)	EN ISO 13485, EN 60601 (безопасност на медицински електрически устройства)	IEC (International Electrotechnical Commission)	IEC 60068 (тестове за надеждност на електронни устройства), IEC 61000 (електромагнитна съвместимост)
САЩ	FDA (Food and Drug Administration)	21 CFR Part 820, IEC 60601 (безопасност на медицински устройства)	MIL-STD (Military Standards), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)	MIL-STD-810 (тестове за надеждност на електронни устройства), IEEE 487 (надеждност на оборудване)
Китай	NMPA (National Medical Products Administration)	GB/T 28770, GB 9706 (безопасност на медицински устройства)	GB/T (National Standards of China)	GB 2423 (тестове за надеждност на електронни устройства), GB 17625 (електромагнитна съвместимост)
Япония	PMDA (Pharmaceuticals and Medical Devices Agency)	JPAL-01, JIS T 0601 (медицински електрически устройства)	JIS (Japanese Industrial Standards)	JIS C 60068 (тестове за надеждност на електронни устройства), JIS C 61000 (електромагнитна съвместимост)
Великобритания	MHRA (Medicines and Healthcare products Regulatory Agency)	BS EN ISO 13485 (системи за управление на качеството за медицински устройства)	BSI (British Standards Institution)	BS EN 61000 (електромагнитна съвместимост), BS 5942 (надеждност на електронни устройства)
Австралия	TGA (Therapeutic Goods Administration)	ISO 13485 (системи за управление на качеството за медицински устройства)	Standards Australia	AS 2230 (надеждност на електронни устройства), AS/NZS 61000 (електромагнитна съвместимост)

Надеждността на електронната апаратура, анестезиологията, екологията и земеделието са силно взаимосвързани и връзката им има многопластов аспект. Ключови моменти са откриването на ултразвук и създаването на ултразвуковата диагностика, конструирането на ехографска апаратура и стандарти за надеждност в анестезиологията, които не само подобряват качеството на здравеопазването, но също така намаляват въздействието върху околната среда и повишават ефективността на земеделските практики. Съвременните стандарти и технологии насочват развитието на тези области към по-безопасни, по-ефективни и по-екологични решения. Ултразвуковите технологии в медицинската диагностика позволяват безвредно и безболезнено наблюдение на вътрешни органи и състояния. Разработването на ехографска апаратура е стъпка напред в тази посока. Ехографските апарати използват ултразвук за генериране на изображения на вътрешни органи, което позволява диагностика без използване на радиация [3]. Това намалява негативното въздействие върху околната среда и здравето на пациентите. От екологична гледна точка, новите ехографски апарати трябва да бъдат проектирани с оглед на енергийна ефективност и рециклиране на компонентите. Много от тези устройства включват екологични технологии, които намаляват необходимостта от замърсяване и вредни химикали [3]. Задължителното стандартизиране на надеждността на медицинските устройства, включително анестезиологичните апарати, има съществено значение за намаляване на рисковете за пациентите и за екологичните последици.

Тези стандарти осигуряват, че анестезиологичните апарати отговарят на изисквания за безопасност, които

включват минимизиране на вредното въздействие върху околната среда. Стандарти като ISO 14001 (екологично управление) налагат изисквания за намаляване на въздействието върху околната среда по време на проектирането, производството, използването и изхвърлянето на медицинска апаратура. Например, анестезиологичните апарати, които разчитат на сензорни технологии, трябва да бъдат не само надеждни, но и екологично чисти. Трябва да имат подълъг експлоатационен живот и да бъдат по-лесни за ремонт и рециклиране, което обуславя устойчивото развитие [3].



а)



б)



в)

Фиг 1.

а) анестезиологичен апарат AEON 7200A;

б) Съдов доплер-анализатор на ABI -
Стъпално-Брахиален Индекс
в) Ехограф Chison CBit 8

Стандартизацията по надеждност функционира с основа, която свързва тези различни области чрез общи принципи за устойчиво развитие [3]. Тя създава обща рамка, единни изисквания и насоки, които

гарантират, че устройствата и технологиите отговарят на високи нива на надеждност, безопасност и минимално въздействие върху околната среда. В таблица 2 са показани стандарти, създадени в посока на устойчивото развитие и екологията.

Таблица 2

Преглед на стандартите обвързани със устойчивото развитие, екологичните изисквания и приложенията в медицината

Държава	Регулатор за медицинско оборудване	Съответни стандарти по надеждност на електронната апаратура с акцент върху екологията и устойчиво развитие	Област на приложение	Съответни стандарти за анестезиологична апаратура
Европейски съюз	IEC (International Electrotechnical Commission)	IEC 62075 (Устойчиви технологии), IEC 60068 (Надеждност на електронни устройства при екологични условия), RoHS Directive (ограничаване на опасни вещества) ISO 14001 (екологично управление)	Устойчиво развитие, намаляване на токсични вещества, опазване на околната среда	EN ISO 80601-2-13 (Анестезиологични апарати), IEC 60601-2-13 (сигурност на анестезиологични устройства) ISO 13485
САЩ	IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), MIL-STD	IEEE 1680.1 (устойчивост на електронни устройства), Energy Star (енергийна ефективност), MIL-STD-810 (екологични тестове за устройства)	Повишаване на енергийната ефективност, намаляване на замърсявания, устойчиво земеделие	ANSI/AAMI ES1:2012 (анестезиологични устройства), FDA 21 CFR 820 (системи за качество в медицинска апаратура)
Китай	GB/T (National Standards of China)	GB 28449-2012 (екологични изисквания за електронни устройства), GB/T 18603 (екологични проекти за устойчиво производство и безопасност на апаратурата)	Устойчиво производство, намаляване на електронни отпадъци и замърсявания	GB 9706.1-2007 (медицински електрически устройства), GB 9706.2-2009 (анестезиологични апарати)
Япония [3]	JIS (Japanese Industrial Standards)	JIS C 61000 (електромагнитна съвместимост и устойчивост на околната среда),	Намаляване на въздействието върху околната	JIS T 0601 (медицински устройства), JIS C 61158 (анестезиологични

		JIS Z 0021 (екологични изисквания за производство на електронни устройства)	среда, устойчиво производство и земеделие	апарати)
Великобритания [2]	BSI (British Standards Institution)	BS EN 60601 (екологични изисквания за медицински устройства), BS 8900 (управление на устойчиво развитие в производството)	Устойчиво развитие, създаване на екологично чисти технологии и устойчиви решения	BS EN 60601-2-13 (анестезиологични апарати), BS EN 13544 (анестезия и дихателни апарати)
Австралия	Standards Australia	AS 61508 (аварийни безопасни и устойчиви електронни системи), AS 3100 (екологични изисквания за устройства и инфраструктура)	Управление на енергийна ефективност, екологични тестове и устойчиво производство	AS/NZS 3200.2.13 (анестезиологични апарати), AS 2201.5 (сигурност на анестезиологични устройства)

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщавайки, интегрирането на надеждността в производствени и медицински процеси не само се подобрява безопасността и ефективността на технологиите, но се и осигурява устойчивото развитие на тези индустрии. Ролята на глобалните стандарти и регулации създадени от различните държави е централна за осигуряване на висока надеждност и безопасност на устройствата, което е не само технологична, но и социална и екологична отговорност за бъдещето.

Литература:

1. James McLinn CRE, ASQ Fellow (2010) A Short History of Reliability
2. Cluley, J.C. (1974). Introduction. In: Electronic Equipment Reliability. Palgrave, London. https://doi.org/10.1007/978-1-349-02030-0_1
3. Yuzo Takahashi, "Progress in the Electronic Components Industry in Japan after World War II," in Technological Competitiveness: Contemporary and Historical Perspectives on Electrical, Electronics, and Computer Industries (Piscataway, NJ: IEEE Press, 1993), 37-52.
4. Chen, H., Tian, D., & Li, Z. (2024). Technologies for Environmental Ecological Restoration and Agricultural Sustainability Are the Focus of Future Safeguarded Agriculture Development. *Agronomy*, 14(1), 12.
5. Bathaei, A., & Štreimikienė, D. (2023). Renewable Energy and Sustainable Agriculture: Review of Indicators. *Sustainability*, 15(19), 14307.

DETERMINATION OF THE ACTIVITY OF NATURAL AND ARTIFICIAL RADIONUCLIDES IN FOOD

ОПРЕДЕЛЯНЕ АКТИВНОСТТА НА ЕСТЕСТВЕНИ И ИЗКУСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В ХРАНИ

Iva VASILEVA

Technical University – Varna, Department – Ecology and Environment Preservation

e-mail: iva_vasilleva@tu-varna.bg

Резюме. С оглед на устойчивото развитие, съдържанието на радионуклиди в храните представлява важен аспект на безопасността на хранителните продукти и е от съществено значение за здравето на хората. Настоящата статия се фокусира върху радионуклидите, които са радиоактивни изотопи и попадайки в околната среда чрез естествени процеси или в резултат на човешка дейност, като аварии в ядрени централи, използване на радиоактивни материали или военни действия, могат да се натрупват в растения, животни и водни организми, които служат за храна за хората. Статията представя изследване на активността на радионуклиди в пет проби храна и техните последици за човешкия организъм и значението на информираността и мониторинга за минимизиране на рисковете. Знанието за съдържанието на радионуклиди в храните е ключово за оценката на потенциалните рискове за здравето. Дългосрочното излагане на радиация, дори в малки количества, може да доведе до сериозни последици, включително увреждане на клетките, повишен риск от развитие на рак.

Ключови думи: Устойчиво развитие; Радионуклиди; Радиоактивност; Източници на йонизиращи лъчения; Гамаспектрометрия.

Abstract. In view of sustainable development, the content of radionuclides in food is an important aspect of food safety and is essential for human health. This article focuses on radionuclides, which are radioactive isotopes and, entering the environment through natural processes or as a result of human activity, such as accidents in nuclear power plants, use of radioactive materials or military actions, can accumulate in plants, animals and aquatic organisms that serve as food for humans. The article presents a study of the activity of radionuclides in five food samples and their consequences for the human body and the importance of awareness and monitoring to minimize risks. Knowledge of the content of radionuclides in food is key to assessing potential health risks. Long-term exposure to radiation, even in small amounts, can lead to serious consequences, including cell damage, increased risk of developing cancer.

Key words: Sustainable development; Radionuclides; Radioactivity; Sources of ionizing radiation; Gamma spectrometry.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Радионуклидите са радиоактивни изотопи, които могат да попаднат в околната среда чрез естествени процеси или в резултат на човешка дейност, като

аварии в ядрени централи, използване на радиоактивни материали или военни действия. Те могат да се натрупват в растения, животни и водни организми, които служат като храна за хората [1].

Целта на настоящата статия е да представи експерименталната работа по радиологичен анализ на храни и определяне на съдържанието и активността на естествени (K-40) и изкуствени (Cs-134, Cs-137) радионуклиди в изследваните проби.

II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

1. Същност на радиоактивните процеси и методи за измерване

Радиоактивността представлява процес, при който ядрата на някои изотопи спонтанно се разпадат като се превръщат в ядра на изотопи на други химични елементи. Този процес е свързан с отделяне на алфа или бета-частици, а в някои случаи се изпускат и гама лъчи [1].

Алфа частиците практически представляват опасност само при вътрешно облъчване. В сравнение с алфа частиците, бета частиците имат по-слаб йонизиращ ефект, но пробегът им във въздуха може да достигне до няколко метра. Те представляват опасност за човека при външно облъчване само в случаите, в които бета-емитерите са в непосредствена близост до човешкото тяло.

Гама разпадът е процес, при който радиоактивни изотопи освобождават гама-излъчване, което е форма на електромагнитно излъчване с висока енергия. Този процес се проявява, когато ядрата на атомите преминават от високоенергийно състояние в по-нискоенергийно, освобождавайки енергия под формата на гама-лъчи.

Основни характеристики на гама разпада:

Процес на декомпозиция.

Гама разпадът обикновено следва други форми на радиоактивен разпад, като алфа или бета разпад. След като ядро на атома излъчва алфа или бета частици, то може да

остане в възбудено състояние. За да достигне стабилно състояние, то освобождава енергия под формата на гама-лъчи.

Гама-излъчване

Гама-лъчите са електромагнитни вълни с много висока честота и енергия. Те са способни да проникват през материали и затова са трудни за откриване и блокиране.

Няма промяна в атомния номер

При гама разпад атомният номер и масовото число на ядрото не се променят. След разпада остава същият химичен елемент, но в по-нискоенергийно състояние.

Гамаспектрометрията е аналитичен метод, използван за измерване на гамапредаванията (гама-излъчванията) от радиоактивни изотопи [1]. Този метод е много полезен в различни области, включително ядрена физика, радиационна защита, медицинска диагностика и научни изследвания.

Спектрометри:

Гамаспектрометрията използва детектори, които регистрират гама-излъчването. Най-често използваните детектори включват:

Германиев детектор: Известен със своята висока резолюция и чувствителност

Сцинтилационен детектор: Използва сцинтилационни материали, които светят при взаимодействие с гама-лъчите.

Спектри:

Когато гама-лъчите взаимодействат с детектора, те предизвикват електрически импулси, които могат да се анализират. Тези импулси се преобразуват в графики (спектри), които показват енергията на гама-излъчванията.

Гама лъчите са електромагнитни вълни с много малка дължината на вълната. Имат много голям пробег във въздуха, който може да достигне километри. Рентгеновите

лъчи са сходни по свойства с тези на гама лъчите.

Йонизиращи лъчения са всички корпускуларни и електромагнитни лъчения, които директно или косвено предизвикват йонизация. Към тях се отнасят: α лъчение, β лъчение и позитронно лъчение, неутронни потоци, γ лъчение, R γ лъчи, ултравиолетови лъчи.

А) Естествен (природен) източник е източник на йонизиращо лъчение, съществуващ в естествени условия – космическо лъчение и естествено разпределените радионуклиди в околната среда, в храните и в организма на човека

Животът на земята е възникнал и съществува в условията на естествена за природата йонизираща радиация. Според съвременната наука възрастта на Вселената се оценява на около 15 милиарда години, а Земята като планета от Слънчевата система се предполага, че е възникнала преди около 4,5 милиарда години. Слънчевата светлина и топлина, благодарение на които съществува Земята, се получават в резултат на ядрени реакции в Слънцето. Ядрени реакции протичат и в Галактическото пространство.

При тези ядрени реакции възникват мощни потоци от йонизиращи частици с много голяма енергия, които формират първично космическо лъчение. То се състои от две компоненти, които се различават по между си както по състав, така и по произход, интензивност и енергия:

- Галактическо космическо лъчение;
- Слънчево космическо лъчение.

Интензивността на слънчевото космическо лъчение не е постоянна и се изменя в зависимост от слънчевата активност. Цикълът на изменение на слънчевата активност е 11 години.

Космическото лъчение е природна даденост и облъчването от него не може да се предотврати и да се управлява от човека по никакъв начин.

В земната кора (почви, минерали, скали) и околната жизнена среда (въздух, вода, флора, фауна) се съдържат най-различни естествени радионуклиди от космичен и земен характер. Естествени радиоактивни елементи се съдържат също в храната и в човешкия организъм.

Б) Естествените радионуклиди от земен произход могат да бъдат групирани по следния начин:

- **Уран-радиевото семейство** с родоначалник U-238 (период на полуразпад 4,5 милиарда години).
- **Ториевото семейство** с родоначалник Th- 232 (период на полуразпад 14 милиарда години).
- **Актиниевото семейство** с родоначалник U-235 (период на полуразпад 700 милиона години) .
- **Радионуклиди от средната част на периодичната таблица** – общо 12 на брой, всички с период на полуразпад 10 милиарда години, от които главните са K-40, Rb-87, Ca-48.

Основен източник на естествено вътрешно облъчване е радионуклида K-40, който попада в човешкия организъм главно с храната. Природният калий съдържа два стабилни изотопа: K-39 (93.08%) и K-41 (6,91%) и един нестабилен (радиоактивен) изотоп – K-40 (0.01% с период на полуразпад 1,3 милиарда години.

Концентрацията на K-40 в човешкия организъм варира в широки граници – от 20 до 600 Bq/kg. В човешкия организъм съдържанието на K-40 варира в границите от 0,1 до 2,5 g/kg. Средната специфична активност е 60 Bq/bg [1].

В) Техногенни радионуклиди. Някои човешки дейности създават изкуствени радионуклиди, които замърсяват екосферата и създават така наречения антропогенен или техногенен радиационен фон. Към тях се отнасят газоаерозолните изхвърляния от обектите на атомната енергетика.

При топлоенергетиката и миннодобивната дейност главно при уранодобива, се получават замърсявания от отпадъчните води, отбитата скална маса, сгурията и пепелината. [1]

Цезий-137 е радиоактивен изотоп, който може да представлява значителен риск за здравето в случай на ядрена атака. Излагането на значителни количества цезий-137 може да доведе до тежки кожни изгаряния, лъчева болест и потенциално фатални здравословни усложнения.

Цезий 134 се произвежда в ядрени реактори, не чрез пряко делене, а чрез реакция [2].

2. Резултати от изследването

2.1. Обхват и методи на изследване

Целта на експерименталната работа е радиологичен анализ на храни и определяне на съдържанието и активността на естествени (K-40) и изкуствени (Cs-134, Cs-137) радионуклиди в изследваните проби. Изследвани са 5 проби храни: краставици; портокали; зрял фасул; кашкавал; сухо мляко.

Анализът е извършен в отдел, Радиационен контрол“ към Регионална Здравна Инспекция – Варна, България. Отделът извършва здравно-радиационен контрол в обекти, използващи източници на йонизиращи лъчения, който осъществява контрол на радиационните фактори на жизнената среда с оглед предварителния и периодичния медицински мониторинг на

професионално облъчваните лица и оценка на облъчване на населението, оценка на риска и предприемане на мерки за вредното въздействие върху здравето на населението [3].

Процедурата определя начина на идентификация и количествено определяне на специфичната активност на изкуствени гама-излъчващи радионуклиди в храни и селскостопанска продукция, предназначена за човешка консумация, чрез гама- спектрометричен анализ с HPGe-детектор. Процедурата включва описание на начина на предварителната подготовка на пробата от изпитвания обект, радиометриране (измерване на енергии на гама-лъчение и скорости на излъчване в енергийния диапазон от 59 keV до около 2000 keV) и пресмятане на специфичните активности на съответните радионуклиди в пробата.

Апаратура

Използваната апаратура за целевото изследване е нискофонова гама спектрометрична система ORTEG C HPGe детектор. Резултатите са представени в приложение, в таблица №1.

Гама-спектрометричната система Тип GEM- детекторът 15190-P с относителна ефективност 15% и разделителна способност. 1.68 keV (при енергия 1332,5 keV) е монтиран в комбинирана защита 100 mm олово плас 10 mm мед и се охлажда с течен азот. Към системата са включени следните функционални блокове: източник на високо напрежение (детекторно захранване), предусилвател, усилвател-формировател с дискриминатор, аналогово-цифров преобразовател и многоканален анализатор на амплитуда на импулсите тип EASY-MCA-2k с периферни устройства. Обхватът на измерването е 0.1-10 000 Bq/kg (по Cs-137), общата относителна неопределеност

на ефективността на спектрометъра $\delta=2,1\%$ [3].

2.2.Начин на провеждане на изпитването.

Същност на метода. Методът е стандартизиран с международния стандарт МЕК 61452 (1995-09) "Ядрено уредостроене Измерване скоростта на гама-излъчване на радиоактивни пуклиди Калибриране и използване на германиеви спектрометри". Гама-лъчението от източника (измервана проба) взаимодейства с активния обем на детектора, и резултат на което в Се-кристал се създават свободни носители на заряд електрони и дупки. Образувалите се носители на заряда се събират на електродите на детектора, като създават електричен импулс. Импулсите се обработват, преобразуват, анализират и регистрират с помощта на съответните електронни системи. При регистрация импулсите формират хистограма, показваща броя на регистрираните гама-кванти като функция на предадената от тях енергия; след натрупване на достатъчен брой импулси хистограмата ще изобразява спектър с един или повече пикове на пълно поглъщане на енергията (фотопикове), имащи форма близка до нормалното (Гаусово) разпределение. При обработка на спектъра се използват следните предварително определени характеристики на спектрометричната система:

- резултати от калибриране по енергия (зависимост на енергията на гама-лъчението като функция на помера на канала, в който се намира центроидът на пика на пълно поглъщане);
- параметри на пикове на пълно поглъщане в фоновия спектър (чиста скорост на броене в пик от фона
- резултати от калибриране по ефективност (зависимост на ефективността в пика на пълно поглъщане като функция

на енергия на гама-лъчението (Е) и нейната обща относителна неопределеност) [3].

Енергията на регистрираните гама-кванти Е, се определя по номера на канала, в който се намира центроидът на пика на пълно поглъщане (като се използват резултатите от калибриране по енергия). Скоростта на излъчване от източника за гама-кванти с енергия Е се определя като разделим чистата скорост на броене в пика на пълно поглъщане (след корекция на фон, като се използват параметрите на пикове на пълно поглъщане в фоновия спектър) на ефективност в пика на пълно поглъщане (като се използват резултатите от калибриране по ефективност за дадена геометрия на измерване) [3].

2.3.Подготовка на пробата за измерване.

Пробите от храни и селскостопанска продукция се вземат по реда на Наредба № 22 от 2003 г. за условията и реда за вземане на проби от храни (ДВ, бр. 93/2003 г.). Представените в лабораторията проби се подлагат на предварителна подготовка за измерване с цел хомогенизиране и максимално запълване на обема на измерителния съд (съд Маринели тип IN, обем 1л):

-Измерване на пробата

Измерителният съд с измерваната проба се поставя в защита на спектрометъра върху детектора. Задава се живото време на броене 80 000 s. След приключването на измерване набраният спектър се записва.

- Обработка на набрания спектър

- отваря се набраният спектър;
- маркират се райони около пикове на пълно поглъщане и каналите с максимума на пиковите;
- обработва се спектрометричната информация, като се определят параметри на пикове на пълно поглъщане (енергии съответни гама-кванти Е, чистият брой

импулси в пикове NA и стандартните неопределености на броя импулси) [3].

2.4. Изчисляване на специфичната активност на радионуклиди

За всеки ник на пълно поглъщане с енергия E на идентифицирания радионуклид. се оценяват специфичната активност на радионуклида в пробата а и нейната стандартна неопределеност (в Bq/kg).

При измерване на ниски активности особено важна е оценката на „чистия сигнал“. За всяка проба храни първо се изчислява така нареченото „Критично ниво“ - L_C . Най-общо казано, критичното ниво маркира границата, над която вероятността да бъде допусната грешка от 1 род става приемливо ниска.

Границата от 1 род означава, че е декларирано наличието на активност, когато всъщност такава няма [4]. Изчисляването на критичното ниво се извършва по следния начин:

$$L_C = 1,65 * \sqrt{Fc * \left(1 + \frac{l}{2m}\right)}, \quad (1)$$

където:

1,65 – коефициент,

Fc – фон,

l – брой канали в пика на пълно поглъщане,

m – брой канали в ляво и вдясно от пика.

$$F_c = GA - NA, \quad (2)$$

където:

GA – цялата площ,

NA – чистата площ.

$$l = 2 * 2,5 * FWHM,$$

където FWHM е пълна ширина на половин височина.

Ако $L_C > NA$, то с достатъчна степен на отговорност можем да декларираме наличие на активност в пробата.

Активността се пресмята по следната формула:

$$A = \frac{NA}{T * Eff * m * GD} \quad (3)$$

където:

NA – чистата площ,

T – времето за измерване [s],

m – масата на пробата [kg]

E – ефективност [от таблица №].

Ефективността е функция от плътността ρ .

$$\rho = \frac{m}{V}, [kg/sm^3] \quad (4)$$

$$SD = \frac{NA *}{NA}, \%$$

$$\sigma = \sqrt{SD^2 + 1,05^2 + 1,5^2\%}; \quad 2 \sigma = \sigma * 2, \% \quad (5)$$

Където

SD – стандартна неопределеност,

σ – комбинирана неопределеност,

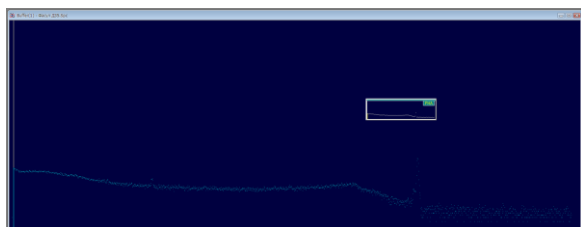
σ – разширена неопределеност,

1.05 – относителна неопределеност на ефективността при $k=2$, при доверителен интервал 95%,

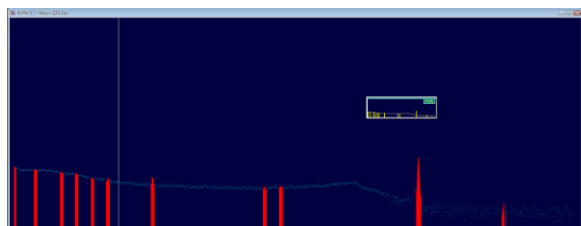
1.5 – неопределеност от поправъчния множител, отчитащ отслабване на лъчението.

2.5. Провеждане на експеримента.

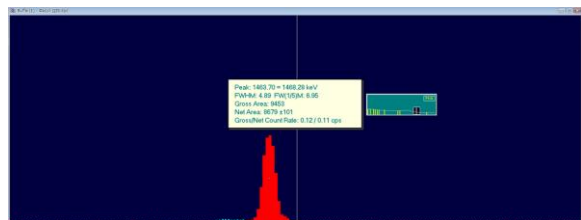
Пробата е поставена в гамаспектрометричната система, с време за измерване 80 000 секунди. След изтичане на необходимото време са свалени GA – пълна площ, NA – чиста площ, FWHM – пълна ширина на половин височина и са направени съответните изчисления.



Фиг. 1 Немаркиран спектър на проба зрял фасул



Фиг. 2 Маркиран спектър на проба зрял фасул



Фиг. 3 Параметри на естествен радионуклид К-40

Изчисляване на активността на К-40:

$$L_C = 1.65 \cdot \sqrt{774 \cdot \left(1 + \frac{24.94}{6}\right)} = 104.24 \quad (6)$$

imp.

$$N_A > L_C \rightarrow A$$

$$A = \frac{8679}{80000 \cdot 1.011 \cdot 0.00284 \cdot 0.107} = 353.52 \text{ Bq/kg}$$

$$SD = \frac{101}{8679} \cdot 100 = 1.16 \%$$

$$\sigma \sqrt{1.16^2 + 1.05^2 + 1.5^2} = 2.17 \% \quad (7)$$

$$2 \sigma = 2 \cdot 2.17 = 4.34 \%$$

Превръщаме процентите в число към съответната активност:

$$\frac{353.52 \cdot 4.34}{100} = 15.34$$

Резултатът се представя в следния вид:

$$A(K-40) = 353.52 \pm 15.34 \text{ Bq/kg} \quad (8)$$

$$E(K-40) = 1460 \text{ KeV}$$

$$E(Cs-137) = 882.64 \text{ KeV}$$

$$E(Cs-134) = 604.64 \text{ KeV} \quad [5]$$

Таблица 1
Резултати от гамспектрометричен анализ в пет проби храни.

№ на проба	Вид на проба	A K-40, (Bq/kg)	A Cs-134+Cs- 137
1	Зрял фасул	353,52± 15,34	<0,71*
2	Портокали	34,64± 5,17	<0,26*
3	Краставици	41,73± 3,31	<0,45*
4	Кашкавал	18,52± 2,21	<0,30*
5	Сухо мляко	87,25± 4,41	<0,23*

* Резултатът е представен като минимална детекторируема активност (MDA).

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С оглед на целите за устойчиво развитие са необходими регулярни изследвания за обезпечаване безопасността на храните и запазване на човешкото здраве.

Анализът на случайно подбрани проби храни показва, че съдържанието на изкуствени радионуклиди ($\text{Cs-134} + \text{Cs-137}$), съгласно Наредба №11 от 18 април 2002г. за определяне на изискванията към границите на радиоактивното замърсяване на храните при радиационна авария е в нормите на допустимите и безопасни стойности. Съдържанието на естествен K-40 е най-високо в бобовите култури. Съдържанието на радиоактивния калий 40 в природната смес от изотопи на калия е 0,00118 тегловни процента [6].

Статията подчертава значението на информираността и мониторинга на активността на радионуклидите в храните с цел минимизиране на рисковете за човешкия организъм..

Литература:

1. [Http://bnra.bg/bg](http://bnra.bg/bg)
2. <https://eea.government.bg/press/center/news/imform>
3. Богоева Е., К. Тодорова „Процедура 08 – 04 – 1. Контрол за определяне на радионуклиди чрез гамаспектрометричен анализ“, 2007 г., РЗИ – БАУРГАС, методика
4. <https://linis.idea.org/public>
5. Димитриев. П, Н. Русев „Квантовое излучение радиоактивных элементов“, 1977 г., Атомиздат
6. Василев Г. „Основи на радиационна защита“, 2002 г., ТИТА КОНСУЛТ

DYNAMICS OF WASTE FLOWS IN A MULTIPROFESSIONAL HOSPITAL FOR ACTIVE TREATMENT IN THE CONDITIONS OF A COMPLICATED EPIDEMIC SITUATION

ДИНАМИКА НА ОТПАДЪЧНИТЕ ПОТОЦИ В МНОГОПРОФИЛНА БОЛНИЦА ЗА АКТИВНО ЛЕЧЕНИЕ В УСЛОВИЯТА НА УСЛОЖНЕНА ЕПИДЕМИЧНА ОБСТАНОВКА

Maria MARINOVA, Eng., PhD student
Technical University - Varna,
Department of Ecology and Environmental Protection
e-mail: m.marinova84@tu-varna.bg

Резюме. Световната пандемия от COVID-19 повдигна въпроса, относно промените в динамиката на образуване на медицинските отпадъци, поради претоварването на лечебните заведения с инфекциозно болни пациенти. В настоящата статия е извършен задълбочен анализ на отпадъчните потоци образувани в едно от най-големите лечебни заведения за болнична помощ в България, лидер в лечението и хоспитализацията на пациенти с инфекцията. За да се анализира динамиката на генериране на отпадъците е изследван период от пет години – обхващащ два времеви интервала - преди началото на пандемията и в разгара на пандемията. В този документ се акцентира върху отпадъците, генерирани в лечебните заведения и не се вземат под внимание медицинските отпадъци образувани в бита в резултат на домашна изолация. Статията може да се използва като основа за по-задълбочено проучване на промените настъпили в генерирането на болнични отпадъци и да допринесе за разработването на стратегии за управление на медицински отпадъци в условията на извънредна епидемична обстановка .

Ключови думи: лечебни заведения, опасни биологични отпадъци, специфични отпадъчни потоци, пандемия.

Abstract: The global pandemic of COVID-19 has raised the question of changes in the dynamics of medical waste generation due to the overload of medical facilities with infectious patients. In this article, an in-depth analysis of the waste flows generated in one of the largest medical facilities for hospital care in Bulgaria, a leader in the treatment and hospitalization of patients with the infection, has been carried out. In order to analyze the dynamics of waste generation, a period of five years was studied - covering two time intervals - before the start of the pandemic and at the height of the pandemic. This document focuses on the waste generated in medical facilities and does not take into account the medical waste generated in the household as a result of home isolation. The article can be used as a basis for a more in-depth study of the changes that have occurred in the generation of hospital waste and contribute to the development of strategies for the management of medical waste in the conditions of an emergency epidemic situation.

Key words: medical facilities, hazardous biological waste, specific waste streams, pandemic

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Глобалната пандемия, причинена от разпространението на вируса на SARS-CoV-2 (COVID-19), породила нуждата от спешна медицинска помощ и мащабен контрол на епидемията. Това неочаквано избухване на толкова голяма пандемия доведе до генерирането на големи

количества медицински отпадъци, което повдига въпроси за начина на тяхното управление и третиране и за въздействието им върху околната среда. Неконтролираното изхвърляне на отпадъци, които са били в контакт с COVID-19, може допълнително да увеличи риска за разпространение на вируса сред

широката общественост, както и да доведе до трайно отрицателно въздействие върху екосистемите и компонентите на околната среда. Масовото използване на лични предпазни средства, специални маски за лице и ръкавици води до стремглаво увеличаване на количеството отпадъци от пластмаса и текстил, които трябва да бъдат управлявани ефективно с цел намаляване на опасните им свойства и увеличаване на възможностите за последващо оползотворяване и рециклиране [1].

Това не е първият случай през последните две десетилетия, в който респираторно заболяване се разпространява повсеместно и предизвиква пандемия. Всъщност това е третият случай след коронавируса на тежкия остър респираторен синдром (SARS) през 2002 г. и коронавируса на респираторния синдром в Близкия изток (MERS) през 2012г. [2], [3], [4].

Световната здравна организация (СЗО) дава определение за медицински или здравни отпадъци – това са всички видове отпадъци, генерирани в лечебните и здравни заведения. Около 80-85 % от медицинските отпадъци са от общ характер, а 15-20 % са опасни [1], [5], [6] [7], [8]. [9]

Медицинските отпадъци се генерират от здравни практики като медицинска диагностика, профилактика, оперативна дейност лечение и имунизации срещу заразни заболявания, отпадъци от химикали и др. Към тази група освен отпадъците от основната дейност се отнасят и всички отпадъци, образувани от спомагателни дейности в лечебните заведения като излязло от употреба електрическо и електронно оборудване (ИУЕЕО), негодни за употреба батерии и акумулатори (НУБА), строителни отпадъци и др.[9].

II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

Целта на настоящата статия е да се проучат видовете и количества генерирани отпадъчни потоци в едно от най-големите лечебни заведения в България за периода 2017 – 2021г. и даде обосновани предложения за оптимизиране и повишаване ефективността на системата за управление на отпадъците от хуманното здравеопазване, в т. ч. тези, свързани с усложнена епидемична обстановка, с цел постигане на напредък и устойчиво развитие съобразно стратегическите цели за управление на отпадъците.

Използвани са данни от Национална информационна система „Отпадъци“ (НИСО), обработени и анализирани с епидемиологични, статистически и графични методи.

Анализ на количествата отпадъци, образувани в обекта на изследване за периода 2017 – 2021

В тази статия ще бъде разгледана динамиката на образуване на специфични отпадъчни потоци в многопрофилна болница за активно лечение, която е лидер при хоспитализацията и лечението на пациенти с COVID-19.

Трябва да отбележим, че количеството на образуванияте в лечебните заведения опасни биологични отпадъци зависи от много фактори, по-важни от които са броя на преминалите пациенти, тежестта на заболяването и нуждата от реанимационни грижи, броя проведени операции, брой и вид на проведените лабораторни изследвания и др. [10].

1. Опасни биологични отпадъци

На Фиг. 1 е представена информация за количеството образувани опасни биологични отпадъци в изследваното лечебно заведение за болнична помощ в периода 2017 - 2021 г.



Фиг. 1 Количество образувани опасни биологични отпадъци в периода 2017 – 2021г.

През 2017 г. в изследвания обект е приета нова Програма за управление на отпадъците. В резултат на заложените в нея мерки за намаляване количеството на генерирани опасни биологични отпадъци се обяснява регистрирания спад в количеството им през 2018 г. спрямо 2017 г. През 2019 г. се наблюдава тенденция на плавно увеличаване с приблизително 5,5 %, спрямо 2018 г. и се дължи на първите случаи на разпространение на вируса SARS-CoV-2. Тенденцията за нарастване се запазва и през периода 2020 – 2021 г., който е белязан от пандемията на вируса SARS-CoV-2, като ръста, който се наблюдава, е 10 % и 15 % спрямо 2019 г. съответно за 2020 г. и 2021 г.

На Фиг. 2 са представени данни за количествата образувани опасни биологични отпадъци в двете основни подгрупи: инфекциозни и патологоанатомични. От данните се вижда, че количеството на генерираните патологоанатомични отпадъци е нищожно спрямо това на инфекциозните. Патологоанатомичните отпадъци са едва от 0,58% до 0,97% от общото количество генериран опасен биологичен отпадък. Най-ниска стойност от 0,58% е отчетена

през 2021 г., което се дължи на дългия период, в който не са провеждани планови оперативни дейности (основен източник на този отпадък) поради разпространението на COVID-19. Делът на инфекциозните отпадъци е най-висок през 2021 г., което се дължи на големия брой преструктурирани клиники в COVID-19 сектори, като през последната 5^{та} вълна от пандемията те достигат 19 на брой.



Фиг. 2 Количество инфекциозни и патологоанатомични отпадъци, образувани за периода 2017 – 2021 г.

2. Отпадъци от хартия

В количествено отношение отпадъците от хартия заемат второ място след опасните биологични отпадъци. На Фиг. 3 е представена информация за генерираните количества отпадъци от хартия и картон за изследвания период. Съгласно представените данни, до 2019 г. се наблюдава тенденция за повишаване на количеството образувани отпадъци от хартия и картон. Най-големи количества се отчитат през 2019 г. – 17,04 т., което съвпада с годината през която се извършват множество ремонти по базата и подмяна на оборудването и обзавеждането. През 2020г. и 2021 г. се отчитат най-ниските стойности съответно 7,92 т. и 8,88

т., тъй като плановите ремонти са спрени поради световната пандемия от COVID-19.



Фиг. 3 Количество образувани отпадъци от хартия за периода 2017 – 2021г.

3. Отпадъци от черни и цветни метали (ОЧЦМ)

На фиг. 4 са представени данни за количеството ОЧЦМ. Образоването им е пряко свързано с извършването на планови ремонти по материално–техническата база на лечебното заведение. Затова за разглеждания период най–високи стойности се наблюдават през 2019 г., през която се извършват множество ремонти по базата и подмяна на оборудването и обзавеждането. През периода белязан от пандемията, количеството на тази група отпадъци намалява с над 50%, тъй като се извършват само неотложни ремонтни дейности.

4. Отпадъци от ИУЕЕО

На фиг. 5 се представя информация за количествата ИУЕЕО образувано от дейността на изследвания обект за периода 2017 - 2021 г.



Фиг. 4 Количество ОЧЦМ за периода 2017 – 2021 г.



Фиг. 5 Количество образувани отпадъци от ИУЕЕО за периода 2017 – 2021 г.

От данните на Фиг. 5 се вижда тенденция на сравнително постоянство в образуването на този вид отпадък около 3 тона/годишно. Най-ниски количества са регистрирани през 2019 г. – 1,42 т., а през 2020г. и 2021г. количеството образувани отпадъци от ИУЕЕО надхвърлят средните стойности (съответно 3,28 т. и 3,83 т.), което се свързва с пълното реновиране на клиниката по анестезиология и интензивно лечение и подмяна на стария компютърен томограф с нов.

5. Смесени битови отпадъци

Значителен дял в количеството на образуваните отпадъци имат смесените битови отпадъци с неопасен характер. На Фиг. 6 е представена информация за количествата смесени битови отпадъци, транспортирани до депото за твърди битови отпадъци (ТБО) в с. Вълген, Община Аксаково за периода на изследване.



Фиг. 6 Количество смесени битови отпадъци с неопасен характер за периода 2017 – 2021 г.

От представените данни на Фиг. 6 е видно, че най-високи стойности са регистрирани през 2017 г. – 31,79 т. С приетата през 2017 г. нова Програма за управление на отпадъците и залегалите в нея мерки за намаляване или ограничаване на образуването на отпадъци и подобряване на организацията по разделно събиране се вижда трайна тенденция за намаляване на количествата депонирани битови отпадъци с до 20 %, като през 2019 г. се наблюдава леко повишаване до 27,03 т., дължащо се на множеството ремонти по материално-техническата базата. Периодът 2020 – 2021 г., белязан от пандемията от COVID-19, води до спад на количествата образувани неопасни битови отпадъци, като тогава е регистрирана и минималната стойност за периода на изследване - 23,12 т. Това се дължи на големия брой

преструктурирани клиники в COVID-19 сектори през последната 5^{та} вълна от пандемията те достигат 19 на брой, а всички видове отпадъци от тяхната дейност, включително и битовите, се третираят като инфекциозни и не се транспортират до депото за ТБО.

6. Други специфични отпадъчни потоци

Отпадъците от флуоресцентни тръби и живак не се генерират масово в болничното заведение, поради което се съхраняват в склад предназначен за целта, от който периодично се предават на външна фирма за последващо третиране. На база документи за предаване на отпадъка от 2017г. и 2019г. е видна тенденция на образуване на приблизително еднакви количества за двугодишен период – средно около 1,4 т.

Образуваните отпадъци от негодни за употреба лабораторни химикали, дезинфектанти и други отпадъци от химикали са в малки количества и се съхраняват в общо четири склада с които разполага лечебното заведение, което е предпоставка за удължаване на периода за временно съхранение и последващо предаване за третиране на външна фирма. За разглеждания период е осъществено едно предаване на този вид отпадъци през 2021 г. - 3,68 т., което включва различни видове лабораторни реактиви и други химични отпадъци заедно с техните опаковки.

Негодните за употреба оловни акумулаторни батерии са отпадъци, които не се генерират масово в лечебното заведение. Съхраняват се в предназначен за целта склад и през период от няколко години се предават на външна фирма. Извършено е предаване на 1,45 т. отпадъци от този вид през 2020 г.

Излезлите от употреба автомобилни гуми и отработените масла от поддръжката на автопарка се събират на местата за

смяна на автомобилни гуми и масла при спазване на принципа за разширена отговорност на производителя.

Фармацевтични отпадъци се връщат на търговците на едро, вносителите и производителите без заплащане на основание чл. 5 (1) от Наредба № 4 от 16 май 2018г. за условията и реда за унищожаването, преработването или използването за други цели на лекарствените продукти. Не се води количествена статистика в килограми, връщането им се отразява като брой таблетки и/или опаковки върнат медикамент към производителя/дистрибутора [11].

Отпадъци от опаковки на лаково–бояджийски покрития и строителни отпадъци се генерират при ремонтни дейности върху базата или строителството и събарянето на съществуващи постройки. Управлението на строителните отпадъци се извършва в съответствие с разработен план съгласно изискванията на Наредбата за управление на строителни отпадъци.

Цитотоксични отпадъци се образуват само при ръчното разреждане на препаратите, което се случва рядко – когато роботът за приготвяне на фармацевтичния продукт е в ремонт. Полученият отпадък се третира като инфекциозен и следва цялата процедура по събиране, съхраняване и извозване на отпадъците с код 18 01 03*. Количеството на цитотоксични отпадъци е отчетено с общото количество на отпадъците с код 18 01 03*.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на данните за периода 2017 – 2021 г. показва ясно очертана тенденция за увеличаване количеството на образуваните опасни медицински отпадъци, особено на инфекциозните отпадъци през 2020 и 2021 г. Това се дължи на световната пандемия от COVID-19, довела до голям брой преструктурирани клиники в COVID-19 сектори и лидерска позиция на лечебното заведение по брой хоспитализирани пациенти за периода на пандемията.

Пандемията от COVID-19 неимоверно се отрази върху количеството на образуваните биологични отпадъци, в обекта на изследване. През периода 2020 – 2021г. се наблюдава ръст на този поток отпадъци с 10 % и 15 % спрямо 2019 г., на фона на намален общ брой хоспитализирани лица поради наложена забрана за планов прием и планова оперативна дейност.

Наблюдава се съществена динамика в образуването и на останалите отпадъчни потоци, с тенденция на намаляване на отпадъците от хартия, ОЧЦМ и смесени битови отпадъци поради въведения локдаун и тенденция на увеличаване на отпадъците от ИУЕЕО, свързано с прекомерната експлоатация на медицинското оборудване.

Това проучване може да послужи за провеждането на допълнителни наблюдения в тази област, като очертава основните бъдещи насоки на проучване насочени към по-задълбочено изследване в лечебните заведения за болнична помощ, в доболничната помощ и медицинските отпадъци генерирани в резултат на домашна изолация, както и да допринесе за разработването на ефективни стратегии за управление на медицински отпадъци на ниво отделно болнично заведение и на национално ниво.

Литература:

1. Andeobu L., Wibowo S., Grandhi S. (2022) *Medical Waste from COVID-19 Pandemic—A Systematic Review of Management and Environmental Impacts in Australia*. Journals Ijerph, Volume. 19, Issue. 3, Pages 1-25.
2. Yousefi M., Oskoei V., Jafari A.J., Farzadkia M., Firooz M.H., Abdollahinejad B., Torkashvand J. (2021) *Municipal solid waste management during COVID-19 pandemic: effects and repercussions*. Environmental Science and Pollution Research, Volume 28, Pages 32200-32209.
3. Capoor M.R., Parida A. (2021) *Biomedical Waste and Solid Waste Management in the Time of COVID-19: A Comprehensive Review of the National and International Scenario and Guidelines*. Journal Laboratory Physicians, Volume. 13, Issue. 02, Pages 175-182.
4. Kulkarni B.N., Anantharama V. (2020) *Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities*. Science of the Total Environment, Volume. 743, Pages 140693-140700.
5. Ermenlieva N., Georgiev E., Tsankova G., Todorova T., Kostadinova, T. (2016) *Incineration – basic approach to medical waste treatment*. in *Fourth student scientific conference “Ecology and environment”*, Shumen, Bulgaria, Pages 123-125.
6. Angelova V., Filipova M. (2019) *Study of some of the modern methods of treatment of hospital waste*. Proceeding, Volume 58, Issue 1, Pages 25-29.
7. Lee S.M., Lee D.H. (2022) *Effective Medical Waste Management for Sustainable Green Healthcare*. International Journal of Environmental Research and Public Health, Volume 19, Issue 22, Pages 14820-14835.
8. Сиджимов М, Методиев В, Шанова Л.(2017) *Практическо ръководство за безопасно управление на отпадъците от лечебните и здравните заведения*, Електронно издание на НЦОЗА.
9. Ilyas S., Srivastava R.R., Kim H.(2020) *Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management*. Science of the Total Environment, Volume. 749, Pages 141652-141662.
10. Cheng Y.W., Sung F.C. (2009) *Medical waste production at hospitals and associated factors*, Waste Management ,Volume 29, Issue 1, Pages 440–444.
11. Наредба №4 за условията и реда за унищожаването, преработването или използването за други цели на лекарствените продукти, обн. ДВ. бр.43 от 25.05.2018г., изм. ДВ. бр.111 от 31.12.2020г.

NATURE-BASED SOLUTIONS IN BUILDING THE "GREAT GREEN WALL" IN SAHEL - AFRICA WITH THE GOAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGION

ПРИРОДНО БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕТО НА „ВЕЛИКАТА ЗЕЛЕНА СТЕНА“ В САХЕЛ -АФРИКА С ЦЕЛ УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА РЕГИОНА

Pavel KRACHUNOV

PhD student

Technical University – Varna, Department – Ecology and Environment Preservation

e-mail: pavelkrachunov@gmail.com

Резюме: Целта на статията е да обобщи историята и етапите в реализирането на един от най-амбициозните екологични проекти на XXI век, а именно „Великата зелена стена“ в Сахел. Иницилирана през 2007 г. от Африканския съюз, тази инициатива цели да се справи с опустиняването, деградацията на земите и бедността в Сахел – обширен регион, разположен южно от Сахара. Проектът не само се стреми да засади милиони дървета, но също така включва устойчиво управление на природните ресурси, изграждане на екосистемна устойчивост и подобряване на поминъка на милиони хора. Исторически, Сахел е регион, страдащ от сурови климатични условия, загуба на плодородна земя и чести суши. Тези предизвикателства, съчетани с икономическа нестабилност и нарастващо население, създават значителни социални и екологични проблеми. Великата зелена стена е отговор на тези проблеми – визия за трансформиране на сухите земи в зелени пейзажи, които поддържат живот и икономическа активност.

Ключови думи: Сехел, Великата зелена стена, опустиняване, екологични проекти, възстановяване, устойчиво развитие.

Abstract: The purpose of the article is to summarize the history and stages in the implementation of one of the most ambitious environmental projects of the XXI century, namely the "Great Green Wall" in the Sahel. Initiated in 2007 by the African Union, this initiative aims to tackle subsidence, land degradation and poverty in the Sahel, a vast region south of the Sahara. The project not only aims to plant millions of trees but also encompasses the sustainable management of natural resources, building ecosystem resilience, and improving the livelihoods of millions of people. Historically, the Sahel is a region plagued by harsh climatic conditions, loss of fertile land, and frequent droughts. These challenges, combined with economic instability and a growing population, create significant social and environmental problems. The Great Green Wall is a response to these issues – a vision to transform arid lands into green landscapes that sustain life and economic activity.

Key-words: Sahel, Great Green Wall, desertification, ecological projects, restoration, sustainable development.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Великата зелена стена е амбициозен проект, целящ да спре опустиняването и да възстанови деградиралите земи в Сахел – един от най-уязвимите региони в света. Проектът, иницилиран през 2007 г. от Африканския съюз, обхваща над 20 страни, които работят заедно за засаждане

на дървета, устойчиво управление на природните ресурси и подобряване на живота на местното население. Тази инициатива е много повече от залесяване. Тя включва интегрирани подходи като агролесовъдство, възстановяване на водните ресурси, изграждане на инфраструктура и социално-икономическа

подкрепя за местните общности. Сахел е един от най-уязвимите към климатични промени райони на планетата. Постоянните суши, прекомерното изсичане на дървета и неправилното управление на земеделските практики водят до опустиняване, което застрашава поминъка на милиони хора. Инициативата е създадена, за да противодейства на тези ефекти, като предлага устойчиви решения.

II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

Целта на статията е да анализира етапите в реализирането на един от най-амбициозните екологични проекти на XXI век, а именно „Великата зелена стена“ в Сахел и да изведе полезни подходи и практики, които могат да бъдат приложени и в България.

Макар че проектът среща значителни предизвикателства, включително климатични промени, политическа нестабилност и недостатъчно финансиране, успехите в страни като Сенегал, Нигер и Етиопия показват, че комбинираните усилия могат да доведат до устойчиво развитие.[3][1]

Резултатите включват възстановяване на биоразнообразието, намаляване на ерозията, създаване на нови работни места и подобряване на хранителната сигурност. Тази инициатива е не само екологично, но и социално-икономическо решение, което демонстрира как устойчивото управление на природните ресурси може да промени живота в най-неблагоприятните условия.

Великата зелена стена представлява пример за глобално сътрудничество и показва, че усилията за справяне с екологичните кризи могат да бъдат успешни, ако се подхожда с ангажираност, визия и интегрирани решения.

1. История, идея и инициатива

Проектът за изграждане "Великата зелена стена" (Great Green Wall) започва,

като амбициозна инициатива на Африканския съюз. Идеята възниква още в началото на 80-те години като отговор на засилващите се процеси на опустиняване в региона. Първоначално е предложена от бившия президент на Буркина Фасо, Томас Санкара, и по-късно развита от други африкански лидери, включително президента на Сенегал Абдулай Уад.

През 2007 г. Африканският съюз (АС) официално стартира инициативата под името „Великата зелена стена на Сахел и Сахара“. Целта е създаването на огромна зона от дървета и растителност, която да прекъсне процеса на опустиняване и да възстанови деградиралите земи в региона.

Основната цел е да се създаде 8000 километра дълъг и 15 километра широк коридор от дървета и растителност, който да преминава през региона на Сахел, южно от пустинята Сахара.[3]

1.1. Основните цели на „Великата зелена стена“ са:

- **Прекъсване на процеса на опустиняване:**

Спиране на разпространението на пустинята Сахара чрез залесяване и стабилизиране на почвите.

- **Възстановяване на деградиралите земи:**

Подобряване на плодородието на почвите и създаване на условия за земеделие и пастирство.

- **Устойчиво развитие:**

Осигуряване на поминък и продоволствена сигурност за милиони хора, живеещи в региона.

- **Биоразнообразие:**

Възстановяване на екосистемите и осигуряване на среда за местните видове флора и фауна.

1.2. Географски обхват

Проектът обхваща 11 държави в Сахел: Сенегал, Мавритания, Мали, Буркина

Фасо, Нигер, Нигерия, Чад, Судан, Еритрея, Етиопия и Джибути. Общата дължина на стената е предвидена да бъде около 8000 километра, а ширината – около 15 километра.

Етапи на изпълнение:

- Първоначална концепция (1980-те – 2007 г.);
- Идеята е развита, но първоначално се фокусира главно върху засаждането на дървета като физическа бариера срещу разширяването на пустинята.
- Реализация (2007 г. – до днес);
- След 2007 г. проектът е разширен и преосмислен. Вместо само линейна бариера от дървета, той се трансформира в широка програма, която включва залесяване, агролесовъдство, управление на водите и възстановяване на екосистемите.

Инвестиции и подкрепа:

Световната банка, ООН, Европейският съюз и множество неправителствени организации предоставят финансови и технически ресурси. През 2021 г. е обявено, че инициативата ще получи 14 милиарда долара за следващите десет години.

Етапи на реализация

- Начален етап (2007–2010): Основният фокус е върху засаждане на дървета, като акцентът е върху устойчиви на суша видове, като акация.
- Разширяване на концепцията (след 2010 г.): Проектът еволюира допълнително от просто залесяване към интегриран подход, включващ устойчиво управление на земите и укрепване на местните икономики.

Великата зелена стена получава значителна финансова и техническа подкрепа от организации като Световната банка, ООН и Европейския съюз. Успехът на инициативата зависи от активното участие на международни организации, многобройни правителства, неправителствени организации и донорски агенции, както и международното сътрудничество и финансиране.

2. Основни практики и природно-базирані решения

В Сахел са използвани следните основни практики и решения:

1) Залесяване и агролесовъдство

Засаждането на дървесни видове, адаптирани към местния климат, е в основата на проекта. Това включва дървета като акация, която е устойчива на суша и подпомага възстановяването на почвите.

2) Устойчиво управление на почвите:

Използването на техники като изграждане на тераси, полагане на каменни бариери и мулчиране помага за задържане на влагата и предотвратяване на ерозията.

3) Възстановяване на водните ресурси:

Проектът интегрира изграждане на водохранилища и системи за събиране на дъждовна вода, за да осигури вода за напояване и пиене.

4) Подобряване на поминъка на местното население:

Засаждането на плодни дървета и развитието на устойчиво земеделие подпомагат хранителната сигурност и генерират доходи за местните общности.

5) Обучение и участие на местното население:

Включването на местните жители в планирането и изпълнението на проекта гарантира дългосрочната му устойчивост и създава чувство за отговорност и принадлежност.

6) Подпомагане на биоразнообразието:

Проектът има за цел да възстанови хабитати за диви животни, насърчавайки завръщането на различни видове и подобрявайки екологичното равновесие в региона.

2.1. Видове растения, засаждани при изграждането на Великата зелена стена в Сахел

Изборът на растителни видове за Великата зелена стена е съобразен с екологичните, климатичните и социално-икономическите условия на региона. Основната цел е да се възстанови деградиралата земя, да се осигурят екосистемни услуги и да се подобрят поминъкът и устойчивостта на местните общности. Ето някои от основните видове растения, използвани в проекта:

■ Дървесни видове

Тези видове са устойчиви на суша и играят ключова роля за задържане на влагата, предотвратяване на ерозията и подобряване на почвеното плодородие.

- *Acacia senegal* (Сенегалска акация): Тази акация е основен вид в проекта, известна със способността си да обогатява почвата с азот и да произвежда ценна гума арабика, която осигурява икономически ползи.
- *Acacia seyal*: Друг вид акация, който укрепва почвите и предоставя храна и дървесина.
- *Balanites aegyptiaca* (Пустинна фурма): Устойчива на суша, с ядливи плодове и множество ползи за местните хора.
- *Prosopis juliflora*: Засажда се заради устойчивостта си и способността да расте в бедни почви, въпреки че е инвазивен в някои области.[4]

■ Храстовидни видове

Тези растения осигуряват сянка, намаляват ерозията и служат като храна за животните.

- *Ziziphus mauritiana* (Индийска хинапка): Осигурява ядливи плодове, дървесина и фураж за добитъка.
- *Calotropis procera*: Използва се в солени и деградирани земи, като допринася за стабилизацията на почвата.

■ Тревисти видове и покривни култури

Тревите и билките са критични за контрола на ерозията и възстановяването на почвеното плодородие.

- *Cenchrus biflorus* (Саудитска трева): Устойчива на суша, използва се като фураж за животни.
- *Andropogon gayanus*: Спомага за запазването на влагата в почвата и предотвратява опустияването.
- *Eragrostis tef* (Теф): Зърнена култура, която е устойчива на суша и има икономическа стойност.

■ Местни и плодови дървесни видове
Местните видове са интегрирани в проекта, за да осигурят продоволствена сигурност и устойчивост.

- *Adansonia digitata* (Баобаб): Дава плодове, богати на витамини, използва се за храна и медицински цели.
- *Parkia biglobosa* (Африканско дърво на живота): Плодовете му са ценени заради хранителните и лечебните си свойства.

■ Агролесовъдство и междусекторни насаждения

Проектът използва подходи за агролесовъдство, съчетаващи дървета, храсти и култури. Това осигурява

разнообразие от ползи, включително храна, фураж и подобрене на почвите.[4]

2.2. Основни критерии за избор на растителни видове

- Устойчивост на суша и екстремни температури.
- Възможност за укрепване на почвата и предотвратяване на ерозия.
- Обогаляване на почвите с хранителни вещества.
- Икономически ползи за местните общности (храна, дървесина, фураж, смоли).
- Избягване на инвазивни видове, които могат да нарушат местните екосистеми.

Този интегриран подход към залесяването осигурява както екологични, така и икономически ползи, което е ключово за устойчивото развитие на региона.[7]

3. Водещи успехи

- Възстановени земи:

Над 20 милиона хектара деградирали земи са възстановени чрез засаждане на дървета, агролесовъдство и управление на водите.

Възстановените земи вече се използват за устойчиво земеделие и пастирство.

- Засаждане на дървета:

Засадени са над 12 милиарда дървета в региона, включително ключови видове като акации, които са устойчиви на суша и осигуряват гума арабика и дървен материал.

- Работни места:

Създадени са десетки хиляди нови работни места, особено в селското стопанство, залесяването и управлението на водните ресурси.

Местните общности се включват активно в проекти за възстановяване на почвите и опазване на екосистемите.

- Биоразнообразие:

Увеличаване на биоразнообразието с завръщането на местни видове флора и

фауна. Например, тревопасните животни и насекомите се завръщат в райони, които преди са били напълно деградирани.

- Хранителна сигурност:

Устойчивото земеделие в обновените райони вече осигурява прехрана за над 3 милиона души, като намалява нуждата от миграция и разчита на продоволствена помощ.

- Управление на водите:

Изградени са стотици кладенци и системи за управление на водните ресурси, които подпомагат земеделието и домакинствата в региона.

Водата се събира и използва ефективно чрез системи за задържане на дъждовна вода.

- Международно финансиране:

До момента проектът е получил над 16 милиарда долара финансиране от международни донори като Световната банка, Европейския съюз и ООН.

Финансите се използват за залесяване, обучение на местни общности и изследователски програми.[5]

Успехи в различните държави

Сенегал:

Възстановени са над 25 000 хектара земя и са засадени са над 12 милиона дървета, главно акации, които подобряват почвеното плодородие и осигуряват приходи от гума арабика.

Създадени са икономически дейности, свързани с продажбата на гума арабика.

В селото Мбар Тиоули местните жители са засадили баобаби и акации, които възстановяват почвеното плодородие. Селяните вече отглеждат култури като сорго и просо на възстановената земя, осигурявайки храна и доходи за семействата си.

Етиопия:

Възстановени са 15 милиона хектара чрез агролесовъдство, възстановяване на ерозирали почви и управление на водите.

Нигер:

Създадени са хиляди работни места чрез залесяване и земеделски дейности. В Нигер природно-базирани техники като "заи" (традиционни ямки за засаждане) са използвани за задържане на вода в почвата. Селата около регионите Тиллабери и Тахуа регистрират значително увеличение на подземните води благодарение на новозасадените дървета и възстановената растителност. Това позволява на жените да прекарват по-малко време в търсене на вода, освобождавайки ги за други дейности като земеделие.

Постигнато е намаляване на миграцията поради подобрените условия за живот.

Забавено е разширяването на пустинята Сахара в ключови райони.

Местните общности съобщават за подобро качество на живот и по-добра хранителна сигурност. Улавянето на въглерод от новозасадените дървета допринася за глобалните усилия за намаляване на емисиите.[1]

Общ резултат:

Към 2022 г. са възстановени около 18 милиона хектара деградирани земи, а милиони хора са включени в устойчиви икономически дейности.

4. Предизвикателства***Недостатъчно финансиране и липса на координация:***

Въпреки обещаните милиарди долари от международни организации, реалното финансиране често е недостатъчно за покриване на всички аспекти на проекта.

Климатични предизвикателства

Засушаване: Сахел е един от най-засегнатите от климатичните промени региони, което прави растителността уязвима към екстремни суши.[6]

Неуспех на засаждането: В някои райони процентът на оцеляване на засадените дървета е под 20%, поради

липса на вода и неподходящи почвени условия.

Климатични промени: Засушаванията в региона затрудняват растежа на растителността.

Социални и културни бариери

Несъгласие на местните общности: Някои местни общности не са включени достатъчно в планирането и изпълнението на проекта. Това води до липса на подкрепа и дори унищожаване на засадените дървета за дървен материал или земеделие.

Загуба на традиционни практики: Проектът често пренебрегва местните знания и практики, които биха могли да допринесат за по-добри резултати.

Административни и политически проблеми: Корупция и злоупотреба с ресурси. В някои случаи средства, предназначени за проекта, се разхищават или злоупотребяват.

Ограничени социално-икономически ползи: Неоправдани очакванията на местните жители. Много общности имат високи очаквания за бързи икономически ползи, които често не се реализират.

Несигурни работни места: Работните места, създадени чрез проекта, често са временни и не осигуряват дългосрочна стабилност.

Социални конфликти: Политическата нестабилност в някои държави (например в Мали и Судан) спира изпълнението на проекта.

Политическа нестабилност: Конфликти и несигурност в региона пречат на изпълнението на проекта. Например в страни като Мали, Нигерия и Чад, продължаващите конфликти затрудняват залесяването и поддръжката на проектите.[7]

Отсъствие на дългосрочни планове: Много проекти не разполагат с механизми за дългосрочно управление и устойчивост.

Неподходящ избор на растения:

Засаждането на някои видове дървета, които не са адаптирани към местните условия, води до ниска степен на оцеляване.

Липса на биоразнообразие: В някои райони проектът се фокусира върху няколко вида растения, което ограничава екологичните ползи.

Липса на мониторинг и поддръжка и недостатъчно наблюдение: Засадените дървета често не се наблюдават и поддържат, което води до висока смъртност.

Ограничени резултати в мащаба на проекта

Недостатъчно покритие: Към 2024 г. едва около 20% от първоначално планираното покритие на Великата зелена стена е реализирано.

Фрагментираност: Засадените зони често са изолирани и не създават свързани екосистеми, както е планирано.

Липса на координация: Различните държави прилагат проекта с различна скорост и успех.[7]

Финансиране: Въпреки значителната подкрепа, необходимите ресурси за пълното изпълнение остават недостиг.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на проекта за Великата зелена стена доказва, че е възможно да се противодейства на опустиняването чрез комбинация от природно-базирани и инженерни решения, но също така показва сложността на справянето с екологични и социални предизвикателства в регион като Сахел.

Проектът е постигнал значителни успехи, но все още не отговаря на първоначалните амбиции. Към 2024 г. около 20% от целта за възстановяване на 100 милиона хектара земя е реализирана. [5]

Натрупаният опит през изминалите 30 години е важен за бъдещето на проекта:

нуждата от по-добра координация, стабилно финансиране и засилено участие на местните общности.

Великата зелена стена остава символ на устойчивост и надежда, представлявайки не само инструмент за възстановяване на земята, но и модел за адаптация и борба с климатичните промени в глобален мащаб.

Успехите, макар и значими, са неравномерни и често засенчени от провалите. Основните поуки са, че за да бъде проектът устойчив, е необходимо по-добро планиране, засилено участие на местните общности, адаптиране към климатичните условия и дългосрочно финансиране и мониторинг. Въпреки разочарованията, проектът остава важен модел за бъдещи инициативи в региона и по света. Той не само спира процеса на опустиняване, но и предлага устойчиви решения за справяне с климатичните промени, бедността и миграцията. Въпреки че проектът все още е далеч от завършване, постигнатите резултати показват значителен напредък и дават надежда за устойчиво бъдеще на региона.[7][8]

Литература:

1. African Union, & UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). (2015). *Great Green Wall Initiative: Background, Achievements, and Future Directions*. African Union Commission, pp. 1–35.
2. Barrow, C.J. (2021). *Political and Environmental Challenges of the Great Green Wall*. In *Global Environmental Change and Sustainability* (pp. 233–260). Springer.
3. Chikulo, B.C., & Olsson, L. (2018). *The Great Green Wall of Africa: What's Next?* Journal of Arid Environments, pp. 120–134.
4. Davies, J., & Singhal, S. (2019). *The Roots of Restoration in the Sahel*. *Nature-based Solutions Journal*, pp. 55–68.
5. Ibrahim, A.H., & Traore, F. (2017). *Combating Desertification in Africa through the Great Green Wall Initiative*. Sustainability Science, pp. 78–92.
6. Mortimore, M., & Turner, M.D. (2016). *Sustainable Land Management in the Sahel Region*. In *Land Degradation and Development* (pp. 85–102). John Wiley & Sons.
7. Soumare, A., & Ndiaye, K. (2019). *The History and Future of Africa's Green Wall*. African Development Bank (AfDB), pp. 5–20.
8. Thomas, R.J., & Reed, M.S. (2020). *Africa's Great Green Wall: Climate Adaptation and Resilience Strategies*. UNEP (United Nations Environment Programme), pp. 10–45.

GREEN ANESTHESIOLOGY – THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MEDICINE IN THE CONTEXT OF ECOLOGY, AGRICULTURE AND EDUCATION

ЗЕЛЕНА АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ - УСТОЙЧИВОТО РАЗВИТИЕ НА МЕДИЦИНАТА В КОНТЕКСТА НА ЕКОЛОГИЯТА, ЗЕМЕДЕЛИЕТО И ОБРАЗОВАНИЕТО

Валерий БАЛКАНСКИ
Технически университет Варна
e-mail : valerii1balkanski@gmail.com

Резюме: В контекста на нарастващата загриженост за устойчивото развитие, здравеопазването, и по-специално анестезиологията, играе ключова роля в интегрирането на екологични, икономически и социални принципи. Настоящата статия разглежда как анестезиолозите могат да допринесат за устойчивото развитие, чрез внедряване на зелени практики и иновации, които намаляват екологичния отпечатък на анестезийните процедури. Тя акцентира на значението на безопасността на храните и отговорното земеделие, които влияят на общото здраве на пациентите и тяхната способност да реагират на анестезия. Образованието и научните изследвания в тази област са ключови фактори за предаване на знания и стратегии, които насърчават устойчивото развитие в медицинската практика. Чрез обучението на нови поколения специалисти и сътрудничеството с други дисциплини, анестезиологията може да играе активна роля в прехода към по-устойчива и отговорна система на здравеопазване, която не само задоволява потребностите на пациентите, но и защитава околната среда за бъдещите поколения.

Ключови думи: Устойчиво развитие; Анестезиология; Екология; Земеделие; Образование; Зелена медицина; Екологичен отпечатък; Иновации

Abstract: In the context of growing concerns about sustainable development, health care, and anaesthesiology in particular, plays a key role in integrating environmental, economic and social principles. This article examines how anaesthesiologists can contribute to sustainable development by implementing environmentally friendly practices and innovations that reduce the ecological footprint of anaesthetic procedures. It focuses on the importance of food safety and responsible farming that affect patients' overall health and ability to respond to anesthesia. Education and research in this area are key factors in providing knowledge and strategies that promote sustainability in medical practice. By training new generations of professionals and collaborating with other disciplines, anaesthesiology can play an active role in the transition to a more sustainable and responsible health system that not only meets the needs of patients but also protects the environment for future generations.

Key words: Sustainable Development; Anesthesiology; Ecology; Agriculture; Education; Green Medicine; Ecological Footprint; Innovation

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В течение на времето анестезията е преминала през значителна еволюция, адаптирайки се както към новите научни открития, така и към социалните и екологични предизвикателства. С развитието на анестезиологичната практика, нараства и необходимостта от внедряване на зелени практики и

иновации, които намаляват екологичния отпечатък на анестезийните процедури. Целта на проучването в тази статия е да се покаже синтезирано развитието в използването на анестезия, възникващите проблеми при употребата ѝ и възможностите за научно справяне с тях.

В бъдещето на здравето, зелената медицина и зелената анестезиология ще бъдат ключови компоненти за създаване на устойчиво здраве и опазване на околната среда, като включват сътрудничество между медицинските професии и земеделието за по-добра екологична съзидателна среда.

Зелените практики и иновации в анестезиологията не само допринасят за опазването на околната среда, но също така имат много положителни ефекти за пациентите и развитието на самата наука. Чрез акцент върху зелените практики, анестезиологията може да се адаптира и развива в съответствие с нуждите на съвременното общество.

II. ОСНОВЕН ТЕКСТ

Целта на настоящата статия е да разгледа как анестезиолозите могат да допринесат за устойчивото развитие, чрез внедряване на зелени практики и иновации, които намаляват екологичния отпечатък на анестезийните процедури.

1. Същност на анестезиологията

За първи път думата **anaesthetos** е употребена около 400 г. пр.н.е. от Платон. Човекът, който обаче пръв предлага използването на понятието анестезия, като определение за загуба на съзнанието и анестетици, за медикаментите използвани за постигане на анестезия, е физиологът Оливер Вендел Холмс (1846 година).

Ранни експерименти с анестезия (XVIII-XIX век): 1831 г. – Откриването на хлороформа от Юстус фон Либих и по-късното му използване в медицината влияе върху развитието на анестезията във Франция; 1846 г. – Диетиловият етер е използван за първи път като анестетик в хирургията от Томас Мортън в САЩ. Малко след това, етерната анестезия е въведена във Франция; 1847 г. –

Хлороформът е популяризиран от Джеймс Симпсън в Шотландия [1].

Развитие на анестезията през XIX век: Първите френски лекари, които използват анестезия, са главно хирурзи. Един от тях е Пиер-Жан Сиве, който се смята за пионер в употребата на анестетици; Използването на етер и хлороформ се разпространява бързо; По това време се въвежда концепцията за безопасна и контролирана анестезия, но знанията за дозировката са ограничени, което води до рискове [1].

Развитие на професията "анестезиолог" (XX век): В началото на XX-ти век анестезията се отделя като самостоятелна медицинска дисциплина – (1930-те години) Използването на нови методи за интравенозна анестезия и локални анестетици като новокаин допринася за напредъка; - (1940-те години) По време на Втората световна война лекари усъвършенстват техники за анестезия, особено за травматични и бойни наранявания.

Създаване на специализацията (средата на XX век): (1950-те години) Професията "анестезиолог" е официално призната [2]. Това включва специално обучение, което акцентира върху безопасността на пациентите и мониторинга по време на операции. Въвеждането на нови анестетици, като **Халотан (Halothane)**, и развитието на техниките за механична вентилация значително подобряват резултатите.

Съвременна анестезиология (XXI век): Развитието на регионалната анестезия, както и използването на ултразвук за нервни блокове, са широко разпространени.

Необходимостта от внедряване на зелени практики и иновации, които минимализират екологичния отпечатък на анестезийните процедури, както и ролята на образованието в подготовката на нови

специалисти за отговорно отношение към здравето на пациентите и околната среда, описва ново лице на анестезиологията – „зелена анестезиология“.

Публикации разглеждат въпросите, свързани с намаляване на екологичния отпечатък на анестезийните практики, устойчивото управление на ресурсите и внедряването на нови техники и материали с по-ниско влияние върху околната среда. Теми определящи пътя за развитие са: управление на ресурсите в анестезиологията и разработването на нови анестетични агенти; тенденции в зелената анестезиология и предизвикателствата, свързани с преминаването към по-екологосъобразни практики, статии оценяващи ефективността на регионалната анестезия в сравнение с общата анестезия от екологична гледна точка; създаване на стандарти за управление на отпадъците от анестезия, които акцентират на рециклирането и намаляването на отпадъците и много други. При подробното изследване на клиничната анестезия се появяват все повече неразрешими до сега въпроси, които са предизвикателство за учените, занимаващи се в областта на анестезиологията. Професионалните асоциации издават доклади и насоки за анестезиология, които подчертават значението на устойчивата практика. Ръководства са често срещани за практикуващите анестезиолози, с цел интегриране на зелени практики в техните клинични протоколи.

2. Как в контекста на екологията, земеделието и образованието тази наука може да се развие за благото на човека, обществото и природата

В този контекст, устойчивото бъдеще не само, че подкрепя опазването на околната среда, но също така гарантира безопасност и качество на медицинската помощ за пациентите. Чрез интегрирането на

устойчиви практики, анестезиолозите могат да играят ключова роля в създаването на по-добро бъдеще за човека и обществото. Зелената анестезиология може да бъде свързана с екологични принципи и добри практики не само в медицинската сфера, но и в контекста на селското стопанство и земеделието. Някои от устойчивите практики са както следва:

1) Намаляване на екологичния отпечатък и химическия отпечатък:

Анестезиологията използва различни анестетични средства и устройства, които могат да имат значително влияние върху околната среда. Чрез прилагането на практики, като минимизиране на използването на определени анестетични агенти с висок потенциал за глобално затопляне, анестезиолозите могат да намалят своя екологичен отпечатък [3]. Анестетиците и други материали, използвани в анестезията, често съдържат химически вещества, които могат да бъдат вредни за околната среда. Подходите в зелената анестезиология насърчават използването на по-безопасни и устойчиви алтернативи, което от своя страна снижава рисковете за почвата и водите, замърсени с химикали.

По - долу са дадени примери за някои широко използвани общи и локални анестетици, материали и предложения за устойчиви алтернативи.

Севофлуран (Sevoflurane): $C_4H_3F_7O$

Традиционна употреба: Общ анестетик, широко използван в анестезиологията [4]. Инхалантен анестетик, който може да оказва негативно влияние върху околната среда чрез емисиите си в атмосферата по време на анестезия. Той е по-лек от въздуха и, след като бъде освободен, може да допринесе за парниковия ефект, тъй като е със значителен потенциал за затопляне на глобалната температура. Освен това, неправилното изхвърляне на отпадъчни анестетични газове от здравни

заведения може да замърси водоизточниците и да окаже влияние върху водните живи организми [3].

Зелена алтернатива: Иновативни анестетици, базирани на етерични масла от растителен произход, или подобни на растителните анестетици, които предизвикват по-малко замърсяване. (Масло от лавандула (Lavender Oil); Канабидиол (CBD); Куркумин (Curcumin) и др.)

Халотан (Halothane) $C_2HBrClF_3$

Традиционна употреба: силен общ анестетик, който е известен с токсичността си и потенциала си за генериране на парникови газове. В контекста на зелената анестезиология се търсят по-безопасни и устойчиви алтернативи. Ето някои от възможните "зелени" заместители на Халоран:

Зелена алтернатива: **Десфлуран (Desflurane) $C_3H_2F_6O$** . Десфлуран е летлив анестетик с нисък глобален потенциал за затопляне (GWP) в сравнение с халоран. Той е лесен за контролиране при анестезия и се елиминира бързо от организма.

Лидокаин (Lidocaine) $C_{14}H_{22}N_2O$

Традиционна употреба: Широко използван локален анестетик. Може да окаже негативно влияние върху околната среда, като замърсява водоизточниците чрез отпадъчни води от медицински заведения. Той е токсичен за водни организми и може да наруши екологичния баланс в хидричните системи, като инхибира растежа на микроорганизми.

Зелена алтернатива: Изследване на биологично базирани анестетици и растителни алкалоиди, които предизвикват локална анестезия.

Бупивакаин (Bupivacaine) $C_{18}H_{28}N_2O$

Традиционна употреба: анестетик с дълготрайно действие. Може да окаже негативно влияние върху околната среда, когато се освобождава в почвата или водите, където може да се натрупа и да

застраши водните организми и биоразнообразието [5]. В земеделието, остатъците от лекарства, като бупивакаин, могат да попаднат в селскостопански култури чрез ирригационни системи или почвата, което може да доведе до нарушаване на екосистемите и потискане на растежа на растенията. Освен това, наличието на синтетични лекарства в агрокосистемите може да засегне почвените микроорганизми, които играят важна роля в поддържането на хранителните кръгове и здравето на почвата [6].

Зелена алтернатива: Рокурониумът (Rocuronium) $C_{18}H_{28}N_2O_2$

немиопоизвлечен невромускулен блокер, който обикновено се използва в анестезията. Наркотично вещество, използвано като средноавтономично релаксиращ агент в хирургията. Рокурониум, притежава бързо начално действие, специфично поведение при предозиране и минимално въздействие върху околната среда. Насърчава се разработване на анестетици с подобно действие от натурални източници или билкови приложения, като екстракти от определени растения.

2) Еднократни инструменти и консумативи

Много от инструментите и консумативите, използвани в анестезиологията, са произведени от пластмаса. Те представляват сериозен проблем за околната среда, когато не се рециклират. Повечето еднократни медицински консумативи не могат да бъдат рециклирани, което води до натрупване на огромни количества отпадъци на сметищата. Например, според изчисления, за всяка хирургическа процедура се генерират между 2 и 7 килограма отпадъци, от които голям процент е от еднократни стоки^[4,6]. Неправилното управление на еднократните

инструменти може да увеличи риска от разпространение на инфекциозни заболявания. Например, игли и спринцовки, които не се изхвърлят правилно, могат да причинят наранявания и да увеличат вероятността от инфектиране с вируси и бактерии. Продължителното излагане на химикали, използвани в някои пластмаси и консумативи, може да има опустошителни последствия за здравето, включително хормонални нарушения и алергични реакции.

Зелена алтернатива: Използване на рециклирани или биодegradирuеми материали за производството на медицински консумативи, като компостируеми опаковки или инструменти [6]. Повишаване на осведомеността относно вредите от еднократните стоки и важността на правилното им управление сред медицинските специалисти и пациентите.

Инвестиране в устойчиви технологии за производството на биоразградими консумативи, които намаляват натиска върху околната среда.

3) Разтворители и дезинфектанти

Често използвани разтворители и дезинфектори в анестезията могат да съдържат опасни химикали, които са вредни за околната среда. Когато разтворители и дезинфектанти се изхвърлят неправилно или попадат в санитарни системи, те могат да замърсят водоемите. Много от химикалите, използвани в тези продукти, са токсични за водните организми и могат да нарушат екосистемите. Изхвърлянето на остатъци от разтворители и дезинфектанти в земята може да доведе до дългосрочно замърсяване на почвата, което от своя страна влияе на растителността и местната флора и фауна.

Много дезинфектанти и разтворители отделят емисии на летливи органични

съединения (ЛОС), които могат да допринесат за образуването на смог и замърсяване на въздуха [6]. Тези съединения могат да имат неблагоприятно влияние върху човешкото здраве и околната среда.

Зелена алтернатива: Продукти на базата на натурални съставки, които са по-безопасни за околната среда, като хранителни разтвори за дезинфекция.

3. Иновации и усъвършенстване на методите. Ролята на образованието и подготовката на специалисти.

Иновации като използването на нови локални анестетици с по-кратък полуживот и по-нисък потенциал за замърсяване могат значително да намалят влиянието върху околната среда. Изкуственият интелект (ИИ) може да помогне в оптимизацията на дозирането на анестетиците, като анализира данни за пациентите и прогнозира реакцията им на определени медикаменти. Чрез интеграция на ИИ в управлението на анестезията, медицинските специалисти могат да постигнат по-висока прецизност и безопасност, водещи до по-малко странични ефекти и по-нисък разход на ресурси. В същото време, устойчивите методи в земеделието, като интегрирано управление на вредителите и агроекологичните практики, могат да бъдат подпомогнати от ИИ, който предоставя аналитични инструменти за мониторинг и прогнози на екологичните условия, подобрявайки устойчивостта на природата, спомагат за усъвършенствания на решения за откриване и внедряване на безвредни анестетици и материали за анестезия.

Включването на устойчивите практики в образованието по анестезиология помага за подготовката на ново поколение специалисти, които ще бъдат ангажирани със социалната и екологичната отговорност [6].

Зелената анестезиология поставя акцент на социалната отговорност, като се стреми за баланс между медицинската грижа и опазването на околната среда.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зелената анестезиология представлява важна стъпка към интегрирането на устойчиви практики в медицинската индустрия, обхващайки не само методологии, но и философия на работа, която отчита взаимодействието между медицината, околната среда и социалната отговорност. Като свързваме екологичната устойчивост със земеделието и образованието, можем да създадем по-здравословна и безопасна среда както за пациентите, така и за медицинските работници.

В първата част на тази интеграция, екологичната осведоменост в анестезиологията може да бъде реализирана чрез прилагането на технически решения, които намаляват въглеродните емисии. Например, внедряване на инхалаторни анестетици с по-нисък потенциал за глобално затопляне, вместо традиционни анестетици с негативно влияние върху околната среда.

Образованието на медицинските специалисти относно тези нови технологии е от ключово значение, докато същевременно се насърчава развитието на протоколи, прилагащи устойчиви практики в операционните зали.

Други устойчиви практики свързани със земеделието и екологията може да се осъществят чрез сътрудничество с местни фермери и организации, за да се осигурят органични и устойчиви хранителни продукти в болниците. Например, внедряването на агроекологични принципи в храненето на пациенти и медицински персонал ще помогне за подкрепа на местни икономики и намаляване на

въглеродния отпечатък, свързан с транспортирането на храни [6].

Важно значение има обучението на местните общности за правилното управление на отпадъците, особено в контекста на медицинските отделения, където производството на биоопасни отпадъци може да бъде значително.

Включването на теми, свързани със зелена анестезиология, в медицинските учебни програми ще подготви новото поколение лекари и анестезиолози не само да разбират медицинските технологии, но и да работят отговорно към опазването на околната среда.

В заключение, развитието на зелена анестезиология в контекста на устойчивото развитие на медицината изисква необходимостта от интегриран подход, който обединява медицинската практика, екологията и образованието. Чрез конкретни инициативи и образователни програми, могат да се преосмислят традиционните медицински практики и да се съдейства за създаването на по-чиста и по-здравословна среда за бъдещите поколения.

Литература:

1. Marcos Kleiman. (1938) *Histoire de l'anesthésie*⁽¹⁾
2. Karoune Atika. (2021) *Histoire de l'anesthésie*, Université Salah Boubnider – Constantine 3, Faculté de médecine de Constantine, pages 7-9
3. Règlement (UE) 2024/573 du Parlement européen et du Conseil du 7 février 2024 relatif aux gaz à effet de serre fluorés, modifiant la directive (UE) 2019/1937 et abrogeant le règlement (UE) n° 517/2014. Page 6 – point 27; Page 29 – point 8.
4. Patel SS, Goa KL. Sevoflurane. A review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties and its clinical use in general anaesthesia. *Drugs*. 1996 Apr;51(4):658-700. doi: 10.2165/00003495-199651040-00009. Erratum in: *Drugs* 1996 Aug;52(2):253. PMID: 8706599.
5. Shafiei FT, McAllister RK, Lopez J. Bupivacaine. [Updated 2023 Aug 17]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024
6. White SM, Shelton CL, Gelb AW, Lawson C, McGain F, Muret J, Sherman JD; representing the World Federation of Societies of Anaesthesiologists Global Working Group on Environmental Sustainability in Anaesthesia. Principles of environmentally-sustainable anaesthesia: a global consensus statement from the World Federation of Societies of Anaesthesiologists. *Anaesthesia*. 2022 Feb;77(2):201-212. doi: 10.1111/anae.15598. Epub 2021 Nov 1. PMID: 34724710; PMCID: PMC9298028.