



25-27th of April 2017  
Slavutych (Ukraine)

The Second International Conference on Nuclear  
Decommissioning and Environment Recovery INUDECO

Друга міжнародна конференція «Проблеми зняття з експлуатації  
об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього  
середовища» INUDECO



Славутська  
міська  
рада



**АППАУ**



**25-27 квітня 2017 рік, м.Славутич**

## Зміст

<b>Машинистов Виктор, Дереза Юрий</b> - Технология очистки больших объемов воды от радионуклидов электрохимическим способом .....	<b>7</b>
<b>Балакин Валерий, Машинистов Виктор</b> - Плавление радиационно загрязненного металла –основа эффективной технологии его рециклинга.....	<b>15</b>
<b>Высотский Е.Д., Савельев М.В.</b> - Анализ некоторых номалий в показаниях ППН СКЯБ Объекта «Укрытие».....	<b>24</b>
<b>В.М. Шаталов, М.В. Савельев</b> - Моделирование производительности солнечных панелей с учетом погоды в районе Чернобыля.....	<b>30</b>
<b>Kurilo D., Trapeznikov Y., Rozorinov G., Chichikalo N.</b> - «Affordable high quality prostheses for ukrainians».....	<b>33</b>
<b>Norbert Molitor, Stefan Thierfeldt, Kirsten Haneke, Olaf Nitzsche, Dmitri Bugai, Andriy Sizov, Zoran Drace</b> - Recent safety assessment findings on management of legacy wastes from Chornobyl accident.....	<b>38</b>
<b>Авраменко Денис</b> - Створення системи керування відновлювальними ресурсами автономного майданчика.....	<b>50</b>
<b>Артамонов Е.Б.</b> - Принципы формирования динамических меню в системах с адаптивным интерфейсом.....	<b>52</b>
<b>Іван Бурмака</b> - Класифікація систем виявлення вторгнень в розподілені інформаційні системи.....	<b>59</b>
<b>Вітер В.О., Злобін С.В., Трунова О.В.</b> - Розробка АРМ адміністратора приватної клініки.....	<b>63</b>
<b>С.Г. Волошенко, О.Л. Зиновец</b> - Программное обеспечение Ekatra – Web SCADA для создания распределенных информационных систем с большим объемом данных.....	<b>67</b>
<b>Евгения Вторникова</b> - Анализ инфраструктуры ГСП «Чернобыльская АЭС» с целью оптимального размещения упаковок для временного хранения радиоактивных вторичных отходов.....	<b>71</b>
<b>Высотский Е.Д., Годун Р.Л., Дорошенко А.О.</b> - Нейтронная активность и критичность скопления TCM в условиях НБК ОУ... ..	<b>78</b>
<b>Гавриленко А.В., Злобин С.В.</b> - Разработка приложения ANDROID с использованием API ICCTV ZONEMINDER.....	<b>82</b>
<b>Сергій Голуб, Ірина Жирякова</b> - База модельних знань як ефективний засіб адаптивного правління розумним містом.....	<b>85</b>
<b>Грудзинський Юліан, Лукомський Ярослав</b> - Бездротовий моніторинг технологічних об'єктів управління на основі технології сенсорних мереж.....	<b>92</b>
<b>Давиденко Павло</b> - Використання мереж Петрі для оцінки ризику вразливостей інформаційних систем.....	<b>96</b>

<b>Длужевський А.О.-</b> Метод підготовки зображення до розпізнавання в системах відео спостереження.....	<b>100</b>
<b>Житник Олег-</b> Забезпечення моніторингу територій зеленої зони для контролю за їхнім станом.....	<b>104</b>
<b>Заставнюк О.О.-</b> Екологічна культура як ключова компетентність відповідальної особистості.....	<b>107</b>
<b>Olena Ivanik, Mykhailo Tolstoy, Oleksandr Shabatura, Natalia Kostenko, Andriy Mazko-</b> Development matter- physical model of components of geological environment looking to safe disposal of radioactive and other toxic wastes with results of petrographic and petrophysical study.....	<b>111</b>
<b>Івашина В.І., Кравцова А.О.-</b> Наслідки катастрофи на ЧАЕС для здоров'я населення.....	<b>120</b>
<b>Сергій Ісаєв, Юрій Дупленко-</b> Заповідні території в Чорнобильській зоні як об'єкти навчання з екології і дидактичні особливості збереження довкілля в зоні радіоактивного забруднення.....	<b>124</b>
<b>Казимиров А.С., Беккер Б.И., Иевлев С.М., Качалин И.Г., Мартынюк Л.Б., Чорный Е.В. -</b> Методы и приборы для под-держки снятия с эксплуатации объектов атомной энергии.....	<b>125</b>
<b>И.А. Клименко, Л.В. Тараненко-</b> Система сбора, обработки, документирования, хранения, отображения и передачи данных ГП НАЭК «Энергоатом».....	<b>132</b>
<b>Коваленко Андрій-</b> Перспективи розвитку чорнобильських територій на основі проектного підходу.....	<b>135</b>
<b>Дмитрій Корчак-</b> Взаємодія з громадськістю при знятті з експлуатації ЧАЕС.....	<b>137</b>
<b>Власюк Анна, Ларина Екатерина -</b> Система профилактического контроля параметров жизнедеятельности человека в сложных экологических условиях.....	<b>139</b>
<b>Кременовська Ірина , Святогор Олексій -</b> Відходи: ресурс і об'єкт права власності.....	<b>152</b>
<b>Ткачук Н.О., Куприенко В.И.-</b> Создание интуитивно понятного интерфейса портала и мобильного приложения на основе системы «Нежин Туристический».....	<b>159</b>
<b>В.Г. Батій, С.В. Купріяничук, С.С. Підберезний, В.М. Рудько, А.О.Холодюк -</b> Математична модель процесу довго-термінового зберігання ізотопних джерел нейтронів.....	<b>163</b>
<b>Куценко Олексій Григорович, Каденко Ігор Миколайович, Харитонova Леся Василівна, Харитонов Олексій Михайлович-</b> Вплив зміни властивостей основного металу корпусу реактора внаслідок нейтронного опромінення на залишковий ресурс.....	<b>166</b>
<b>Кушнер Татьяна, Волчек Анастасия-</b> Радиоэкология градостроительства: студенческие исследовательские проекты	<b>167</b>

<b>Марина Лапа-</b> Прогнозування ресурсоспроможності об'єктів при ревіталізації промислових районів.....	<b>174</b>
<b>Лимарченко Олег Степанович</b> - Математическое моделирование сценариев развития аварийных ситуаций в элементах конструкций АЭС.....	<b>177</b>
<b>І. А. Литвин, М. І. Панасюк, Г. В. Левін, П. А. Люшня, М. О. Сизов, І. П. Онищенко-</b> Закономірності розподілу <sup>90</sup> Sr, U та TUE в підземних водах в районі комплексу НБК-ОУ.....	<b>179</b>
<b>В.В. Литвинов, О.О. Литвин, О.І. Трунов-</b> Модель автоматичного діагностування вузлів, давачів та каналів зв'язку газотранспортного комплексу.....	<b>180</b>
<b>Мажаренко Владислав, Чичикало Нина-</b> Защита водоемов от несанкционированного доступа.....	<b>185</b>
<b>Мазко Андрей-</b> Припять.....	<b>188</b>
<b>А. М.Максименко, М. Д. Бондарьков, Б. Я. Осколков-</b> Опыт исследования делящихся материалов в пунктах захоронения радиоактивных отходов зоны отчуждения.....	<b>196</b>
<b>Александр Моисейкин-</b> Подтверждение достоверности информации с применением графических методов.....	<b>197</b>
<b>В.В. Єгоров, Ю.В. Морозов, Л.І. Павловський, А.О. Холодюк-</b> Зміна радіаційних умов на об'єкті “Укриття” після установки арочної конструкції в проектне положення.....	<b>201</b>
<b>Нефедов Александр</b> - Повышение сейсмоустойчивости охлаждающих резервуаров АЭС .....	<b>202</b>
<b>Валентин Анатольевич Нехай, Валентин Валентинович Нехай</b> - Использование информационных технологий при формировании показатель корпоративной социальной ответственности АЭС.....	<b>204</b>
<b>Одинцов Алексей, Хан Валерий</b> – Радиоактивно загрязненная вода в Объекте «Укрытие» перед надвижкой «Арки» НБК.....	<b>213</b>
<b>Панфьоров О.В.-</b> Побудова адаптивного меню тактильно-звукової мнемосхеми для забезпечення доступного середовища людям з вадами зору.....	<b>215</b>
<b>М.В. Пашинов, А.О. Сізов, А.О. Холодюк</b> - Розробка математичної моделі миттєвих радіоактивних викидів в атмосферу від точкового джерела, та її порівняння з існуючими методами розрахунку.....	<b>219</b>
<b>Юлия Пилькевич, Георгий Розоринов-</b> Автоматизированная система управления параметрами биоты пресных водоемов Чернобыльского региона.....	<b>220</b>
<b>Протасевич Олег-</b> Збірний контейнер для безпечного транспортування радіоактивних уламків 4 реактора ЧАЕС.....	<b>230</b>
<b>П'янило Ярослав, П'янило Галина-</b> Спектральні методи оброблення цифрової інформації в дистанційному зондуванні землі.....	<b>235</b>

<b>Панфьоров. О.В., Радченко К.М.</b> - Тактильно звукова мнемосхема як засіб навігації незрячих та слабозорих в умовах сучасного міста.....	<b>238</b>
<b>Сакаль Оксана</b> - Управління техногенно забрудненими землями: методологічний і практичний аспект.....	<b>240</b>
<b>Сімейко К.В.</b> - Перспективи створення у зоні відчуження ядерного реактору з мікротвелами.....	<b>243</b>
<b>Скітер Ігор</b> - Оцінка безпеки розподілених інформаційних систем з використанням модифікованої методики Вейвлет-аналізу	<b>245</b>
<b>Спектор Б.-</b> Опыт подготовки персонала подрядчиков в УТЦ ГСП ЧАЭС.....	<b>254</b>
<b>Степаненко Владислав-</b> Переоблаштування приміщень на багатофункціональні конференц-зали.....	<b>264</b>
<b>Тимченко А.А., Орлова Т.І.,</b> - Системний підхід: атерія, енергія, інформація. Бажання та обмеження.....	<b>275</b>
<b>Трунова Олена, Войцеховська Марія</b> - Використання логіки антонімів при оцінці стану культури інформаційної безпеки організації.....	<b>276</b>
<b>Харченко Денис, Грудзинський Юліан-</b> Кібербезпека промислових систем. Оцінка ризиків та способи їх мінімізації.....	<b>281</b>
<b>Хуторной Александр-</b> Повышение надежности и безопасности производственных активов.....	<b>287</b>
<b>Чапля Є., Лянце Г., Чернуха О., Гончарук В.-</b> Чинники міграційного процесу радіонуклідів у ґрунті.....	<b>291</b>
<b>Чеботар Анжеліка, Зіненко Артем-</b> Проектування інформаційних систем що підвищують туристичну привабливість регіонів.....	<b>306</b>
<b>Чернуха О. , Гончарук В., Білушак Ю., Чучвара А. –</b> Моделювання та прогнозування поширення радіоактивних забруднень у ґрунтах.....	<b>309</b>
<b>Чернявський Віталій-</b> Розумний сад у місті Славутич.....	<b>322</b>
<b>Власюк Ганна, Ларіна Катерина-</b> Измерительные средства для робототехнических систем.....	<b>325</b>
<b>Штефан Владислав-</b> Автоматизована система прийняття рішень методом аналізу ієрархій.....	<b>333</b>
<b>Vyacheslav Kharchenko, Anatoly Ssachenko, Volodymyr Kochan, Maxim Yanovsky, Herman Fesenko, Hubert Roth-</b> NPP accident monitoring and safety management system: integrating of wi-fi, drone fleet and internet of things.....	<b>336</b>
<b>Яровой Леонід</b> - Досвід та перспективи використання лазерних систем діагностики вібрації на атомних електростанціях України.....	<b>343</b>
<b>Круковский П.Г., Метель М.М., Полубинский А.С., Краснов В.А., Складенко Д.И., Дейнеко А.И.</b> - Модель теплогазодинамического, влажностного и радиационного состояния нового безопасного конфайнмента и объекта "Укрытие".....	<b>347</b>

# ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ВОДЫ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Машинистов Виктор, Дереза Юрий

Предложена эффективная технология очистки больших объемов загрязненной радионуклидами воды электрохимическим способом, применение которой позволит уменьшить уровень дополнительного облучения людей и снизить загрязненность радионуклидами окружающей среды.

Так как в воде радионуклиды находятся в виде ионов, то создаются условия для очистки воды от них электрохимическим методом. Радиоактивно загрязненную воду после дезактивации можно безопасно утилизировать.

Предложена схема установки для реализации предлагаемой технологии. В результате процесс очистки воды от радионуклидов предложенным способом характеризуется очень низким уровнем потребления электроэнергии, который может быть обеспечен солнечными батареями. В свою очередь, это открывает возможности сделать эти установки компактными и мобильными.

При реализации предложенного подхода следует ожидать высоких технико-экономических показателей процесса электрохимической очистки загрязненных вод от радионуклидов. При этом создаются благоприятные предпосылки для их утилизации. Это даст возможность освободить водоемы от загрязненной воды и приступить к рекультивации земель, занятых в настоящее время хвостохранилищами, на дне которых находятся высокоактивные отходы.

Рассмотренная технология может быть применена для очистки от радиоизотопов цезий-137 и стронций-90 воды, хранящейся в резервуарах после аварии на АЭС «Фукусима-1». Данный подход также может использоваться для опреснения загрязненной ионами металлов воды, в том числе и морской.

## **Введение.**

При эксплуатации промышленных комплексов, в состав которых входят радиационно-ядерные объекты, создаются большие объемы воды, загрязненной радионуклидами, которые, как правило, сбрасываются в водоемы (хвостохранилища). Радиоактивные вещества, которые находятся в воде в количествах, превышающих допустимые концентрации, являются источниками опасного для биологических объектов ионизирующего излучения.

В Украине накопилось большое количество жидких радиоактивных отходов, не подлежащих дальнейшему использованию. Возможности имеющихся хвостохранилищ уже практически исчерпаны и остро стоит проблема обезвреживания загрязненной воды и возвращения в

хозяйственный оборот земель, занятых этими водоемами. Одним из возможных вариантов решения данной проблемы является освобождение водоема от загрязненной воды с последующей консервацией радиоактивных веществ (РВ), находящихся на дне, путем засыпания их толстым слоем почвы. Это позволит локализовать РВ, предупредить их распространение в окружающей среде и создать условия для рекультивации земель, которые были заняты хвостохранилищами.

В соответствии с санитарными правилами запрещается выпускать в окружающую среду воду, концентрация радионуклидов в которой превышает установленные нормативы. При этом возникает необходимость в дезактивации воды, от которой освобождают хвостохранилище, что создаст возможность для ее дальнейшей утилизации. Но проблема дезактивации больших объемов воды с низким уровнем загрязнения, до настоящего времени практически не решена из-за экономической неприемлемости известных способов ее дезактивации. Поэтому разработка эффективной технологии очистки больших объемов радиоактивно загрязненной воды остается актуальной.

### **Постановка проблемы.**

В соответствии с действующими в Украине нормами и правилами [1,2] загрязненная радиоактивными веществами вода, находящаяся в хвостохранилищах, классифицируется как жидкие радиоактивные отходы (ЖРО).

Со временем до 95% радиоактивных веществ, сброшенных в водоем, оседает на дно, что существенно снижает уровень загрязненности воды радионуклидами, но тем не менее, он остается достаточно высоким. Согласно данным, которые приводятся в ежегодных Национальных докладах о состоянии техногенной и природной безопасности в Украине, мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на водной поверхности хвостохранилищ в десятки раз превышает допустимый уровень.

Для очистки загрязненной радионуклидами воды могут применяться разные методы: физические (отстаивание, фильтрование, мембранные, термические), химические (окисление, осаждение, реагентные), физико-химические (адсорбция, ионообмен, сорбция, электрохимические) [3]. Для достижения требуемого уровня очистки воды от радионуклидов часто вынуждены совмещать перечисленные методы.

Недостатками этих методов является их высокая стоимость, большая энергозатратность, необходимость проведения сложных операций, как при их подготовке, так и проведении очистки, необходимость использования большого количества реагентов, а также образование новых радиоактивных отходов, подлежащих дальнейшему захоронению.

В связи с этим, нужны новые эффективные подходы к решению проблемы, связанной с удалением радионуклидов из загрязненной воды.

**Целью** данного исследования является разработка эффективной технологии очистки больших объемов низкоактивной загрязненной воды, что позволит освободить хвостохранилища от воды и создаст условия для рекультивации территорий, занятых ими.



Для достижения поставленной цели в данной работе решались следующие задачи:

- исследовать поведение радионуклидов в воде;
- исследовать возможность очистки от радионуклидов воды хвостохранилища электрохимическим способом;
- оценить возможности предложенной технологии для очистки больших объемов загрязненной радионуклидами воды.

#### **Обоснование и выбор способа очистки воды от радионуклидов.**

Для разработки предлагаемой технологии, сущность которой изложена в [4], были исследованы состав и особенности поведения радионуклидов в воде. В воде, которая используется при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также в водоемах, загрязненных радионуклидами в результате аварий с выбросом их в окружающую среду (Чернобыльская АЭС, АЭС «Фукусима 1»), в большом количестве находятся радиоизотопы цезия-137 и стронция-90 [5, 6]. Это металлы, которые находятся в воде в виде положительных ионов. Следовательно, в данном случае вода становится электропроводником, то есть электролитом, с очень низкой концентрацией носителей электрических зарядов.

Поэтому для очистки воды от радионуклидов могут применяться электрохимические методы [7]. При погружении в электролит двух электродов, подключенных к источнику тока, возникает электрическое поле, под действием которого все ионы, которые находятся в воде, движутся к противоположно заряженным электродам.

Радиоактивность, которая присуща ряду изотопов химических элементов, не влияет на электрохимические процессы. Это связано с тем, что все изотопы одного химического элемента, как стабильные, так и нестабильные (радиоактивные), имеют одинаковые химические свойства. Поэтому в воде поведение ионов радионуклидов химического элемента ничем не отличается от поведения ионов его стабильных изотопов. Это и создает условия для использования электрохимических методов в целях выделения из воды радионуклидов. Поскольку электродный потенциал цезия и стронция очень низкий, то на катоде они осесть не будут, а будут концентрироваться в непосредственной близости от него. Причем толщина прикатодного слоя ионов не более  $10^{-5}$  м [7]. При необходимости, предварительно загрязненную воду очищают от дисперсных примесей механическим способом.

Схема установки, на основе которой реализуется предлагаемая технология очистки воды от радионуклидов, показана на рис. 1.

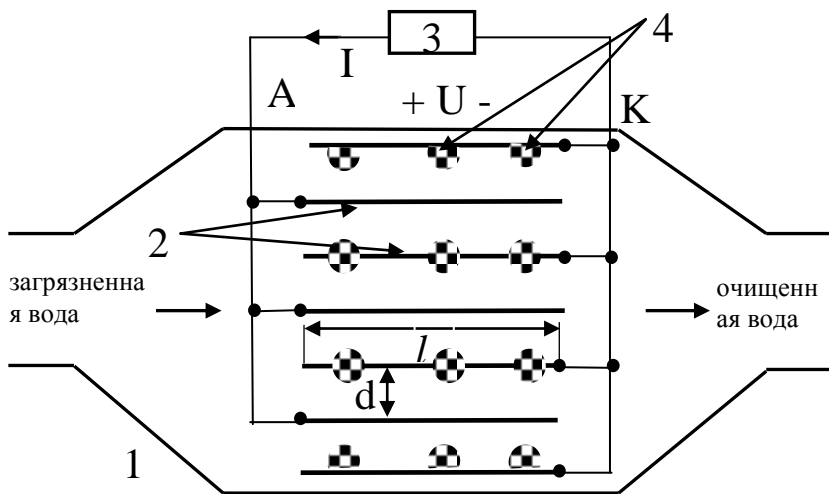


Рис. 1. Схема установки для очистки воды от радионуклидов (1-емкость, 2-электроды, 3-источник постоянного тока, 4-диэлектрический материал)

Поставленная задача реализуется за счет того, что воду, которая подлежит очистке, пропускают через емкость 1, в которой размещена система электродов 2, расположенных параллельно направлению движения воды. Электроды изготовленные в виде пластин например, из нержавеющей стали, имеют длину  $l$ , размещены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного тока 3. Аноды А и, соответственно, катоды К соединены между собой параллельно. В результате образуется совокупность параллельно расположенных ячеек, количество которых равно числу пар электродов.

Процесс очистки воды поясняется с помощью рис. 2, на котором показаны траектории трех радионуклидов, поступивших с водой в ячейку.

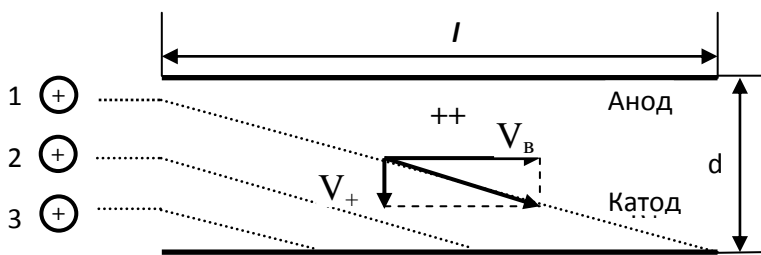


Рис. 2. Иллюстрация процесса очистки воды от радионуклидов

Вода, подлежащая очистке, поступает в ячейку со скоростью  $V_b$ . Под действием напряженности электрического поля  $E$ , созданной источником тока 3, положительные ионы радионуклидов приобретают перпендикулярную к направлению движения воды составляющую скорости

$$V_+ = a_+ \cdot E, \quad (1)$$

где  $a_+$  – подвижность ионов в воде.

Вода, поступившая в ячейку, находится в межэлектродном пространстве в течение времени  $t_i = l/V_b$ .

Для удаления из воды всех радионуклидов, которые внесены в емкость с электродами, необходимо, чтобы они за время  $t_i$  успели сконцентрироваться у катода. Как видно из рисунка 2, это требование будет выполнено, если минимальная длина катода  $l$  будет такой, чтобы ионы, поступившие в межэлектродное пространство у анода и имеющие перпендикулярную к направлению движения воды составляющую скорости ионов  $V_+$ , за время  $t_i$  преодолели расстояние  $d$ , то есть выполнялось соотношение

$$d = V_+ \cdot t_i. \quad (2)$$

Учитывая, что  $E = U/d$ , где  $U$  – напряжение источника питания 3, длину электродов  $l$  можно найти по выражению

$$l = V_b \cdot t_i = V_b \cdot (d/V) = (V_b \cdot d^2)/(a_+ \cdot U). \quad (3)$$

На практике процессом очистки воды можно управлять путем регулирования скорости движения воды  $V_b$  и напряжения  $U$ .

Те ионы, которые накапливаются у катода, могут перемещаться вдоль эквипотенциальной поверхности катода под действием движущейся воды и покинуть пределы емкости оставшись в воде, что может привести к понижению степени очистки воды. Для предотвращения этого эффекта предлагается нанести на катод сетку из диэлектрического материала 4 (см. рис. 1) толщиной до 0,5 мм, которая будет непреодолимой преградой для положительных ионов. В результате ионы накапливаются у катода в ячейках этой защитной сетки.

При очистке воды под действием электрического поля могут коагулировать находящиеся в воде вещества и выпадать в осадок под действием сил тяжести. Чтобы они не накапливались в межэлектродном пространстве, предлагается электродные пластины размещать вертикально.

Таким образом, с помощью простого технического оборудования может быть выполнена очистка воды от радионуклидов до допустимых уровней ее концентрации. Это позволит при высоких технико-экономических показателях очистить большое количество загрязненной радионуклидами воды, которая является источником потенциальной опасности для биологических объектов.

### Оценка возможности практической реализации предложенной технологии очистки загрязненной радионуклидами воды.

Примем, что используется установка с габаритами системы электродов  $1 \times 1 \text{ м}^2$  с длиной  $l = 1 \text{ м}$  каждый, расстоянием между ними  $d = 10^{-2} \text{ м}$ . На электроды подается напряжение  $U = 10 \text{ В}$ , температура воды  $0^\circ \text{ С}$ .

Оценки, выполненные в [4], показывают, что загрязненная вода массой  $M = 10^6 \text{ кг}$  может быть очищена от загрязнений за 36 суток.

При внедрении данного подхода в практику необходимо учитывать, что вода имеет электрический потенциал разложения, равный  $1,25 \text{ В}$ , при превышении которого при обработке воды появляются дополнительные электрохимические процессы в частности, электролиз воды [7]. Они могут препятствовать процессу очищения воды от радионуклидов, а также существенно повышать расход электроэнергии. Следовательно, на электроды одной ячейки необходимо подавать напряжение величиной не более  $1,25 \text{ В}$ . При этом увеличивается необходимое значение длины электродов, что может быть скомпенсировано уменьшением расстояния  $d$  между электродами до  $5 - 6 \text{ мм}$ .

Один из возможных вариантов реализации данной технологии представлен на рис. 3. Из водоема (1) вода подается в промежуточную емкость (2), откуда она поступает в предварительный фильтр очистки от дисперсных примесей (3), а оттуда – в установку электрохимической очистки (4), после чего очищенная вода подается к потребителю.

При подаче на электроды установки электрического напряжения не выше  $1,25 \text{ В}$  установка отличается чрезвычайно низким уровнем энергопотребления. Это дает возможность использовать в качестве источника электропитания (5) солнечные батареи.

Таким образом, представленная установка является мобильным автономным комплексом оборудования, который позволяет с высокими технико-экономическими показателями очищать от загрязненной радиоактивными веществами большие объемы воды. Необходимо учесть, что данный способ позволяет очищать воду не только от радионуклидов, но и от ионов тяжелых металлов. Это дает возможность применять очищенную воду для полива сельскохозяйственных угодий, оборотного водоснабжения, выливать в реку, заполнять водоемы и т.д.

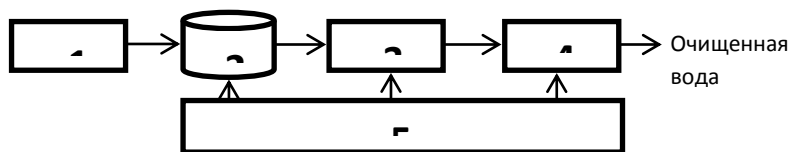


Рис.3. Технологическая схема очистки воды водоема хвостохранилища (1-водоем, 2-промежуточная емкость, 3-предварительный фильтр, 4-установка электрохимической очистки, 5-источник электропитания)

Рассмотренная технология может быть применена для очистки от радионуклидов цезий-137 и стронций-90 воды, хранящейся в резервуарах после аварии на АЭС «Фукусима - 1»

Приведенные примеры иллюстрируют возможность практического воплощения рассматриваемого способа очистки воды от радионуклидов с помощью достаточно простого оборудования при высоких технико-экономических показателях процесса очистки.

Полученные теоретическим путем результаты исследований и данные расчетов могут быть внедрены в практику только после убедительного экспериментального подтверждения.

### **Выводы.**

Предложена эффективная технология очистки больших объемов загрязненной радионуклидами воды электрохимическим способом, применение которой позволит уменьшить уровень дополнительного облучения людей и снизить загрязненность радионуклидами окружающей среды.

В воде радионуклиды находятся в виде ионов, что создает условия для ее очистки от них электрохимическим методом. Радиоактивно загрязненную воду после дезактивации можно безопасно утилизировать.

Предложена схема установки для реализации предлагаемой технологии. В результате процесс очистки воды от радионуклидов предложенным способом характеризуется очень низким уровнем потребления электроэнергии, который может быть обеспечен солнечными батареями. В свою очередь, это открывает возможности сделать эти установки компактными и мобильными.

При реализации предложенного подхода следует ожидать высоких технико-экономических показателей процесса электрохимической очистки загрязненных вод от радионуклидов. При этом создаются благоприятные предпосылки для их утилизации. Это даст возможность освободить водоемы от загрязненной воды и приступить к рекультивации земель, занятых в настоящее время хвостохранилищами, на дне которых находятся высокоактивные отходы.

Рассмотренная технология может быть применена для очистки от радиоизотопов цезий-137 и стронций-90 воды, хранящейся в резервуарах после аварии на АЭС «Фукусима-1». Данный подход также может использоваться для опреснения загрязненной ионами металлов воды, в том числе и морской.

### **Литература**

1. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). Государственные гигиенические нормативы. – Киев, – 1997. – 121 с.
2. Основные правила обеспечения радиационной безопасности Украины. Приказ №54 МОЗ Украины от 02.02.2005.
3. Б.Е. Рябчиков. Очистка жидких радиоактивных отходов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 516с.

4. Спосіб очищення води від радіонуклідів. Патент України № 113672. МПК G21F 9/06, Машинистов В.Є., УА, Дереза Ю.А., УА. Опубл. 27.02.2017.
5. Антонов В.П. Уроки Чернобыля: радиация, жизнь, здоровье. – К.: О-во «Знание», УССР, – 1989. –112 с.
6. Авария на АЭС "ФУКУСИМА-ДАЙТИ". Доклад генерального директора. МАГАТЭ, 2015. Отпечатано МАГАТЭ в Австрии, Август 2015 года. – 264 с.
7. Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки воды. – Л.: Стройиздат, – 1987. – 312 с.

### **Информация об авторах:**

**Машинистов Виктор, Дереза Юрий**- Национальная металлургическая академия Украины,  
пр. Гагарина 4, Днепр, 49005, Украина

### **Annex for papers written in Ukrainian or Russian**

## ***CLEANING TECHNOLOGY OF WATER LARGE VOLUMES FROM RADIONUCLIDES BY ELECTROCHEMICAL METHOD***

*Mashinistov Victor, DerezaYuri*

*An effective technology was developed for the purification of large amounts of water contaminated with radionuclides by electrochemical means. This technology creates conditions for reducing the level of additional exposure to people and helps to protect the environment from radioactive contamination.*

*It is proved that radionuclides in water are in the form of ions, and water purification from them is possible by electrochemical method. Radioactive contaminated water after decontamination by the proposed method can be safely disposed of.*

*The scheme of the installation for the implementation of the proposed technology is developed. As a result, the process of water purification from radionuclides is characterized by a very low level of electricity consumption, which can be provided by solar batteries. In turn, this opens up the possibility of making these installations compact and mobile.*

*As a result of theoretical studies, calculated data are obtained. They can be used in practice after performing experimental confirmations of the expected results.*

*When implementing the proposed approach, we should expect high technical and economic indicators of the process of electrochemical cleaning of contaminated water from radionuclides. At the same time, favorable prerequisites for their utilization will be created and it will be possible to free*

*the reservoirs from polluted water and begin reclamation of the lands currently occupied by tailing dumps at the bottom of which are highly active waste.*

*Considered technology can be used for purification of water from radioisotopes cesium-137 and strontium-90 stored in storage tanks after the accident at the Fukushima-1 nuclear power plant. This approach can also be used for desalination of water contaminated with metal ions, including sea water.*

**Authors' Information:**

*Mashinistov Victor, DerezaYuri-ь National Metallurgical Academy of Ukraine, Gagarina Ave., Dnipro, 49000, Ukraine*

## **ПЛАВЛЕНИЕ РАДИАЦИОННО ЗАГРЯЗНЕННОГО МЕТАЛЛА – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО РЕЦИКЛИНГА**

Балакин Валерий, Машинистов Виктор

Изложены результаты теоретических исследований, выполненных в НМетАУ, по развитию технологии рециклинга радиационно загрязненного металла, основой которого является его плавление в металлургической печи индукционного типа.

Выполнен анализ параметров радиационно загрязненного металла, который представляет собой открытый источник ионизирующего излучения. Для обеспечения радиационной безопасности металла необходимо воздействовать как на радионуклиды, загрязняющие металл, так и на пути распространения к человеку созданного ими излучения. Оба эти вида воздействий объединены одним понятием – дезактивация.

В процессе плавления радиационно загрязненный металл из открытого источника ионизирующего излучения преобразуется в закрытый. Как следствие, поверхность выплавленного металла, так же, как и изделий из него, является источником только гамма-излучения. В итоге при плавлении радиационно загрязненного металла создаются условия для получения из него металла безопасного в радиационном отношении.

Критерием радиационной безопасности выплавленного металла является такое максимальное значение мощности эффективной дозы излучения с его поверхности, при котором обеспечивается не превышение установленного лимита дозы облучения людей.

Полученные теоретические данные могут быть внедрены в практику после их экспериментальной проверки.

Рассмотренная технология характеризуется высокими технико-экономическими показателями процесса рециклинга радиационно загрязненного металла.

Применение данной технологи позволит вернуть в промышленное производство большие объемы накопившегося радиационно загрязненного металла и приведет к улучшению состояния окружающей среды.

### **Введение.**

При эксплуатации объектов ядерной отрасли, а также в ходе ремонта, модернизации или демонтажа их оборудования образуется значительное количество радиационно загрязненного металла (РЗМ). Большие объемы металла, загрязненного природными радионуклидами, накапливается и в других производственных сферах, в частности, на газо- и нефтеперерабатывающих предприятиях. Загрязнение металла имеет место также при авариях на АЭС с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду, а также при ликвидации их последствий.

Успешное решение проблемы рециклинга РЗМ позволит многократно использовать его в промышленном производстве. При этом существенно уменьшаются объемы горнорудного производства и затраты на него. Это влечет за собой и значительное уменьшение количества накапливающихся отходов, которые зачастую являются источником экологического неблагополучия.

### **Постановка проблемы.**

Возвращению РЗМ в промышленное использование препятствует наличие в нем радионуклидов в концентрациях, превышающих допустимые. Создаваемое при их распаде ионизирующее излучение (ИИ) является потенциально опасным для биологических объектов.

Обязательным условием рециклинга металла, загрязненного радионуклидами, является обеспечение его радиационной безопасности. Решение данной проблемы, как правило, сводится к проведению дезактивации поверхности РЗМ традиционными способами. Однако, такой подход является экономически нецелесообразным и не всегда оправданным, что ограничивает возможность возвращения такого металла для повторного использования в больших объемах. До настоящего времени отсутствуют эффективные инновационные технологические решения данной проблемы.

По результатам теоретических исследований, проведенных в НМетАУ, предложена технология рециклинга радиационно загрязненного металла. В соответствии с предложенным подходом, в плавильную печь загружается РЗМ, который не подвергался предварительной дезактивации.

Плавление металла, загрязненного радионуклидами, приводит к многократному снижению уровня ионизирующего с его поверхности, что создает условия для получения безопасного в радиационном отношении металла.



Суть предложенного технологического решения изложена в сборнике материалов первой Международной конференции INUDECO-16 [1], а также [2].

Для внедрения данной технологии в практику необходимо конкретизировать содержание ее отдельных этапов, обосновать и выбрать критерии радиационной безопасности продукции, изготовленной из выплавленного РЗМ, обеспечить объективность контроля ее радиационных характеристик.

#### **Цель и задачи исследования.**

Целью исследований, которые проводятся в НМетАУ, является дальнейшее развитие технологии рециклинга радиационно загрязненного металла, основанной на его плавлении в металлургической печи. Технология должна быть пригодна для применения в промышленных условиях.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- выполнить анализ параметров радиационно загрязненного металла как источника ионизирующего излучения;
- исследовать влияние процесса плавления радиационно загрязненного металла на его дезактивацию;
- обосновать и выбрать критерий радиационной безопасности выходящей металлопродукции.

#### **Характеристика радиационно загрязненного металла как источника ионизирующего излучения.**

Загрязнение радионуклидами поверхности металлических изделий (трубы, баки и т.п.) происходит в процессе их эксплуатации на производствах, в которых используются радиоактивные вещества. Также загрязнение имеет место, когда на промышленном объекте происходит авария с выбросом радионуклидов в атмосферу и они оседают на различные объекты, в том числе и на их металлические компоненты. Распад находящихся на поверхности металла радионуклидов сопровождается испусканием ИИ, которое при своем распространении может контактировать с организмом человека, проникать в него и воздействовать на внутренние органы. Существует два различных пути облучения человека: внешний и внутренний. Внешнее облучение человека обусловлено воздействием, прежде всего, гамма- излучения радионуклидов, которые находятся вне организма. При внешнем облучении альфа-частицы и бета-частицы не опасны.

Внутреннее облучение человека вызывается попаданием радионуклидов в его организм вместе с водой и пищей через желудочно-кишечный тракт и с воздухом через легкие. Перешедшие с поверхности загрязненного металла в организм человека радионуклиды распадаются с испусканием ИИ, которое воздействует на его ткани. Из всех видов радиации, поступившей внутрь организма, самым опасным является альфа-излучение.

Суммарная доза облучения, от какого-либо конкретного источника ИИ, зависит не только от интенсивности излучения с его поверхности, но

и от того, какими путями радионуклиды и их излучения поступают в организм отдельного конкретного человека. На рис.1 показана схема потенциальных путей поступления ИИ и радионуклидов к человеку. В качестве источника рассматривается фрагмент металла, поверхность которого загрязнена радионуклидами. Радионуклиды, вынесенные ветровым потоком с поверхности металла в атмосферу, распространяются на значительные расстояния. Находящиеся в ней радионуклиды могут быть источниками внешнего облучения человека гамма-излучением, поступать ингаляционным путем в организм человека, а также выпадать на поверхность земли. Под действием дождя радиационные вещества могут попадать на подстилающую поверхность, а с нее ветровым потоком выноситься в атмосферу, переходить в почву, воду, растительность и быть источником внешнего облучения человека.

После обмена радионуклидами между почвой, водой и растительностью происходит загрязнение радионуклидами продуктов питания и воды. Их потребление приводит к внутреннему облучению человека ионизирующим излучением дозой  $D_{\text{внут.}}$ . Гамма-излучение с поверхности РЗМ, подстилающей поверхности и радиоактивно загрязненной атмосферы формирует дозу внешнего облучения  $D_{\text{внеш.}}$ . Помимо этого, люди подвергаются постоянно действующему фоновому облучению дозой  $D_{\text{фон}}$ .

Дополнительная эффективная годовая доза облучения отдельного человека от конкретного источника радиоактивного излучения равна сумме эффективной дозы внешнего облучения, накопленной за календарный год, и ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения за этот же период  $D_{\text{доп}} = D_{\text{внеш}} + D_{\text{внут.}}$ .

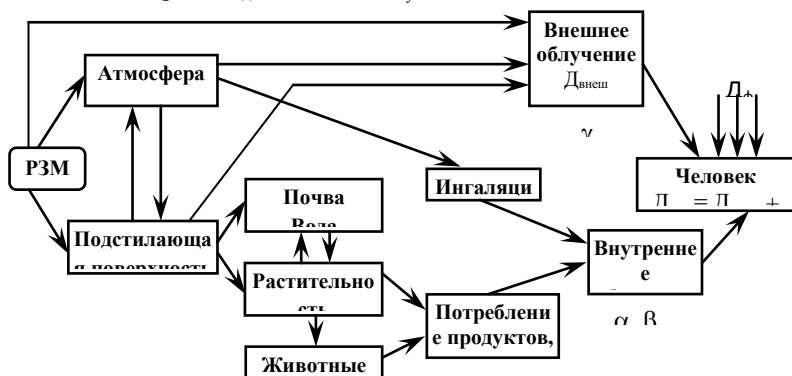


Рис.1 Схема потенциальных путей поступления к человеку ионизирующего излучения от радиационно загрязненного металла

В соответствии с Нормами радиационной безопасности Украины (НРБУ-97) основным критерием радиационной безопасности населения является дополнительная индивидуальная годовая эффективная доза внешнего облучения от источника, каким является РЗМ, которая не

превышает предельного уровня 1 мЗв/год [3]. Это расчетная величина и она не может быть определена путем прямых измерений. Поэтому на основе ряда принятых допущений, условий, экспериментальных данных, моделирования используются производные величины для оценки уровня облучения человека. Допустимые значения этих величин соответствуют предельному значению основного критерия в рассматриваемом случае. В соответствии с [3] к ним относятся:

- допустимая мощность дозы внешнего облучения;
- допустимые концентрации радионуклида в воздухе и питьевой воде.

Порядок перехода от измеряемых величин к нормируемым определяется методическими указаниями.

Из рис. 1 видно, что ИИ, создаваемое радионуклидами, загрязняющими РЗМ, достигает тканей организма человека и воздействует на них двумя различными путями – внешним и внутренним. Поскольку механизмы радиационного поражения, обусловленные этими путями, существенно разнятся, то и меры защиты от воздействия внешнего облучения в корне отличаются от мер, направленных против внутреннего облучения.

Защита от внешнего гамма-излучения базируется на законах распространения ИИ и характере его взаимодействия с веществом. Радиационная безопасность в этом случае обеспечивается уменьшением мощности излучения источника, сокращением времени работы с ним, увеличением расстояния от источника до объекта облучения, размещением поглощающего экрана между ними.

Внутреннее радиационное воздействие связано с поступлением в организм человека находящихся на поверхности РЗМ радионуклидов. Следовательно, для защиты организма от внутреннего облучения необходимо уменьшать возможность поступления в него радиоактивных веществ с воздухом, водой и пищей.

Традиционным путем уменьшения уровня ИИ, поступающего в организм человека как внешним, так и внутренним путем является дезактивация поверхности РЗМ любыми способами. Однако, как показывает практика, это неэффективный и не единственный вариант получения радиационно безопасного металла из загрязненного.

Как следует из рис. 1, уменьшать уровень ИИ, который создается радионуклидами, загрязняющими металл, можно не только путем их удаления с загрязненной поверхности, но и воздействием на пути поступления радионуклидов и ИИ к людям. Поскольку конечной целью дезактивации какого-либо объекта является исключение или уменьшение уровня ИИ, исходящего от радионуклидов, загрязняющих этот объект, на организм человека, то всю совокупность действий по достижению данной цели можно объединить единым понятием «дезактивация».

Оба эти пути уменьшения уровня действующего на внутренние органы человека ИИ реализуются при плавлении РЗМ, являющегося источником этого излучения.

## **Плавление радиационно загрязненного металла как способ его дезактивации.**

Во многих промышленно развитых странах с целью дезактивации радиоактивно загрязненного металла применяется метод переплава [4]. Данный подход применяется для перевода радионуклидов из металла в шлак и в газоаэрозольную фазу, а также для уменьшения объема загрязненных металлических отходов. При этом обязательным условием является предварительная дезактивация входного сырья до безопасного уровня. Для более полной очистки загрязненного металла от радионуклидов применяются различные приемы регулирования процесса плавления. В качестве критерия радиационной безопасности слитков, полученных после плавления РЗМ, используется их удельная активность (Бк/г), которая не должна превышать установленного действующими нормативами порогового уровня [4].

Плавление РЗМ, не прошедшего этап его предварительной дезактивации, является основным элементом технологии его рециклинга, которая разрабатывается в НМетАУ. При плавлении радионуклиды, которые находились на поверхности металла, переходят в расплав и распределяются в его объеме равномерно. Таким же остается это распределение и в выплавленном слитке. В результате процесс плавления приводит к преобразованию открытого источника ИИ, каким был РЗМ, в закрытый, из которого радионуклиды не могут попасть в окружающую среду, распространяться в ней и попасть внутрь организма человека. Как это видно из рис.1, при этом исключается внутренний путь облучения человека. Что касается внешнего пути облучения, то из всех видов ИИ за пределы слитка может выходить гамма-излучение только части радионуклидов. Гамма-излучение всех остальных радионуклидов поглощается в металле полностью. Альфа-излучение и бета-излучение не выходит за пределы металлического слитка совсем и не может воздействовать на биологические объекты, поскольку полностью в нем поглощается. При плавлении часть радионуклидов переходит в шлаковую и в газоаэрозольную составляющие продуктов плавки, что также существенно уменьшает количество оставшихся в металле радионуклидов. Поскольку плавление РЗМ привело к существенному уменьшению мощности ИИ с его поверхности, то этот процесс, также как и удаление радионуклидов с поверхности РЗМ, по сути является его дезактивацией. При этом уменьшение энергии ИИ за счет его поглощения в металле, в котором оно распространяется, можно рассматривать как эффект самодезактивации.

Явление самодезактивации имеет место всегда, когда источник ИИ представляет собой совокупность радионуклидов, которые распределены в его объеме.

Уровень ИИ с поверхности слитка с течением времени только понижается за счет уменьшения количества находящихся в нем радионуклидов при их распаде. Никакие процессы обработки таких изделий не могут повысить уровень их радиационной опасности для

биологических объектов. Безопасные уровни гамма-излучения с поверхности готовой продукции достигаются при настолько низких концентрациях радиоактивных изотопов, что они никак не влияют на физические и химические свойства металлов. Таким образом, процесс плавления создает условия для получения из РЗМ металла, пригодного для использования без каких-либо ограничений. Причем они были созданы как за счет уменьшения количества радионуклидов, оставшихся в металле, так и за счет изменения структуры путей поступления ИИ и радионуклидов в организм человека.

#### **Обоснование и выбор критерия радиационной безопасности выходной металлопродукции.**

На основе рекомендаций Европейской комиссии во многих странах принят критерий радиационной безопасности, который регламентирует содержание радионуклидов, как естественных, так и техногенных, в твердых материалах, в том числе и в металле.

К неограниченному использованию допускаются металлические изделия, содержащие радионуклиды, в зависимости от их вида, с удельной активностью не более 370-1000 Бк/кг [4].

Однако надо иметь в виду, что активность радиоактивного изотопа указывает только на число его распадов в секунду, и никак не свидетельствует о степени создаваемой ею радиационной опасности для биологических объектов. Степень поражения разных биологических тканей неодинакова при одинаковой активности различных радиоактивных элементов, а также зависит от вида и энергии создаваемого ими ИИ.

Критерии радиационной безопасности людей устанавливаются на основе данных о биологическом действии радиационных факторов [5]. Как показано выше, для металла таким фактором является гамма-излучение с его поверхности. В соответствии с методическими указаниями, радиационный контроль металлопродукции проводится путем измерения мощности дозы ИИ с ее поверхности дозиметрами-радиометрами на расстоянии не более 2 см от нее. Решение о соответствии металла установленным требованиям принимается, если результат измерения не превышает значения 0,26 мкГр/час [6].

Таким образом, измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения с поверхности готовой металлопродукции, выплавленной из РЗМ, средствами объективного контроля позволяет определить степень соблюдения норм и правил о радиационной безопасности.

#### **Предложения по практическому применению технологии рециклинга радиационно загрязненного металла на основе его плавления.**

Исследования показали, что предложенный подход может быть реализован с использованием металлургической плавильной печи индукционного типа. Здесь следует отдать предпочтение этому типу печи, поскольку, исходя из принципа ее работы, плавление начинается во всем

объеме печи с поверхности всех загруженных в печь фрагментов металлолома.

Наряду с этим, расплав интенсивно перемешивается под действием переменного электрического тока. Все это способствует более глубокой очистке металла от радионуклидов. К достоинствам индукционной печи относится и ее высокая производительность за счет высокой скорости плавления.

С учетом опыта эксплуатации предприятий по переплаву радиоактивного металлолома [4], печь необходимо снабдить надежной системой газоочистки и вытяжкой. Это предотвратит выделение в окружающую среду радиоактивных аэрозолей в процессе плавления.

Сложной задачей, по многим причинам, является также определение количества радиоактивных веществ, которое может быть загружено в печь вместе с шихтой, чтобы обеспечить получение радиационно чистого металла, пригодного для использования без ограничений. Эта задача может быть решена с помощью эмпирического соотношения, полученного путем проведения натуральных экспериментов.

Для проведения исследований можно использовать дооборудованную индукционную печь емкостью 25-30 кг. Этого количества выплавленного за одну плавку металла достаточно для объективного радиационного контроля как входного сырья, так и готовой продукции, а также радиационной обстановки, складывающейся в процессе плавки. Начинать проведение экспериментов нужно с использования практически незагрязненного сырья, а потом от плавки к плавке повышать его загрязненность радионуклидами. Это позволит сделать процесс исследований практически безопасным и своевременно вносить в него необходимые коррективы. При таком подходе за короткое время можно разработать приемлемую для широкомасштабного промышленного производства методику расчета количества радиоактивности, загружаемой в печь. Также при этом предоставляется возможность для отработки всех компонентов технологии рециклинга РЗМ.

### **Выводы.**

Результаты исследований по развитию технологии рециклинга радиационно загрязненного металла, основанной на его плавлении в металлургической печи, свидетельствуют, что данный подход может быть использован для широкомасштабного промышленного рециклинга РЗМ.

Показано, что процесс плавления приводит к преобразованию источника ионизирующего излучения открытого типа, каким является металл, на поверхности которого находятся радионуклиды, в источник закрытого типа. Поверхность слитка полученного из РЗМ, является источником только гамма-излучения.

Обоснован и выбран критерий радиационной безопасности продукции, полученной из РЗМ. Таким критерием является максимальное значение мощности дозы гамма-излучения с поверхности металла при котором обеспечивается неперевышение основных дозовых лимитов, установленных НРБУ [3].

Для проверки основных теоретических положений предложено провести натурные эксперименты с применением индукционной печи небольшой емкости.

### Литература

1. В.Ф. Балакин, В.Е. Машинистов, К.С. Білан Особенности утилизации радиоактивно загрязненного металла плавлением на основе эффекта самодезактивации. Первая международная конференция «Проблемы вывода из эксплуатации объектов ядерной энергетики и восстановления окружающей среды» Inudeco'16. 25-27 апреля. 2016 г., г. Славутич.
2. Tehnology of recycting radioactively contaminated metal by the method ofmelting. V. Balakin, V. Mashinistov, J. Galkin, K. Bilan.
3. В. Ф. Балакин, В. Е. Машинистов, О. Ф. Галкин, К. С. Белан Технология утилизации радиационно загрязнённого металла методом плавления. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. М. Харків, 2016, с. 31-37.
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Украины от 01.12.97 г., №62.
5. Перспективы развития за рубежом регенерации металлов из радиоактивного матааллического скрапа методом плавления. Шульга Н.А. // Атомная техника за рубежом. – 1994, №6, с. 10-17.
6. Радиационная гигиена: учебник для вузов / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коненков. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2010.
7. Державні санітарно-екологічні норми і правила з радіаційної безпеки при проведенні операцій з металобрухтом. ДСЕНіП 6.6.1 – 0, 79 / 211.3. 9001-02.

### Информация об авторах:

**Балакин Валерий, Машинистов Виктор-** Национальная металлургическая академия Украины  
49005, пр. Гагарина, 4, г. Днепр, Украина

### *Annex for papers written in Ukrainian or Russian*

### ***THE MELTING OF RADIATION-CONTAMINATED METAL IS THE BASIS OF AN EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR ITS RECYCLING***

*Balakin Valeriy, Mashinistov Victor*

*The results of theoretical studies carried out in NMetAU, on the development of recycling technology for radiation-contaminated metal, by melting it in an induction-type metallurgical furnace, are presented in this paper.*

*The analysis of parameters of radiation-contaminated metal, which is an open source of ionizing radiation, is performed. It is shown that the radiation of radionuclides polluting the metal, reaches the human body in two ways: external and internal. Therefore, to ensure the radiation safety of the metal, it is necessary to act on the metal contaminated with radionuclides, both as a source of ionizing radiation, and on the way of radiation created by these sources to the person. Both these types of impacts are united by one concept: decontamination.*

*During the melting process, the radiation-contaminated metal from an open source of ionizing radiation is transformed into a closed one. As a consequence, the surface of the smelted metal, as well as the products from it, is the source of only gamma radiation. As a result, when the radiation-contaminated metal melts, conditions are created for obtaining a metal that is safe from radiation.*

*The criterion of radiation safety of the smelted metal is such a maximum value of the power of the effective radiation dose from its surface, at which the prescribed dose limit is not exceeded.*

*The obtained theoretical data can be introduced into practice after their experimental verification. The technology considered is characterized by high technical and economic indicators of the process of recycling of radiation-contaminated metal.*

#### *Authors' Information:*

*Balakin Valeriy, Mashinistov Victor- National Metallurgical Academy of Ukraine  
49005, Gagarin Ave., 4, Dnepr, Ukraine*

## **АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ АНОМАЛИЙ В ПОКАЗАНИЯХ ППН СКЯБ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЯ»**

Высотский Е.Д., Савельев М.В.

**Аннотация:** Представлены результаты анализа некоторых аномалий в показаниях датчиков плотности потока нейтронов системы контроля ядерной безопасности Объекта «Укрытие». Делается вывод о необходимости дополнительных исследований в этой области и предлагается вернуться к обсуждению и реализации задачи 14 ПОМ, дополнительного мониторинга и прогноза поведения ТСМ.

**Ключевые слова:** плотность потока нейтронов, Объект Укрытие, системы контроля ядерной безопасности.



## Введение.

Стратегией преобразования объекта «Укрытие» [1], Планом Осуществления Мероприятий на объекте «Укрытие» было предусмотрено создание интегрированной автоматизированной системы контроля (ИАСК). Целью создания ИАСК являлось обеспечение комплексного контроля находящихся на ОУ источников ядерной, радиационной и общетехнической опасности, а также сейсмический контроль на площадке ЧАЭС и 30 км. Зоне отчуждения. Необходимость создания ИАСК определялась фактом, что существовавшие на тот момент системы контроля ОУ не обеспечивали полноту и достаточность контроля, обладали рядом конструктивных недостатков, полностью выработали назначенный ресурс, физически и морально устарели.

ИАСК обеспечивает поддержку повышения ядерной, радиационной и общетехнической безопасности при выполнении на ОУ работ, аварийной готовности, а также безопасности окружающей среды.

Одной из составных систем ИАСК является система контроля ядерной безопасности (СКЯБ), функциями которой является мониторинг состояния скоплений ТСМ, расположенных в отдельных помещениях ОУ, путем измерения плотности потока нейтронов (ППН) и мощности экспозиционной дозы (МЭД), а также сигнализация о достижении и/или превышении установленных пределов контролируемых параметров. При проектировании СКЯБ был реализован принцип дублирования и независимость контроля скоплений ТСМ. Критические и контрольные уровни рассчитываются на основании усредненных значений за длительный период времени наблюдения по специальной формуле [2].

### Проблема аномальных сигналов ППН СКЯБ.

В ходе ввода в эксплуатацию системы СКЯБ периодически фиксировались кратковременные отклонения в показаниях датчиков ППН, которые не фиксировались другими имеющимися на ЧАЭС системами контроля, к анализу которых были привлечены сотрудники Академии Наук Украины. В данных тезисах представлены некоторые результаты такой работы.

Типичное аномальное событие в показаниях ППН, фиксируемое СКЯБ имеет следующую форму (см. рис. 1) и может фиксироваться несколькими датчиками.

Таким образом, можно рассматривать 2 версии возможного события:

1. Зафиксированное отклонение непосредственно связано с метеорологическими отказами СКЯБ.

2. Зафиксированное отклонение непосредственно связано с изменением состояния контролируемых скоплений ТСМ.

Обе эти версии будут проанализированы ниже.

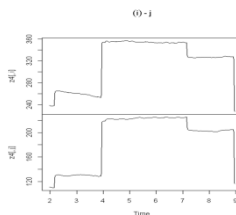


Рисунок 1 – Форма сигнала аномального события СКЯБ

## **Версия №1. Метрологический отказ ИАСК.**

### *Влияние внешних помех на измерения ППН.*

Проблема влияния внешних помех на измерения ППН общеизвестна, а для ОУ имеет крайне сложную природу в связи с отсутствием единого индивидуального контура заземления для средств измерений аппаратуры СКЯБ, который невозможно создать без значительных дозозатрат. Наличие «общих мест» для СКЯБ.

СКЯБ ИАСК спроектирована как система с независимыми каналами измерения. Каждый измерительный канал имеет собственные линии связи и питания от отдельного УСО. Однако, исходя из принципов АЛАРА, существует участок кабельных трасс, где проходят большинство коммутационных линий к датчикам ППН. Так же усилители конструктивно смонтированы в одном помещении. Т. о. существует по крайней мере 2 места, где можно говорить о теоретическом влиянии общего фактора на группу измерительных каналов.

*Отсутствие признаков события по другим средствам контроля ОУ.*

Анализ показаний «Сигнал» не выявил отклонений контролируемых параметров. Анализ показаний датчиков гамма-излучения СКЯБ не выявил роста гамма излучения.

## **Версия №2. Изменение состояния контролируемых скоплений ТСМ.**

Версия, что зафиксированное отклонение непосредственно связано с контролируемым Объектом «Укрытие» базируется на критике факторов несовершенства ИАСК.

### *Влияние внешних помех на измерения ППН.*

Критика:

- Архитектурно СКЯБ система с независимыми каналами измерений, сигнал преобразуется в усилителе и далее передается в цифровой форме.
  - Источник внешних помех однозначно не идентифицирован. Связь с работами на ОУ не всегда прослеживается.
- Наличие «общих мест» для СКЯБ.

Критика:

- Теория «общих мест» не объясняет, почему не произошло влияния на другие измерительные каналы.
- Оба «общих места» представляют собой заземленную металлическую конструкцию, что должно исключить прохождение внешней проектной электромагнитной помехи.

Отсутствие признаков события по другим средствам контроля ОУ.

Критика:

- Вклад МЭД, который должен сопровождать рост ППН, может быть незначителен на фоне общих полей.
- Совместный статистический анализ данных СКЯБ и СК ТСМ «Сигнал» показывает, что коэффициент корреляции Пирсона между ними составляет не более 0.45.

## Закключение

Влияние фильтра «скользящего среднего» на форму сигнала ППН ИАСК. Для всех измерительных каналов ППН СКЯБ установлен цифровой фильтр «скользящее среднее». С математической точки зрения данный фильтр представляет собой среднее арифметическое значений сигнала за определенный период. Таким образом каждый «новый» сигнал влияет на показания системы дважды, в момент входа в окно измерений и в момент выхода. Что при единичном всплеске может исказить реальную форму выходного сигнала. См. результаты моделирования на рис.2. Другими словами в данном случае имел место не продолжительный сигнал длительностью 6 минут, но два секундных сигнала с интервалом в 105 сек.

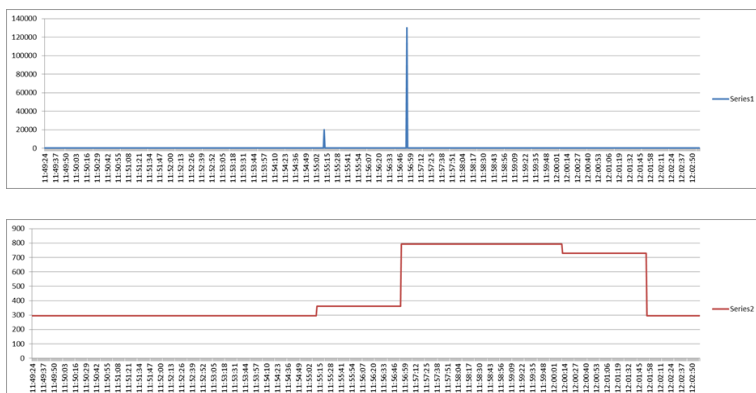


Рисунок 2 – Моделирование первичного измерения с учетом известной постобработки сигнала ППН

Следует отметить, что зафиксированный первичный сигнал, представленный на рис.2. не может быть следствием изменения нейтронной активности объекта исходя из данных по мощности и длительности его существования.

Таким образом наблюдаемое явление есть результат высокочастотной электрической помехи проходящей по измерительному тракту отдельных каналов ППН.

Эта проблема требует решения, путем внедрения нового цифрового фильтра для каналов ППН СКЯБ, способного выявить и отбраковать подобные помехи.

### Проблема идентификации нейтронных аномалий

В настоящее время система ИАСК автоматически отслеживает единственный критерий – превышение контрольных и критических уровней ППН. В тоже время идентификация опасных аномалий и принятие решений лежит на персонале эксплуатирующей организации.

Следует отметить, что система ИАСК, в отличие от СК ТСМ «Сигнал», показывает хорошую корреляцию по сигналам ППН, например, получаемым из контролируемого помещения 305/2. См. примеры на рис.3

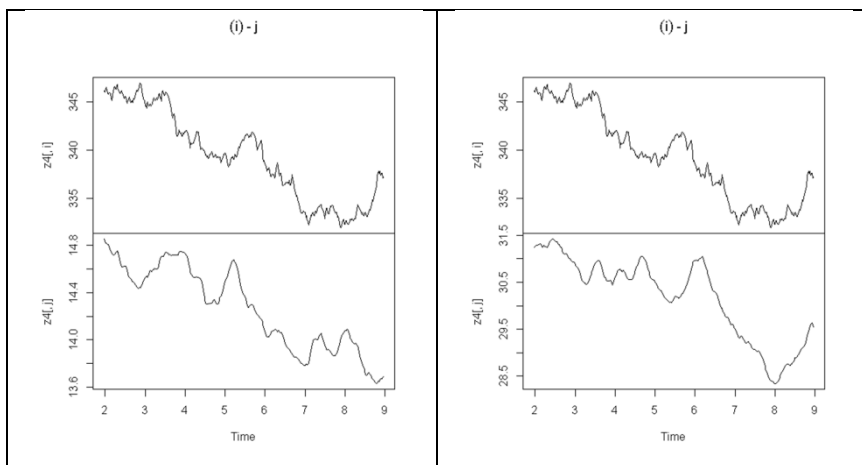


Рисунок 3 – Примеры сигналов полученных от независимых датчиков ППН, контролирующим пом. 305/2.

Построенная система СКЯБ ИАСК позволяет создать автоматизированную систему идентификации нейтронных аномалий вызванных опасным изменением уровнем подкритичности контролируемых скоплений ТСМ.

Распределенная сеть датчиков ППН, с различной геометрией наблюдений и средой раздела «источник-детектор», по мере приближения к опасным изменениям уровней подкритичности контролируемых скоплений ТСМ, будет показывать рост коэффициента корреляции. Это объясняется тем фактом, что в настоящее время на изменение нейтронной активности значительно зависит от состояния среды раздела «источник-детектор» (наличие воды). И в состояниях, которые могут быть классифицированы как требующие внимания или «опасность», влияние среды раздела «источник-детектор» будет уменьшаться.

### **Выводы**

Несмотря на то, что проект ИАСК следует признать успешным, поднятые проблемы требуют к возврату к обсуждению необходимости дополнительного мониторинга состояния ТСМ на ОУ в части:

- отбраковки высокочастотных помех по каналам измерения ППН СКЯЮ;
- оптимизации сети нейтронного контроля;
- расширения СКЯБ ИАСК за счет создания автоматизированного программно-технического комплекса идентификации нейтронных и температурных аномалий;
- задач контроля ТСМ, как это было предусмотрено задачей 14 ПОМ [3].

## Ссылки

1. Стратегия преобразования объекта «Укрытие». Согласована решением Межведомственной Комиссии по вопросам комплексного решения проблем Чернобыльской АЭС. Протокол № 2 от 12 марта 2001 г
2. Технологический регламент объекта «Укрытие реактора блока №4 Чернобыльской АЭС»
3. План Осуществления Мероприятий на объекте «Укрытие»

## Информация об авторах:

**Evgeniy Vysotsky** – Institute for Safety Problems of NPP of NASU;  
e-mail: ipb.doroshenko@gmail.com

Major Fields of Scientific Research: nuclear safety; subcriticality control

Position: head of Neutron-Physical Research Department

**Maxim Saveliev** – Institute of Mathematical Machines and Systems Problems of NASU;

e-mail: mcsim@sitex.com.ua

Major Fields of Scientific Research: Software Engineering, Automated System Life Circle Models, Requirements Evolution, System Analysis, System-of-Systems

Position: researcher of Integrated Automation System for Special Application Department

## *Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

### **ANALYSIS OF IRREGULAR NOISE IN NEUTRON FLUX MEASUREMENT IN OBJECT SHELTER**

*Evgeniy Vysotsky, Maxim Saveliev*

**Abstract:** *A result of analysis for some deviations (probably irregular single noise signals) observed in neutron flux measurement in Object Shelter by Nuclear Monitoring System was presented. A conclusion is done for making additional study of this subject. A proposal is provided to return back to the discussions to provide additional monitoring of FCM in object Shelter as it was originally foreseen by task 14 of SIP.*

**Keywords:** *neutron activity, Object Shelter, nuclear monitoring system, neutron measurements.*

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ПОГОДЫ В РАЙОНЕ ЧЕРНОБЫЛЯ

В.М. Шаталов, М.В. Савельев

**Аннотация:** Представлены результаты моделирования влияния погодных условий на производительность солнечных панелей для Чернобыльской зоны.

**Ключевые слова:** возобновляемая энергетика, солнечные панели, моделирование, Чернобыль.

## Введение

В связи с перспективными планами строительства солнечной электростанции в Чернобыльской зоне отчуждения возникла задача о влиянии местных погодных условий на оптимальную ориентацию солнечных панелей. В случае фиксированной ориентации солнечные батареи обычно ориентированы на юг под оптимальным углом наклона, значение которого часто принимается равным широте местности. Выдвигается гипотеза, что учет неравномерного распределения облачности в разные дни и в течение дня может увеличить суммарную производительность солнечных батарей.

В данной работе мы использовали данные [1] местной метеорологической станции за последние 12 лет наблюдений для оценки степени затенения солнечного света облаками в разное время суток течение всего года. Строгая зависимость степени затенения от наблюдаемых значений облачности остается пока неизвестной и может быть определена экспериментально. Однако в данной работе мы, путем численного моделирования, показываем важность учета этого фактора при оценке ресурсов солнечной энергии для данной местности и для выбора оптимальной ориентации солнечных панелей.

## Основная часть

Анализ метеоданных показывает, что среднегодовая температура в районе Чернобыля составляет 8.4 с дисперсией 10.7, абсолютные минимум -31.6 и максимум 37.8 °С. Атмосферное давление в среднем 750 с дисперсией 6.6 мм.рт.ст. Среднегодовая скорость ветра весьма мала (около 3 м/с), поэтому использование ветровой энергии неэффективно.

На рис. 1 представлены изменения средних за 12 лет значений облачности по месяцам и по часам измерения. Если сезонные изменения облачности на вполне ожидаемы, летом больше солнечных дней, чем зимой, обеденный максимум облачности не так очевиден.

Для расчета положения солнца и угла падения на солнечную панель в момент наблюдения мы использовали известный алгоритм [3]. Коды соответствующей программы на C++ имеются в открытом доступе [4]. Наклон к горизонтальной плоскости и азимут поворота солнечной панели

вокруг вертикальной оси варьировались с целью выявления оптимальной ориентации батареи. Результаты моделирования приведены на рис. 2 и 3.

Как видно на рис. 2 и 3, учет затенения приводит к существенному уменьшению мощности, что вполне ожидаемо, и, кроме того, нарушению симметрии целевой функции в области оптимизации. Последний эффект обусловлен локальными погодными условиями и поэтому может различаться в разных географических точках. Численные эксперименты показали, что результаты оптимизации весьма чувствительны к выбору зависимости затенения от облачности.

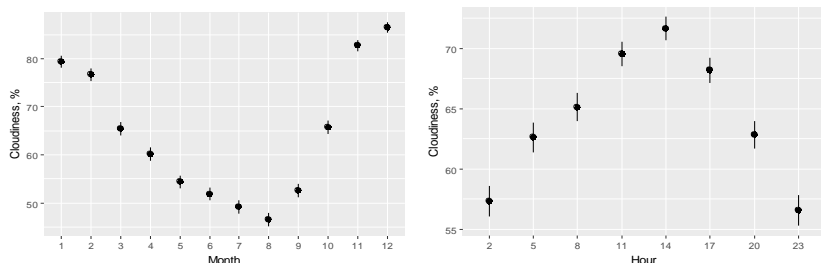


Рисунок 1. – Средние за 12 лет значения облачности и 95% доверительные интервалы, сгруппированные по месяцам года (слева) и по часам суток (справа).

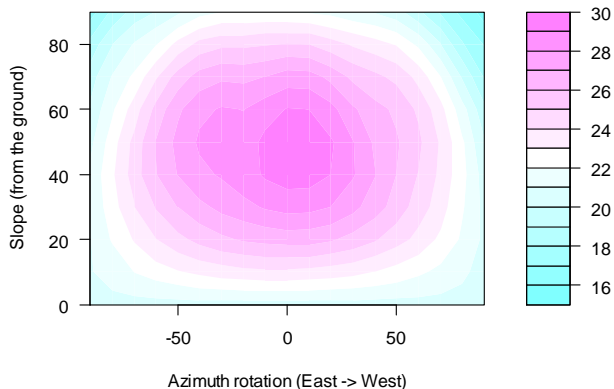


Рисунок 2. – Моделирование среднесуточной производительности солнечной панели (%) без учета затенения облаками при разных углах наклона к горизонтальной плоскости и поворота вокруг вертикальной оси в случае линейной связи между затенением и облачностью

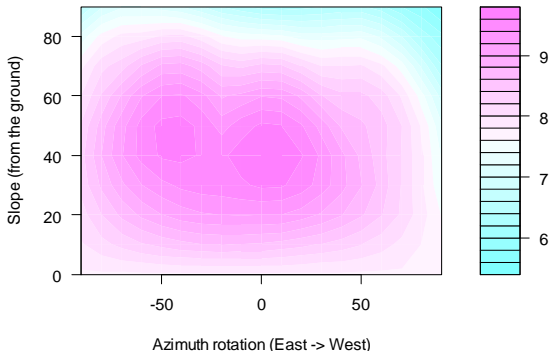


Рисунок 3. – Моделирование среднесуточная производительность солнечной панели (%) с учетом затенения облаками

### **Выводы**

Представленные результаты расчета позволяют сделать однозначный вывод, что установку солнечных панелей следует выполнять с учетом погодного фактора в конкретной местности.

Представляется целесообразным продолжить данные исследования на практике, с целью подтверждения полученных теоретических результатов.

### **Ссылки**

1. В Чернобыле хотят построить солнечные электростанции, «Сегодня», 31 Июля 2016, Available at <http://www.segodnya.ua/ukraine/v-chernobyle-hotyat-postroit-solnechnye-elektrostantsii-738345.html>
2. "Расписание Погоды" Available at <http://rp5.ua/>
3. Reda, I. Andreas, A. (2003). Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications. 55 pp.; NREL Report No.TP-560-34302, Revised January 2008. Available at <https://www.osti.gov/scitech/biblio/15003974-solar-position-algorithm-solar-radiation-applications-revised>
4. NREL's Solar Position Algorithm (SPA) <http://www.nrel.gov/midc/spa/>

### **Информация об авторах:**

**Vladimir Shatalov** – professor, DrSc, National Technical University of Ukraine Kiev Polytechnic Institute named for I. Sikorsky, Slavutich branch  
e-mail: [vladishat@gmail.com](mailto:vladishat@gmail.com)

Major Fields of Scientific Research: Data mining and knowledge extraction, Mechanisms of non-thermal electromagnetic and acoustic fields impact on human, Effects of the irradiations on physical and chemical properties of water.

**Maxim Saveliev** – Institute of Mathematical Machines and Systems Problems, Ukraine;

e-mail: [mcsim@sitex.com.ua](mailto:mcsim@sitex.com.ua)



Major Fields of Scientific Research: Software Engineering, Automated System Life Circle Models, Requirements Evolution, System Analysis, System-of-Systems

**Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

**MODELING OF SOLAR POWER ENERGY IN CHERNOBYL ZONE  
TAKING INTO ACCOUNT WEATHER CONDITIONS**

*Vladimir Shatalov, Maxim Saveliev*

**Abstract:** *A result of simulation of weather impact (clouding) to performance of solar panels was presented. Conclusion is done that solar panel's performance is depend on weather conditions for particular region.*

**Keywords:** *Solar panels, solar energy, weather dependency, Chernobyl zone.*

**«AFFORDABLE HIGH QUALITY PROSTHESES FOR UKRAINIANS»**

Kurilo D., Trapeznikov Y., Rozorinov G., Chichikalo N.

**Annotation.** Ukraine is the richest country in terms of its resources in Europe. Ukraine still has a strong scientific potential, despite the considerable absorption of young specialists by foreign firms and the extremely low payment of its scientists and specialists.

Present time is characterized by the impossibility of realizing this potential for known reasons: corruption, uncontrolled disappearance of subsidies, excess of the selling price of foreign manufacturers' factories up to 300%, lack of service etc.

The article proposes a new algorithm for solving the problem of developing individual intellectual prostheses for all people who need them.

**Known methods of prosthetics and prosthetic attachment options.**

- Strapping;
- Osseointegration
- Vacuum mount

**Analysis of possible solutions to the problem of prosthetics.**

There are two ways of solving the problem.

- 1. The original approach to designing constructive computerized prosthesis modules without analyzing known analogues and choosing a prototype with subsequent patenting. Advantages of this way of solving the problem: originality, maximum proximity to an individual living object, high science intensity, achieving ease of maintenance of the prosthesis by the owner

and as a result - economic feasibility. Disadvantages: the need for step-by-step design (technical specifications, experimental design, prototype, industrial lot, batch production). To accelerate the implementation of these steps, it is necessary to purchase appropriate equipment such as a 3D printer, a number of the newest licensed software packages for the automated design of electronic devices, the corresponding element base, materials.

– 2. Development on the basis of well-known advanced foreign solutions with the acquisition of innovative prosthetic devices at par value. This solution does not guarantee the purchase of products at par cost. Only if foreign organizations agree with this option.

### **The current problem:**

All devices and accessories are imported. Any increase in subsidies is conditioned by the withdrawal of money from the country. Wraps between the wholesale selling price of foreign manufacturers, and Ukrainian prosthetic plants and gasket companies reach up to 300%.

Significantly, single examples of prosthetics abroad, due to high costs, will not last long. (Do not forget about the need for subsequent paid service)

### **1. Objective of the project**

#### **Own engineering design and production**

Mechanical modules, controlled pneumatics and hydraulics fulfill their resources in Ukraine. Purchase and patent development of software programs for electronics. Remove all the patent financial wraps. Produce the whole line of innovative prosthetic devices at a nominal cost.

#### **Motivation of participants**

**People:** Advanced devices and financial accessibility

**The state:** Will remove social tensions in the medical supply sector, create new jobs for highly qualified specialists

**Church:** The Kyiv Patriarchate consolidates not only Ukrainian people, but also works with world confessions and large missionary funds. Since the act of Ukraine, to purchase advanced patents and to abandon profits is the format of a moral ideology.**Science:** Direct working contacts with the world's leading scientific centers, joint development of prosthetics with foreign partners can not be a profit, as they are paid for by the population of Ukraine.

However, many design solutions can have a variety of other applications (for example, controlled hydraulics is applicable in the manufacture of shock absorbers for mountain bikes, etc.)

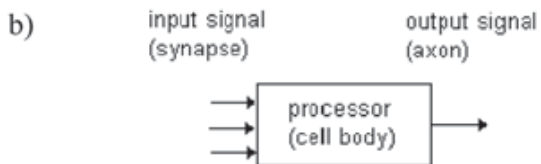
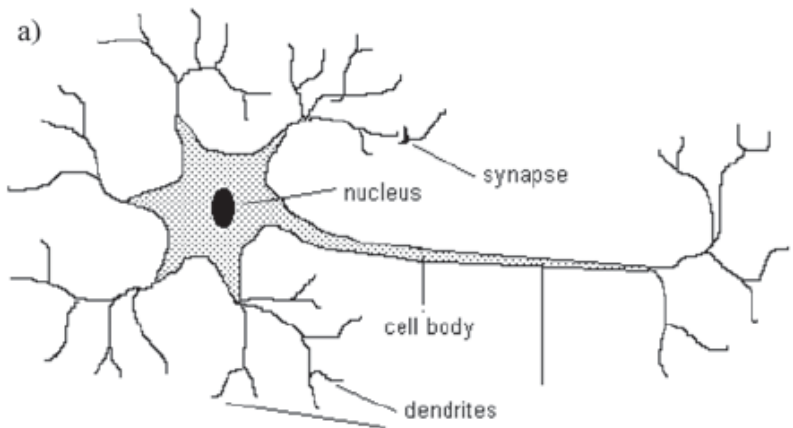
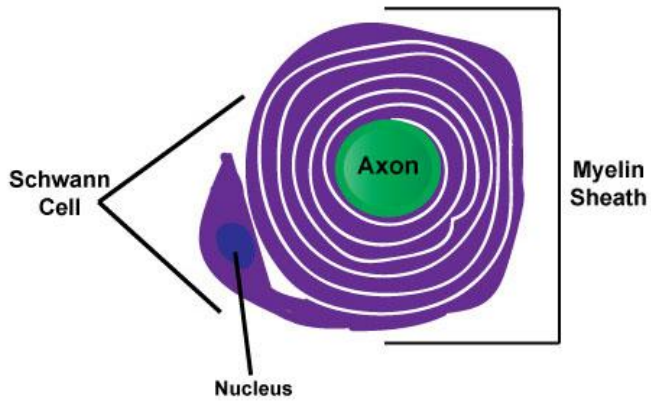
**Production:** Will receive advanced technology (industrial 3D printers, 5-axis CNC for metalworking)

#### **Business structures:**

Having technologies and machines new commercial projects aimed at export production can be opened.

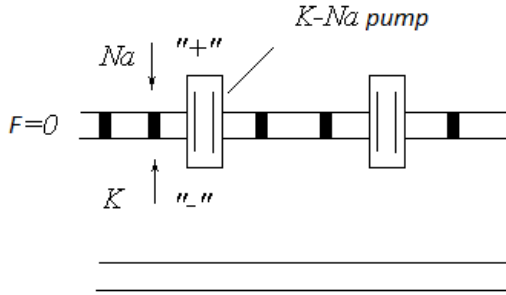
GENERAL MEDICAL INFORMATION

## 1. Nerve cell structure.



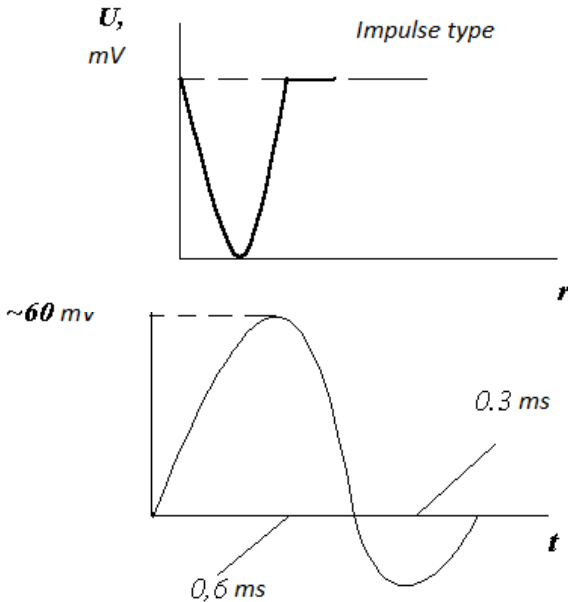
Such chains are assembled into a bundle, which in turn is a component of a large bundle - the nerve. The same information passes through each chain, i.e. Duplicated.

**2. Cell in section.**



**3. Impulse action.**

The central nervous system consists of the brain and spinal cord (CNS), the remaining nerve endings are the peripheral nervous system. When impulses are coming from the brain, for example, on the nerve end of the hand, there is a sharp pumping of sodium inside the cell. If in the normal state the potential is  $\sim 60-70$  mV, then for such a supply,  $F = 0$ , then the sodium is gradually pumped out with the help of K-Na pumps until the balance is equalized. Injection occurs within 0.6 ms, and pumping out for 0.3 msec



In the normal state, the type of pulse that emerges from the central nervous system will reach the peripheral one of the same kind, otherwise it can both fade and change its appearance.

The transfer of momentum from the brain, for example, to a muscle, is called the action potential.

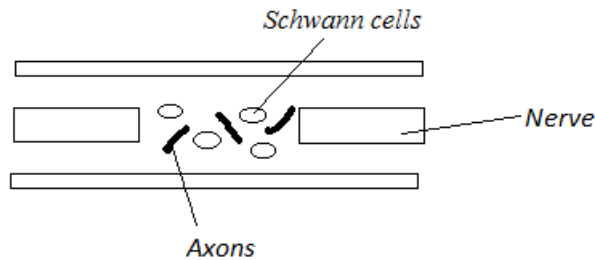
#### 4. What are fibrin films.

Fibrin is a blood clot, from which red and white corpuscles are removed, i. e. Pure protein, in which  $Fe_2O_3$  powder is added - a ferromagnet with high coercivity.

#### 5. Structure of nerve rupture.

When the nerve ruptures, Wallerian degeneration occurs on its edges, this occurs almost instantly, and the Schwann cells permeate in the gap.

Axons are located chaotically in different directions, at rupture they can even go beyond the limits of the shell. For a normal signal to pass, it is necessary that the axons are connected, as they are the conductors through which the impulse passes. To do this, it is necessary to limit the area of motion,



as a barrier. The gap is placed inside the film, it is either already magnetized, or it happens after. Torsional vibrations occur at the ends of the nerves.

For better signal passing axons must bypass the Schwann cells, otherwise they collide and do not connect with each other. This is due to the Lorentz force.

#### MEASUREMENTS

##### 1. For pulse measurement, two methods can be used.

1) Let's say the gap occurred on the hand. We put two electrodes on the arm and on the head and, giving an impulse to the hand, we measure the form of the potential and the time of passage in the region of the brain. The theoretical form of the pulse passing through the nerves is known to us (given earlier), therefore statistics of the real pulse are computed on healthy people. After measuring the patient's pulse is compared with the average healthy person, if there are substantial changes, the operation was unsuccessful.

2) Doctors know where and what area in the brain is responsible for what, therefore, an impulse is sent to the desired area, for example, the one that is in charge of the hand, and the hand is pulled back. We measure the time between feeding and pulling (according to the data  $\sim 0.1-0.6$  sec.). The impulse should be electric and equal to 60-70 V, since the final one should be 60-70 mV

(because the human body consists mainly of water, therefore, the body exerts strong quenching by approximately three orders of magnitude).

## **2. Evaluation of electrodes for percutaneous recording of bioelectric signals.**

The reliability of the results of electrophysiological studies largely depends on the quality of the electrodes, their physicochemical properties. The electrodes contact the surface of the human body and thus close the electrical circuit between the biopotential generator and the measuring device

At present, electrodes from various materials (stainless steel, nichrome, silver, gold, carbon graphite, etc.) are used for percutaneous registration of biopotentials. Despite a wide range of commercially available electrodes, electrodes made of stainless steel or chrome plated are often used to record the galvanic skin reflex. The general model of the area of contact of the electrode with the skin is usually represented as a sequence of potential-forming layers: subcutaneous tissues - skin - intermediate contact substance - electrode - current lead. Intermediate contact substance in this system may be absent.

### **Authors' Information:**

**Kurilo D., Trapeznikov Y., Rozorinov G., Chichikalo N.-** NTUU “KPI”, Kyiv

## **RECENT SAFETY ASSESSMENT FINDINGS ON MANAGEMENT OF LEGACY WASTES FROM CHORNOBYL ACCIDENT**

Norbert Molitor, Stefan Thierfeldt, Kirsten Haneke, Olaf Nitzsche, Dmitri Bugai, Andriy Sizov, Zoran Drace

**Abstract:** A safety assessment for the “radioactive waste temporary storage sites (RWTSP)” has been recently performed. The background of the RWTSP in the Chernobyl Exclusion Zone, the approach and methodology for performing the safety assessment and the findings are summarized. RWTSP are confirmed to be risk objects necessitating risk mitigation measures to protect general public, workers and environment. For the majority of RWTSP and their burials a robust institutional control within the current boundaries of the 10 km Zone over a period of about 500 years is sufficient to ensure protection of population, workers and environment from relevant impacts of RWTSP. Further, the removal of few selected burials (and top soil contamination hot spots) would be justified to improve workers and visitors safety and overall dose savings. After assumed institutional control period of 500 years the residual risks are sufficiently small, so that most restriction may be lifted.

**Keywords:** Radioactive waste, radioactive waste temporary storage sites, Chernobyl Exclusion Zone, safety assessment, accident waste management, remedial measures.

### **Introduction**

The authors performed recently a project to develop safety assessment in order to justify possible remedial actions for nine sectors with radioactive waste burials classified as temporary storage sites (RWTSP) in the Chernobyl Exclusion Zone, which have been created as part of the Chernobyl accident liquidation measures.

The project co-funded by EU-INSC-mechanism was carried out in close cooperation with the “State Administration of the Exclusion Zone Management (SAEZ)” and the “Central Radioactive Waste Management Enterprise (CMRWE)”, the latter being the responsible organization for the management of these sites. The scope of work including (among other subjects):

- develop a revised, reliable and comprehensive list and description of trenches and clamps (total around 1000) in the nine RWTSP;
- develop and apply a methodology on safety assessment for the determination of priority of remediation and selecting appropriate options to put RWTSP into the safe condition;The present article summarizes the main findings of this project and possible conclusion for the future management of the Chernobyl Exclusion Zone.

### **Background**

The Chernobyl Zone has been established in 1986 as a measure to protect people from exposure by the widespread contamination from the Chernobyl NPP accident in 1986. The predominant dose contribution from the fallout which was significant up to a distance of some 30 km in initial period resulted from the relatively short lived radionuclides Cs-137, I-131, Ru-106, Ce-144 and others. At current time the dose exposure in the 30 km zone is caused mainly by Cs-137. The Chernobyl accident fallout contains also Sr – 90 and long-lived radionuclides (Pu-238/239/240 isotopes and Am-241, i.e. transuranium isotopes - TRU) which contaminated mainly the territory within some 10 km around the NPP site.

In accordance with the contamination levels and patterns the Chernobyl Exclusion Zone is divided into an inner “10 km zone” and an outer “30 km zone” (Figure 1).

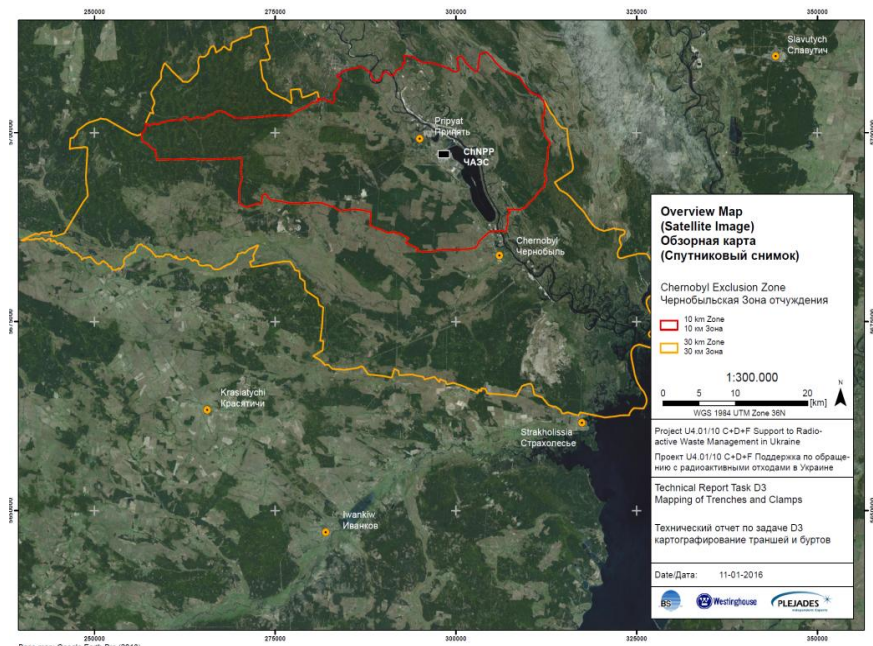


Figure 1: Delineation of “10 km zone” (shown in red) and the “30 km zone” (Photo from GOOGLE Earth, delineation outlined by the authors).

Within the Chornobyl Exclusion Zone, nine “radioactive waste temporary storage sites” (RWTSP) and three “radioactive disposal sites” (RWDS) were created to support the waste management during immediate accident response activities to liquidate accident consequences. All of these sites were closed shortly after completion of liquidation measures with one exception: the RWDS Buryakivka has continued its operation and a further extension for its operation in future is planned. Later, near the RWDS Buryakivka, the Vektor Complex has started where operational and planned facilities for processing, storage and disposal of radioactive waste has been created or anticipated (Figure 2).



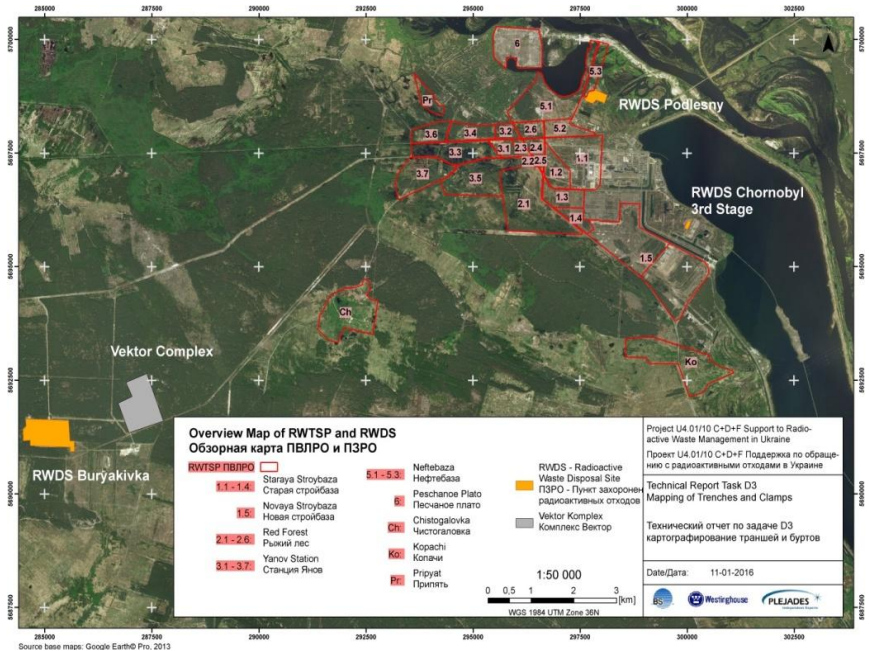


Figure2: Approximate delineation (shown in red) of the 9 RWTSP and (shown in yellow) of RWDS in the vicinity of ChNPP (Photo from GOOGLE Earth, delineation outlined by the authors).

The present article focusses on the safety assessments and the related findings for the nine RWTSPs:

- RWTSP Stara Stroybasa (Old Stroybaza),
- RWTSP Nova Stroybasa (New Stroybaza),
- RWTSP Ryzhy Les (Red Forest),
- RWTSP Stantzia Yanov (Yanov Station),
- RWTSP Neftebaza (Oil storage),
- RWTSP Peschanoe Plato (Sand Plateau),
- RWTSP Chistogalovka,
- RWTSP Kopachi,
- RWTSP Pripyat,

### **Approach and Methodology**

An adapted approach and methodology for collection of data for safety assessment and implementation of safety assessment for RWTSP was discussed and developed with the CMRWE as summarized in the figure 3. The methodology was agreed between CMRWE and State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU).

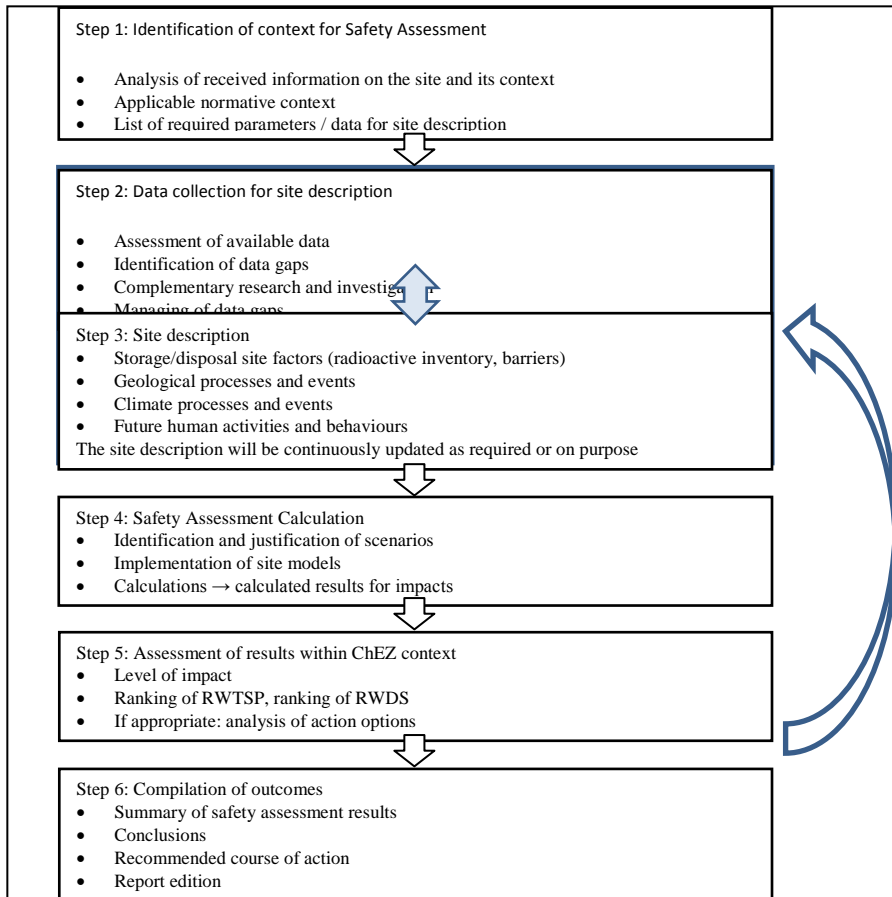


Figure 3: Methodology for collection of data for assessment and implementation of safety assessment.

Within the methodology different hypothetical reference persons were identified as shown in the following figure.

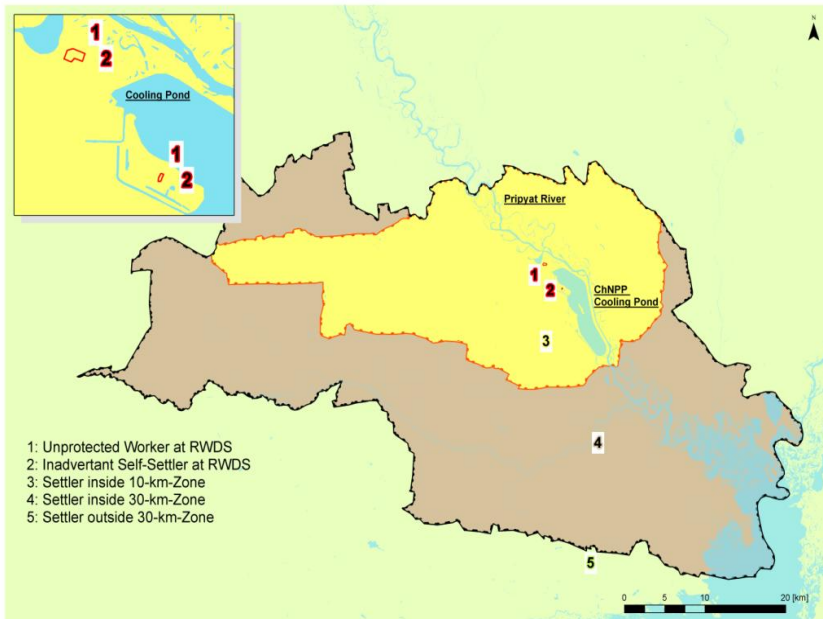


Figure 4: Assumed areas of residence of reference persons for dose calculations.

For safety assessment calculations specific radioecological models in congruence with Ukrainian and international standards and the exposure pathway models were adapted and used (as shown in simplified examples in the next figure):

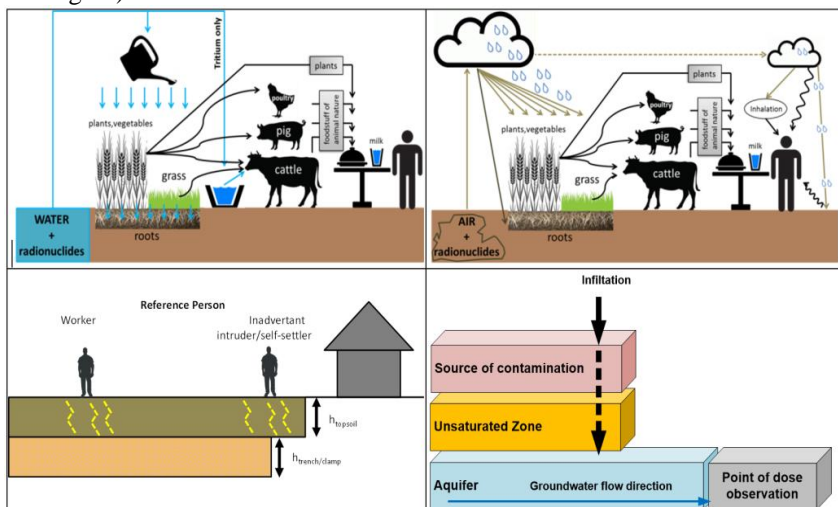


Figure 5: Examples for radioecological and exposure pathway modelling:

Top left: Simplified diagram of water usage and resulting transfers of radionuclides in the food chain;  
 Top right: Simplified diagram for a gas-aerosol release pathway and resulting transfers of radionuclides in a food chain and environment;  
 Bottom left: modelling external irradiation;  
 Bottom right: Schematic figure of the radionuclide migration via groundwater pathway.

**Findings on safety assessment of RWTSP**

A key input information for safety assessment is the appropriate description of the radioactivity inventory of RWTSP. Therefore, an investigation program is carried out by the CRMWE since many years with the objective to complement the earlier investigation findings and to fill knowledge gaps related to the RWTSP burial inventory. Another important radioactivity compartment relevant for safety assessment of ChEZ is the inventory in the contaminated topsoil. Together with CRWME all available information has been reviewed, and an updated inventory has been established with description of each investigated burial (in total 580 trenches and clamps), for each RWTSP. Additional information was obtained by aero-geophysical investigation performed in the project (e.g. airborne high-resolution  $\gamma$ -spectrometry, aerial photogrammetry). All data has been transferred into a common database which also allows for visualization of the collected spatial data to support site descriptions and safety assessment. The actualized waste volumes and total activity for the reference date 2015 is summarized in the next table.

**Table 1. Summary of waste volume and total activity of RWTSP (for the reference date 2015)**

All RWTSP	Waste volume [m <sup>3</sup> ]	Total activity [Bq]
<i>Clamps and trenches</i>	<i>1 195 000</i>	<i>3,1E+14</i>
<i>Topsoil, subsoil</i>	<i>278 000</i>	<i>4,5E+13</i>
<b>TOTAL</b>	<b>1 473 000</b>	<b>3,5E+14</b>

Based on estimated above inventory the safety assessment calculations have been performed with the models developed for different reference persons. The following figure shows the dose calculation results due to burials and to contaminated topsoil for an inadvertent settler -with a dwell time of 2000 h/year- today and in 200 years. This figure makes evident that the institutional control in the form of ChEZ established since Chernobyl accident and maintained for more than 30 years is an appropriate and efficient measure to protect general public. Mainly due to decay of the relatively short lived radionuclides of Cs-137 and Sr-90 the doses will decrease significantly over the next 200 years, so that dose level above 1 mSv/a will be still existing only for a few burials in the main contaminated sectors of RWTSP Red Forest and RWTSP Stara Stroibasa.

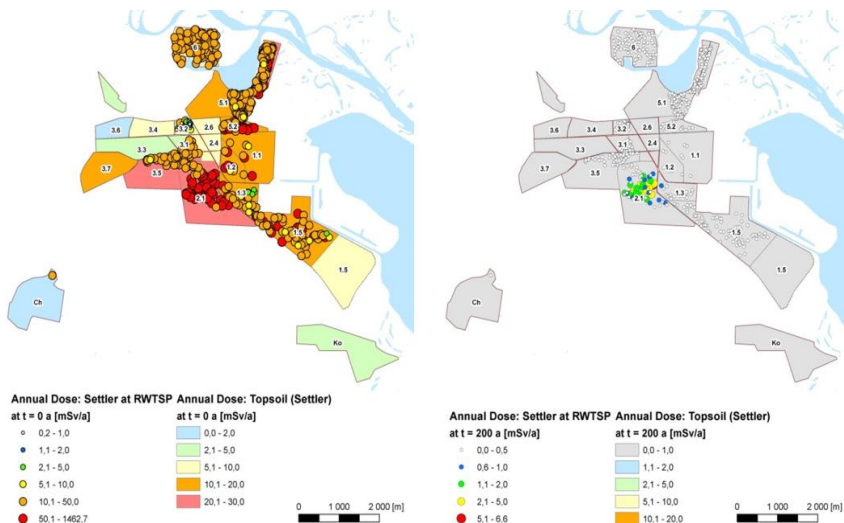


Figure 6: Calculated exposure dose for inadvertent settlers at the RWTSP from burials and top soil contamination (dwell time 2,000 h/year):  
 Left: dose today  
 Right: dose in 200 years

In 500 years from today – this is the period where it may be assumed that institutional control for adjacent Vektor Complex may terminate - the safety calculation indicates a residual low level exposure risks for an inadvertent settler above 1 mSv/year (and below 2 mSv/year) only for 2 trenches at RWTSP Red Forest. These two burials can be removed earlier than in 500 years – e.g. in order to minimize (optimize) exposure of workers in 10 km zone. This may be an indication that after 500 years the RWTSP area may be released from institutional control without or only with a minimal additional remediation effort or restrictions (e.g. groundwater use restrictions). This is a new finding, which - although obtained with conservative assumptions - should be so far interpreted carefully: it should be taken into account that safety calculations are based on parametrization of each burial inventory using average specific activity value (rather than maximum value). In addition, considerable RWTSP areas are still not yet investigated in detail. If after completion of investigation and characterization of burials the above new finding will be confirmed, it is recommended to develop an approach to release single burials and RWTSPs from institutional control. Such an approach should take into account the heterogeneity of activity inventory trenches and account for uncertainties of safety assessment analyses.

For an assumed worker “reference person” with a dwell time of 1000 h/year the evolution over time of the overall exposure dose has a similar pattern but with a lower dose level, as shown in the figure 7.

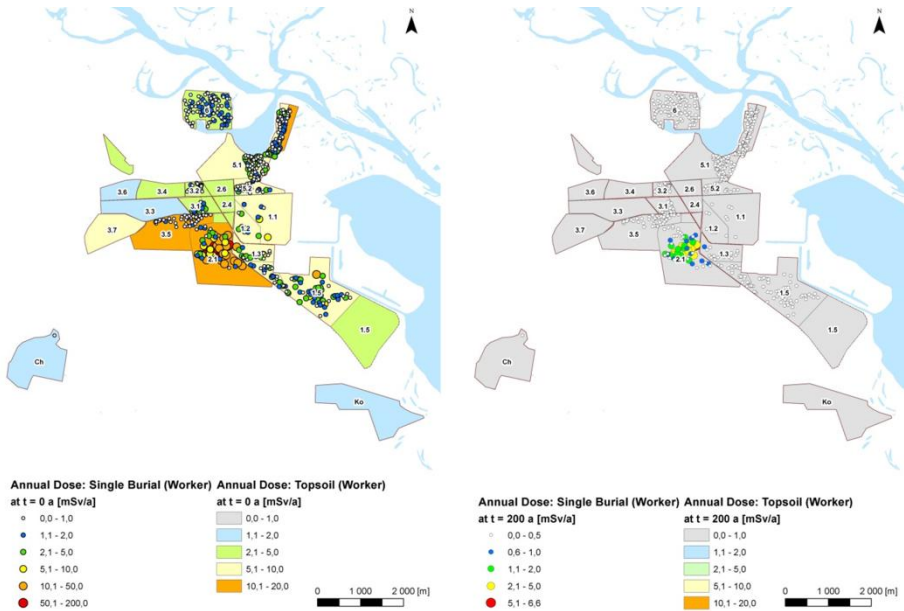


Figure 7: Calculated radiological impact for unprotected workers at RWTSP from burials and top soil contamination (dwell time 1,000 h/year):  
 Left: dose today  
 Right: dose in 200 years

A specific concern is the residual radiological impact from RWTSP after 500 years caused by groundwater contamination/ The computation of the dose uptake due to the use of groundwater for different purposes is shown in the figure 8. In this figure the impact from the two adjacent closed “Radioactive Waste Disposal Sites (RWDS)” is also included. It can be seen that the impact is dominated by RWDS at which significantly larger activity inventory has been disposed (e.g. RWDS Podlesny located in the north of the sectors contains significant amounts of HLW-TRU).

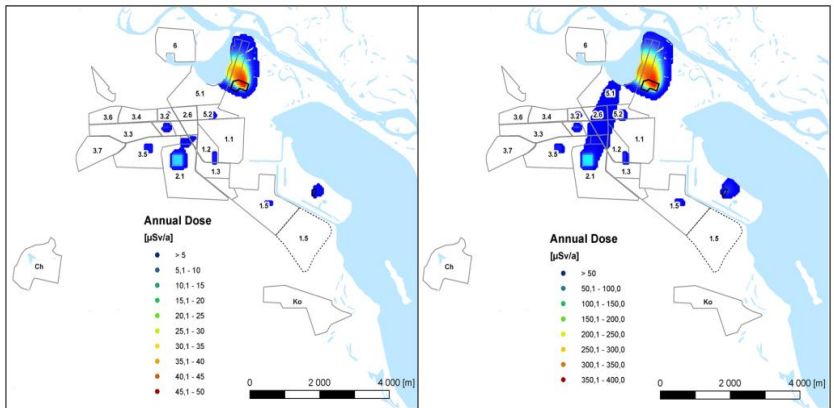


Figure 8: Dose from use of groundwater impacted by RWTSP and RWDS in 500 years  
 Left: use of groundwater as drinking water  
 Right: use of groundwater for irrigation

### Ranking of burials

The safety assessments have been performed for the entire RWTSPs. In addition, a calculation tool to assess individual burials and rank burials has been developed.

This tool allows evaluating the radiological risk of each burial for different reference persons in order to evaluate the need and priority of remediation (e.g., waste retrieval). For example, the burials can be ranked according to the calculated dose for unprotected workers: Out of the 580 burials characterized 297 burials have potential to cause exposure doses  $> 1$  mSv/year and 30 burials - - doses  $> 20$  mSv/year. These 30 burials with a volume of about 58 000 m<sup>3</sup> comprise an activity inventory of about 1,1 E14 Bq out of a total volume of about 1195 000 m<sup>3</sup> and an inventory activity of 3,1 E14 Bq, meaning: about 1/20 of the volume contains more than 1/3 of the activity. The following table illustrates in more detail the distribution of activity, volumes and potential doses to workers over the different RWTSP.

**Table 2. Grouping and ranking of burials in different RWTSPs (for characterized burials, activity as of 2016)**

Sector	Worker $\geq 20$ mSv/a			Worker $\geq 10$ mSv/a			Worker $\geq 5$ mSv/a			Workers $1 \geq$ mSv/a		
	Volume [m <sup>3</sup> ]	Activity [Bq]	No. of burials	Volume [m <sup>3</sup> ]	Activity [Bq]	No. of burials	Volume [m <sup>3</sup> ]	Activity [Bq]	No. of burials	Volume [m <sup>3</sup> ]	Activity [Bq]	No. of burials
1.1	0	0	0	0	0	0	2292	1,9E+12	2	13428	4,3E+12	6
1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6351,8	2,1E+12	7
1.3	7705,5	3,2E+13	1	7705,5	3,2E+13	1	7846,5	3,3E+13	2	11150	3,4E+13	9
1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2632,5	4E+11	5
1.5	0	0	0	993	1,4E+12	1	2352	2,2E+12	3	23670	7,7E+12	52
2.1	49395	7,7E+13	27	56734	8,6E+13	32	78660	1,1E+14	40	131635	1,4E+14	55
3.1	0	0	0	0	0	0	666,85	1,2E+11	2	3702,3	3,5E+11	17
3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2476,4	4,8E+11	3
5.1	0	0	0	660,88	1,4E+11	4	13381	1,5E+12	27	30436	3E+12	62
5.2	0	0	0	415,8	1,3E+11	1	608,2	1,8E+11	2	17280	7,6E+12	15
5.3	886,65	6,7E+11	2	886,65	6,7E+11	2	886,65	6,7E+11	2	12542	5E+12	30
6.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21804	3E+12	36
Total	57987	1,1E+14	30	67396	1,2E+14	41	106694	1,5E+14	80	277106	2,1E+14	297

## **Conclusions**

Following conclusions can be drawn

- The RWTSP are confirmed as risk objects which require risk mitigation measures to protect general public, workers and environment.
- For the majority of burials a robust institutional control within the current boundaries of the current 10 km Zone over a period of about 500 years is sufficient to ensure protection of population, workers and environment from relevant impacts of RWTSP. After assumed institutional control period of 500 years the residual risks are sufficiently small, so that most restriction may be lifted: e.g. non-nuclear industrial use of sites by unprotected workers would not represent unacceptable risks. Some residual groundwater contamination will however persist due to long lived TRU which - although calculated to be below unacceptable dose risk - may lead to consider restriction for its extensive use (drinking, irrigation, watering).
- The removal of few selected burials (and top soil contamination hot spots) would be justified to improve workers and visitors safety and overall dose savings.
- Some burials may still represent a residual risk for intensive site use after assumed institutional control period of 500 y. These residual risks can be eliminated by removal. As long as there is no high frequency movement of staff or visitors on locations of these burials, there is no need of early removal, such that by deferring removal, benefit (i.e., lesser dose to remediation workers) can be taken from continuing decay of activity inventory.



- In summary, from perspective of safety for workers and population there is no need to remove all burials and all top soil contamination hot spots in all RWTSP (totaling to a volume of about 1,5 million m<sup>3</sup>); it would be sufficient to limit removal to some relevant burials (with up to some 100 000 m<sup>3</sup> of total volume).
- There is a need and added value to continue investigation to reduce the uncertainties associated with the not yet fully characterized burials.
- On the other side, the safety assessment clearly indicates importance of issues related to the contaminated territory in the Exclusion Zone, which is currently not in the focus of the activities of CMRWE or another respective organisation. Here hot spots may represent similar risk levels comparable to those of higher activity inventory burials. Systematic investigation is recommended to undertake specific safety assessment and ranking of hot spots.
- The findings of this project should be also considered in the context of rearranging zoning and restrictions of the current Chernobyl Exclusion Zone.

### **Bibliography**

The present publication is based on a series of unpublished internal project reports.

### **Authors' Information:**

In alphabetical order:

**Dr Dmitri Bugai** – Institute of Geological Sciences, Ukraine; e-mail [Dmitri.bugay@gmail.com](mailto:Dmitri.bugay@gmail.com)

**Dr. Norbert Molitor, Zoran Drace** – Plejades GmbH – Independent Experts, Germany;

e-mail: [norbertmolitor@pleja.de](mailto:norbertmolitor@pleja.de), [z.drace@pleja.de](mailto:z.drace@pleja.de)

**Dr. Stefan Thierfeldt, Dr. Olaf Nitzsche, Kirsten Haneke** – Brenk Systemplanung GmbH, Germany; e-mail [s.thierfeldt@brenk.com](mailto:s.thierfeldt@brenk.com), [o.nitzsche@brenk.com](mailto:o.nitzsche@brenk.com), [k.haneke@brenk.com](mailto:k.haneke@brenk.com)

**Dr. Andriy Sizov** – Institute of Safety Problems of NPPs, Ukraine; e-mail: [a.sizov@pleja.de](mailto:a.sizov@pleja.de)

# СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ РЕСУРСАМИ АВТОНОМНОГО МАЙДАНЧИКА.

Авраменко Денис

Науковий керівник: Савельєв М.В.

**Анотація.** Розглядається функціонування і обґрунтовуються переваги автономного майданчика в місті Славутич, що являє частиною інфраструктури розумного міста .

**Ключові слова:** Smart (розумний) , ресурси, управління, автономний майданчик, Smart-технології.

Створення розумного міста передбачає комплексні соціальні та технологічні трансформації, що уможливаються шляхом розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, розроблення нових стандартів енергоефективності та появи нової якості відносин між громадою та місцевою владою.

Автономний майданчик це сучасна формула трансформації міста, де збалансовано інтереси громадян, міської влади. Перехід до нового, орієнтованого на людину типу управління містом.

Становлення Smart-суспільства можна назвати глобальною тенденцією (Smart- в сенсі розумний). Smart – це здатність об'єкта, що характеризує інтеграцію у ньому двох чи більше елементів, які раніше не могли бути поєднані, за допомогою Інтернет. Наприклад, Smart-TV, Smart-Home, SmartPhone. Smart-технології приведуть до розширення трудової мобільності в освіті, державній службі, інших сферах зайнятості [1].

Впровадження Smart-технологій уможливило підвищення ефективності використання ресурсів.

Розумне місто - це розумне управління, розумне проживання, розумні люди, розумне середовище, розумна економіка, розумна мобільність. Перелік областей, які вимагають впровадження smart- технологій, охоплює практично всі без винятку сфери міського господарства та міської інфраструктури: аналітика, банкінг, будівлі, комерція, електронний уряд, комунікації, освіта, енергетика, надзвичайні ситуації, громадське харчування, охорона здоров'я, виробництво і сфера послуг, транспорт, роздрібна торгівля, громадська безпека, екологія та моніторинг навколишнього середовища, вода - та газопостачання й багато іншого.

В архітектурі «розумного міста» можна виділити кілька рівнів і принципів, пов'язаних з ефективним управлінням, оптимальним використанням ресурсів, інформаційною підтримкою і комплексним використанням інформаційних ресурсів, аналізом і моніторингом середовища та програм розвитку, візуалізацією даних і проєктів, прогнозуванням та ін. [2].

Система для покращення якості надання доступу керування ресурсами. Розроблено своєрідну архітектуру програмно-технічного комплексу для майданчика. Програмний-технічний комплекс повинен забезпечувати керування відновлювальними ресурсами, та збирати статистику про використання цих ресурсів . Створений Web-додаток призначений для організації подій і керування майданчиком . Основна ціль створення забезпечення ,безпечний доступ к ресурсам майданчика . При розробці програмного забезпечення системи використовуються такі мови програмування : HTML, CSS, PHP, MySQL, C++.

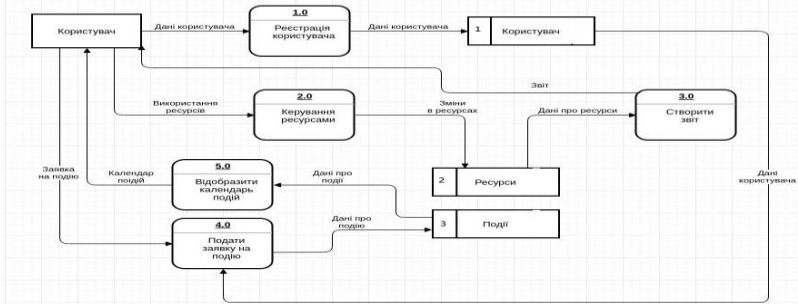


Рисунок 1-Діаграма потоків даних

Системний підхід – готовність не лише автоматизувати окремі процеси в місті, а й здійснювати інституційні зміни та зміни в управлінні містом як системою.

Технології на службі громадян – цілеспрямоване впровадження нових сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для якісного поліпшення життя, управління містом.

### Список посилань

1. Тихомирова Н.В. Глобальная стратегия развития smart-общества. МЭСИ на пути к Smart-университету. – Режим доступа: <http://smartmesi.blogspot.com/2012/03/smart-smart.html>.
2. Smart City: використання інформаційно-комунікативних технологій у місцевому самоврядуванні. // Аспекти публічного управління. – 2014. – №11. – С. 77–85.

### Інформація про автора:

**Авраменко Денис**- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» вул. Політехнічна, 6, м. Київ, 03056, Україна  
dehis709@bigmir.net

## *Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

*Abstract. Functioning and the advantages of the autonomous public space in Slavutich, which is part of the smart city infrastructure are shown by this sheet.*

*Keywords: Smart, resources, management, autonomous public space , Smart-technologies.*

## **ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ МЕНЮ В СИСТЕМАХ С АДАПТИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ**

Артамонов Е.Б.

Данная статья посвящена проблематике создания динамических элементов в адаптирующихся системах. Для раскрытия поставленного вопроса были проанализированы подходы к формированию адаптивного интеллектуального интерфейса, построены модели составляющих компонентов адаптирующихся систем и рассмотрены проблемы, которые возникают при формировании динамических меню в системах с адаптивным интерфейсом. Наиболее часто за рубежом такие интерфейсы широко применяют для создания поисковых, рекомендующих и обучающих систем. Отечественные исследования проводятся, в основном, в учебных заведениях для создания специализированных систем. Основная проблема, с которой столкнулся автор при написании данной статьи, – это отсутствие описания логики принятых решений при построении адаптирующихся интерфейсов в современных системах ведущих мировых разработчиков. Практически все исследования в большей мере опираются на опыт авторов и экспертную оценку, что нередко приводит к ошибочным выводам. Построенные модели предполагают многоуровневую вложенность и древовидную структуру.

В современных компьютеризированных системах пользователи должны за короткое время обрабатывать значительные объёмы информации. При этом информационный поток с каждым годом только увеличивается, что требует усложнения программных интерфейсов, а это уменьшает эффективность работы пользователей и систем в целом. Компьютерные приложения становятся все более сложными и характеризуются большим количеством передаваемой информации, сложными структурами задач, выполняемых в реальном времени, и совместными действиями автономных агентов.

Одним из эффективных способов снижения уровня напряжения пользователя при работе с информацией в автоматизированной системе является построение персонализированного рабочего интерфейса, учитывающего особенности его восприятия. Но современные интерфейсы

в последнее время не всегда не всегда предоставляют эффективные решения, что требует внедрения более гибких механизмов персонализации [1, 2].

Адаптация рабочего интерфейса с учётом когнитивных особенностей пользователя позволяет создать индивидуальный интерфейс, ориентированный на модификацию параметров информационных потоков от системы к пользователю для максимального согласования с когнитивным профилем. Для реализации механизма адаптации предлагается создание комплекса программных средств, включающего конструктор интерфейса, подсистему диагностирования когнитивных и психофизиологических характеристик пользователя и базу данных, предназначенную для хранения настроек интерфейса и когнитивного портрета для отдельных пользователей, а также информации о рабочем процессе, важную для построения персонализированного интерфейса.

Отдельно следует выделить интерфейсы веб-систем, мобильных приложений и систем с невизуальным интерфейсом [3]. Разработка интерфейсов этих систем чаще отталкивается от принципа наименьших трудозатрат разработчика и адаптируемости под технические требования оборудования, чем под удобство пользователей и их пожелания.

На фоне этих фактов экспоненциально растёт численность неподготовленных пользователей, которые в силу непонимания интерфейса не могут использовать системы на полную мощность и вычислительный процесс зачастую малоэффективен. При этом следует отметить, что работа неподготовленного пользователя в неадаптируемой системе приводит к ряду нарушений функционального состояния психического и физического здоровья пользователя, в том числе – к зависимости человека от компьютерных игр, бесцельным «блужданиям» по Internet, изменений в поведении (страх, угнетенность), неструктурированности информации в памяти [5].

На данный момент опубликовано огромное количество статей с результатами исследований, которые раскрывают проблемы адаптации информационной системы к пользователю. Одним из методов решения данной задачи является встраивание в интерфейс модели пользователя, причем, чем выше адаптация системы к пользователю, тем возрастает стоимость и сложность самой модели.

За рубежом такие интерфейсы широко применяют для создания поисковых, рекомендуемых и обучающих систем. Отечественные исследования проводятся, в основном, в учебных заведениях для создания специализированных систем. Особенностью таких систем является существенные затраты времени пользователя на выполнение многочисленных тестовых заданий при создании модели студента с целью повышения успеваемости студентов и усвоения лекционного материала. Кроме того, отсутствие постоянной подстройки функциональных возможностей системы в зависимости от изменения индивидуальных особенностей пользователя приводит к тому, что система не используется

на полную мощность и вычислительный процесс зачастую малоэффективен.

Одной из задач, которую постоянно решают все разработчики адаптируемых интерфейсов, – это реализация динамических меню, которые должны отображать не только новые адаптированные элементы интерфейса, но и специфику использования системы.

Целью статьи является отражение подхода к построению динамических меню в адаптирующихся компьютерных системах специального и общего назначения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработать и исследовать основные принципы формирования динамических меню в системах с адаптивными интерфейсами;
- 2) разработать и исследовать модель работы таких меню.

### **Особенности различных подходов к построению адаптивного интеллектуального интерфейса**

Практически все подходы к созданию адаптирующихся интерфейсов имеют несколько направлений:

1) адаптация пользователя к системе, в который входит обучение, формирование алгоритмов работы, наработка готовых решений;

2) адаптация системы к пользователю, к которым относятся как общие направления (многомодальные и многоагентные технологии), так и частные решения отдельных задач адаптации (формирование многосценарных решений, визуальная настройка интерфейса, расширение функциональных возможностей, и др.).

При этом все адаптирующиеся системы отталкиваются от контекста их использования (по временному, пространственному и функциональному критериям). Контекст – это не только местонахождение, он может включать в себя такую информацию, как уровень окружающего шума или освещения, состояние интернет-соединения и его скорость, даже социальные обстоятельства пользователя. Более того, системы должны предвидеть пользовательские задачи или намерения — они могут быть угаданы на основе его предыдущих действий или данных сенсоров.

Но не менее важная роль уделяется оценке ситуации и принятию решения на основе этой оценки. Данный подход требует накопления статистической базы поведения как пользователей этой системы вообще, так и непосредственного данного пользователя. В зависимости от поставленной задачи варьируется число параметров, которые учитываются при принятии решения.

Например, мобильному приложению, которое сопровождает пользователя в магазине, необходимо знать

- текущее окружающее пространство (например, какие продукты рядом);
- временные рамки (например, сколько времени отведено на покупки);
- общие интересы пользователя и его предпочтения (например, красное или белое вино он предпочитает с тунцом);

– данные о самой задаче (например, какие продукты в списке и для каких блюд они);

– даже данные о физическом и эмоциональном состоянии пользователя (например, нравится ему процесс или нет).

### **Подход к моделированию динамических меню в адаптирующихся системах**

В общем виде процесс адаптации интерфейса сводится к выполнению операций модификации исходного интерфейса, которое содержит конечное множество представлений и операций, которые необходимо выполнить, чтобы прийти к требуемому представлению:

$$V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\},$$

в качестве представлений ( $V_i, i = 1, 2, \dots, m$ ) выступают взаимное расположение элементов интерфейса, понятия, реакции интерфейса, алгоритмы и методы синтеза новых алгоритмов.

Таким образом каждый из интерфейсов можно представить множеством параметров, которые в общем виде представляются следующим образом:

$$V_1 = \{v_{11}, v_{12}, \dots, v_{1n}\},$$

$$V_2 = \{v_{21}, v_{22}, \dots, v_{2n}\},$$

...

$$V_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}\},$$

...

$$V_m = \{v_{m1}, v_{m2}, \dots, v_{mn}\},$$

$v_{ij}$  – перечень параметров, описывающих интерфейс системы ( $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ ). Данный перечень может нести как однородную, так и неоднородную структуру.

Одним из  $v_{ij}$  является модель описания динамического меню. Данная модель может включать в себя многоуровневое дерево параметров.

Но для модификации интерфейса и приведения его к одному из видов необходимо определить момент формирования нового вида интерфейса и правила его приведения. Последних два момента невозможны без оценки в рамках адаптирующейся системы моделей пользователя и процессов по изменению интерфейса (данные процессы могут быть как в автоматическом, так и мануальном режиме).

Так модель пользователя может быть представлена в общем виде следующим образом:

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\},$$

в качестве параметров  $U_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) могут выступать субъективные и объективные, постоянные и временные, ситуационные и общие характеристики пользователя.

Тогда для представления процессов модификации интерфейса воспользуемся следующей формулой:

$$PA = PA_k(v_{ij}),$$

что предполагает отдельный процесс адаптации для каждого интерфейса множества

V.

Предполагается, что пользователи в интерфейсе могут менять меню, добавлять макрокоманды, назначать действия кнопкам панелей инструментов и перестраивать элементы на экране монитора. Система создает модель пользователя, на основании которой и выстраивается в последствии процесс адаптации. Тогда процесс формирования адаптированного интерфейса может быть представлен как декартово произведение множеств  $V$ ,  $U$  и  $PA$ :

$$FAI = V \times U \times PA,$$

результатом данного произведения может выступать конечный набор правил по модификации каждого элемента интерфейса для каждого пользователя системы.

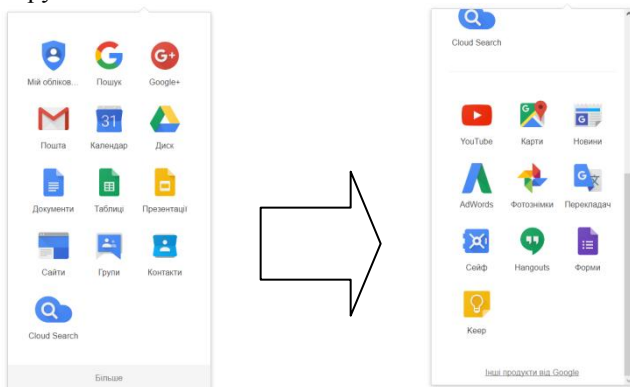
Однако системы с адаптивным интерфейсами могут вызвать у пользователя чувство потери контроля, возможны некоторые неточности в предсказании желаний и поведения пользователя, что может вызвать эффект «враждебности» со стороны пользователя.

### **Примеры отсутствия гибкости и потери контроля в современных меню**

Современные ключевые разработчики программного обеспечения используют в своих системах динамические меню и персонализированный подход, но иногда принимаемые решения вызывают удивление и усложнение в работе пользователей.

Для примера, в персональном кабинете системы Google доступ к некоторым инструментам требует осуществить более трёх шагов. Так для запуска инструмента Google Scholar необходимо дважды раскрывать упрощённое меню, после чего переходить в самый конец окна (рис.). При этом отсутствует возможность стандартными средствами разместить ярлык вызова приложения в быструю панель.

Следующий пример показывает потерю контроля пользователя при модификации меню в системе MS Word 2016 (рис. 2), что обуславливается добавлением информационного потока и неинтуитивным изменением панели инструментов.





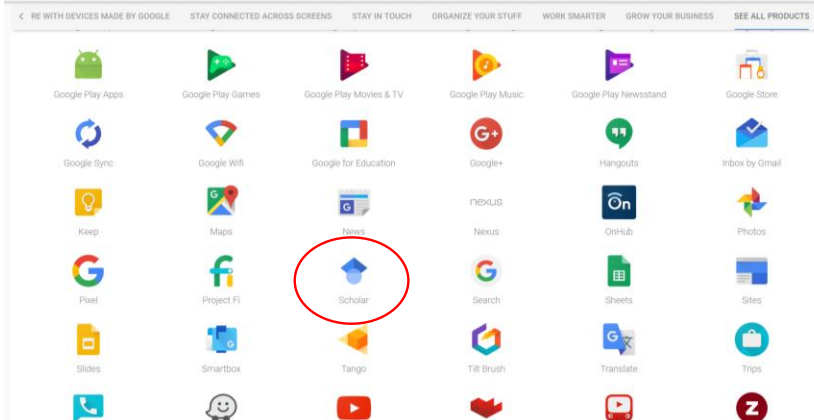


Рис. 1. Поиск расположения ярлыка приложения Google Scholar

Так при выделении объекта, кроме стандартных обозначений, пользователю представляется 2-3 (в зависимости от режима использования системы) дополнительных параметра настройки, а в меню добавляется пункт, который никак не выделяется из остального перечня пунктов меню. При переобучении пользователей, которые привыкли к другим интерфейсам, процесс адаптации к динамическим меню является одним из самых длительных.

Подобные примеры требуют детального исследования основных тенденций в реализации программного обеспечения основными разработчиками на рынке ПО. Однако они могут быть тщетными в связи с созданием целого поколения неадаптирующихся интерфейсов или адаптирующихся под конкретные цели разработчиков, а не пользователей (одним из ярких примеров является формирование облака тегов на продаваемую продукцию в зависимости от истории поисковых запросов).

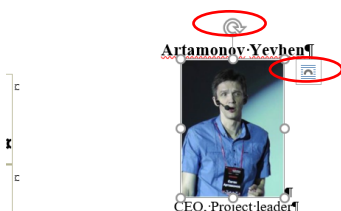
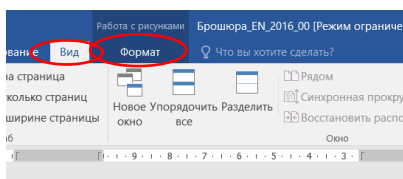


Рис. 2. Избыточный информационный поток и неинтуитивные модификации меню при работе с объектами в MS Word 2016

## **Выводы**

Задача построения динамического меню в пределах адаптирующихся систем требует не только предварительного анализа действий пользователей, но подхода к данным решениям на основе анализа моделей интерфейса в совокупности с моделями пользователей и процессов модификации элементов интерфейса.

Гибкость настроек интерфейса определяется уровнем квалификации пользователя, но в современной тенденции развития подходов к динамическим меню в адаптирующихся системах наблюдается склонность разработчиков к закрытию инструментов модификации интерфейса под свои нужды.

При этом поведение большинства систем в целом является достаточно пассивным и статичным, т.е. исключает возможность ее постоянного активного участия в процессии адаптации к пользователю.

Инструментарий разработки и модификации меню является наиболее острым вопросом при использовании обучающих курсов или справочных систем с элементами адаптации материалов под пользователей

## **Список литературы**

1. Evidence-Based Educational Methods / Daniel J.M., Richard W.M., Roger D.R. and others; Edited by Daniel J.M. and Richard W.M. – Elsevier Science & Technology Books, 2004. – 408 P.
2. Cristea A. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems / Cristea Alexandra, Aroyo Lora // Second International Conference, May 29–31, 2002, Málaga, Spain. – p. 122-132.
3. Артамонов Є.Б., Кременецкий Г.М., Длужевський А.О., Панфьоров О.В. Підходи до реалізації апаратно-програмного навчального комплексу шрифту Брайля // Вісник Національного технічного університету «ХПІ».
4. Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Х.: НТУ «ХПІ» – 2015р. - №49(1158). – С. 85-88.
5. Sato S., Sasaki Y. Automatic Collection of Related Terms from the Web // The Companion Volume to the Proceedings of 41st Annual Meeting of the ACL, Sapporo, Japan, 2003. – P. 121–124.
6. Artamonov E.B. Concept of creating a software environment for automated text manipulation. // Artamonov E.B., Zholdakov O.O. – Scientific journal “Proceedings of the National Aviation University”. – К.: NAU. – 2010. – Вип. 3 (44). – P. 111 – 115

## **Інформація об авторі:**

**Артамонов Е.Б.**- докторант Національного авіаційного університета,  
м. Київ, eart@ukr.net

## **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*This article is devoted to the problem of creating dynamic elements in adaptive systems. Author analyzed approaches to the formation of the adaptive intelligent interface for solving the problem, the models of the components of the adapting systems were constructed and the problems that arise in the formation of dynamic menus in systems with an adaptive interface were considered. Most often abroad such interfaces are widely used to create search, recommendatory and training systems. Domestic research is carried out, mainly, in educational institutions for the creation of specialized systems. The main problem that the author encountered during the writing of this article is the lack of a description of the logic of the decisions made when constructing adapters in modern systems of the world's leading developers. Virtually all research relies more on the experience of authors and peer review, which often leads to erroneous conclusions. The constructed models assume a multilevel nesting and tree structure.*

## **КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ В РОЗПОДІЛЕНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

Іван Бурмака

**Анотація:** Розглянуті системи виявлення вторгнень, наведена їх класифікація. Проведене порівняння систем виявлення зловживань та систем виявлення вторгнень на предмет можливості виявлення та припинення різних типів атак.

**Ключові слова:** Система виявлення вторгнень, аномальна поведінка мережі, методи виявлення атак.

### **Вступ**

У зв'язку із швидким розвитком мережевих технологій постійно змінюються як канали витоку, так і способи зі забезпечення інформаційної безпеки підприємства.

Враховуючи значні інформаційні потреби, пов'язані із експлуатацією комп'ютерних мереж ДСП "Чорнобильська АЕС", інформаційного забезпечення введення в експлуатацію нового конфайнменту, тощо постає

задача вибору якісних інструментальних засобів забезпечення інформаційної безпеки.

Засобів які могли б стовідсотково вирішити цю проблему немає, проте є кілька важливих моментів при побудові системи захисту мережі підприємства, на які треба звернути увагу.

Однією з найбільш відомих, є концепція глибокого захисту мережі. Її ідея полягає в багаторівневості захисту, що дозволяє зменшити збитки пов'язані з можливими порушеннями безпеки мережі. При цьому одним з найголовніших компонентів для захисту є системи виявлення вторгнень (атак).

### **Класифікація СВВ**

Системою виявлення вторгнень (СВВ) називають систему, що збирає інформацію про комп'ютерну систему або обчислювальну мережу, що захищається, а також аналізує отримані дані для виявлення порушень її безпеки.

СВВ можна класифікувати виходячи з етапів здійснення атаки (рис.1). Існує також підхід до класифікації СВВ виходячи з того, яка саме частина мережі знаходиться під атакою [1]:

- Host-based (атака здійснюється на певний вузол мережі);
  - Network-based (атака здійснюється на усю мережу, або на її сегмент).
- За архітектурою СВВ можна поділити на
- централізовані системи – усі обчислення здійснюються на одній робочій станції;
  - розподілені системи – сенсори, обчислювальний центр а також консолі адміністратора – різні елементи системи, та можуть знаходитись на різних робочих станціях;
  - За врахуванням попередніх подій:
    - системи без збереження стану – кожна подія розглядається незалежно одна від одної;
    - системи із збереженням стану – при прийнятті рішень враховується інформація про попередні події;
- За реакцією на вторгнення:
- пасивні системи – під час вторгнення подається сигнал тривоги та робиться запис у журнал;
  - активні системи – під час атаки здійснюються відповідні міри захисту.



Рис. 1 Класифікація СВВ за етапом здійснення атаки

За методами виявлення атак:

- системи виявлення зловживань (СВЗ) – здійснюється пошук шаблонів відомих атак в мережевому трафіку або високорівневих даних;
- системи виявлення аномалій (СВА) – мають профіль нормальної активності системи та зафіксують відхилення від нього;
- системи виявлення порушень в протоколі (СВП)– відбувається нагляд за коректністю дотримання протоколів мережевої взаємодії та фіксація порушення.

### Порівняння СВЗ та СВА

Системою виявлення зловживань (СВЗ) називають систему, що здійснює пошук шаблонів відомих атак у мережевому трафіку для виявлення та припинення втручання в мережу.

Перші СВЗ використовували сигнатури – послідовності байтів у мережевих пакетах, які ідентифікують шелл коди або формати даних мережевих вірусів [2].

Системи виявлення аномалій (СВА) працюють, спираючись на нормальний профіль мережі. Вони реагують, якщо знаходиться аномальне відхилення [3].

В основі СВА, як правило лежить алгоритм класифікації, що може виявити аномалії у загальному потоці інформації. На практиці використовується лише частковий підхід: будується нормальний профіль мережі, який враховує лише нормальний стан активності у вигляді набору параметрів, а також інтервали, в межах яких параметри вважаються нормальними. Вихід за ці межі вважається аномалією.

Такий підхід призводить до великої кількості хибних спрацьовувань, тому при роботі реальних додатків використовується комплексний підхід.

Перевагами СВА вважаються можливість виявлення невідомих атак та

відсутність сигнатур, що позбавляє систему від постійних оновлень, та допомагає користувачу зберегти залежність від вендора. Але є й недоліки [4]:

- складність створення учбової вибірки;
- високій рівень хибних спрацьовувань;
- складність введення та налаштування, оскільки стратегії навчання та характер даних, що використовуються, залежить від специфіки обчислювального середовища.

Виходячи з вище зазначеного, можна сказати що СВА та СВЗ забезпечують захист від великої кількості атак, що робить їх найбільш популярними, і, як висновок щодо роботи цих двох систем, можна надати наступну порівняльну таблицю (табл.1).

Таблиця 1.1 – Порівняння методів СВВ

Характеристика	СВЗ	СВА
Виявлення атак	Виявляє тільки ти типи атак, сигнатури яких є у базі	Нема обмежень щодо типу атаки, обмежується лише налаштуванням та методами, що використовуються

Ймовірність пропустити атаку	Середня	Низька
Ймовірність хибного спрацювання	Дуже низька	Висока
Вимоги до обчислювальних ресурсів	Середні	Високі

### **Висновки**

Таким чином, найбільш популярними системами виявлення вторгнень є системи виявлення аномалій та сигнатурні системи виявлення зловживань. При цьому надавати перевагу тому чи іншому методу треба з урахуванням структури та завантаженості мережі, доступних обчислювальних ресурсів, а також стабільності трафіку. Використання систем виявлення аномалій у комплексі з сигнатурними системами виявлення зловживань дозволяє захистити мережу від більшості атак хоча й потребує більше ресурсів.

### **Література**

1. M. Guirguis, A. Bestavros, and I. Matta, “Exploiting the transients of adaptation for RoQ attacks on internet resources,” in Proceedings of the 12th

IEEE International Conference on Network Protocols [Text]/ (ICNP '04), C. 184–195, October 2004.

2. Y. Xiang «Low-rate DDoS attacks detection and traceback by using new information metrics» IEEE Transactions on Information Forensics and Security [Text]// Xiang Y., Li K., Zhou W.– 2011 – С. 426–437.

3. Гольдштейн Б. С. Системы коммутации. [Text] СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2003. – С. 318 е.: ил.

4. Андронов А.М., Копытов Е.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Text]. СПб.: «Питер», 2004. – С. 461

### **Інформація про автора:**

**Бурмака Іван Анатолійович** – Чернігівський Національний Технологічний Університет, м.Чернігів, вул. Шевченка 95.

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **CLASSIFICATION OF INTRUSION DETECTION SYSTEMS IN DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS**

*Ivan Burmaka*

**Abstract:** *The intrusion detection systems were described and their classification given. Comparison of abuse detection systems and intrusion detection systems for the possibility of detection and termination of various types of attacks.*

**Keywords:** *intrusion detection system, abnormal behavior of network intrusion detection methods.*

## **РОЗРОБКА АРМ АДМІНІСТРАТОРА ПРИВАТНОЇ КЛІНІКИ**

Вітер В.О., Злобін С.В., Трунова О.В.

**Ключові слова:** проблема зберігання інформації, зберігання інформації в електронному вигляді, медичні установи, програмне забезпечення, бази даних, об'єктно-реляційне відображення, об'єктно-орієнтоване програмування.

Досліджено проблему зберігання інформації в медичних установах. На сьогоднішній день це актуальна та розповсюджена проблема через швидкий ріст об'єму інформації. Тому дуже важливо вибрати правильний метод її вирішення. Обрано найбільш раціональний шлях вирішення в ході дослідження. Ним є зберігання даних в електронному вигляді. Цей

шлях має багато переваг. Наприклад, автоматизованість, доступність, розподіл даних, розподіл обробки даних, портативність та інше. Проаналізовано програмний продукт, який вирішує цю проблему та виявлені його недоліки. Найбільший з них - дорога плата. Багато медичних установ не мають можливості купити цей продукт. Пропонується альтернативне вирішення цієї проблеми з усуненням недоліків існуючого програмного забезпечення.

Сьогодні Україна продовжує гармонізувати законодавчу базу в галузі охорони здоров'я відповідно до європейських стандартів і норм. У більшості клінік в Україні не використовуються медичні інформаційні системи для обліку інформації про пацієнта, його оглядах у лікаря, призначеного лікування, виписаних рецептів і т.ін., що виключає отримання об'єктивних даних про лікування окремого пацієнта або статистичних даних про захворюваність жителів міста / району в цілому. Впровадження в закладах охорони здоров'я України медичних інформаційних систем, розроблених на основі пацієнт-орієнтованого підходу і з використанням сучасних технологій побудови архітектури систем є одним із шляхів забезпечення надання якісної медичної допомоги населенню України.

Метою розробки медичної інформаційної системи для медичних центрів, клінік та інших лікувальних установ є підвищення ефективності функціонування установ охорони здоров'я первинного рівня надання медичної допомоги, а також отримання достовірної, своєчасної та доступної інформації щодо лікування громадян України. Розміщення медичної системи в «хмарі» дозволяє установам охорони здоров'я уникнути первинних непотрібних інвестицій на закупівлю обладнання та ліцензій, істотно знизити сукупні витрати на володіння системою і, разом з цим, забезпечити доступ медичних фахівців до інформації про пацієнта з будь-якого місця в режимі 24/7.

Система «Медучет» призначена для медичних центрів, клінік та інших лікувальних установ. Дана програма дозволить автоматизувати роботу рецепції медичного закладу, а також робочі місця лікарів завдяки веденню всебічного обліку. Є попередній запис пацієнтів, контроль наданих послуг, зберігання інформації про пацієнтів і всіх їх відвідувань, а також зберігання історії хвороби кожного клієнта. В результаті впровадження даної конфігурації підвищиться продуктивність праці персоналу, загальна ефективність роботи організації і як наслідок, прибуток. Конфігурація легко і швидко налаштовується під конкретні вимоги замовника.

Гнучка структура бази даних дає можливість створювати нові таблиці, звіти, графіки, додавати поля, задавати списки і багато іншого. Програма для медичного центру інтуїтивно проста і зрозуміла для користувачів, так як не вимагає кваліфікуються ІТ-ресурсів.

Система «Медучет» може працювати не тільки на стаціонарних, але і на мобільних пристроях. Впровадження МІС передбачає створення функціональності робочих місць і загального інформаційного простору для ключових учасників медичної інформаційної системи.



Основні функції системи:

- Облік пацієнтів

Ведення бази даних всіх пацієнтів, їх анкетних даних та контактної інформації.

- Довідники

Ведення довідників послуг клініки, захворювань (діагнозів), симптомів.

- Реєстрація всіх візитів (відвідувань) клієнтів
- Запис на прийом

Попередній запис клієнтів на прийом до лікаря або на процедуру, можливість формування черги на прийом до лікаря.

- Облік наданих послуг пацієнтам
- Облік платежів пацієнтів
- Ведення історії хвороби пацієнтів
- Облік витратних матеріалів (опціонально)

• Можливість формування та обліку щомісячної заробітної плати для співробітників

• Зберігання інформації про співробітників (лікарів), настройка персональних прав доступу

- Логування і модельна система доступу
- Можливість імпорту і експорту даних

• Відбір, пошук, угруповання, сортування даних за різними критеріями

- Підготовка різноманітних аналітичних звітів

- Гнучка структура БД з налаштуванням під будь-які завдання

Реалізувати даний проект на рівні розробки нам допомогли об'єктно-орієнтована мова програмування Java, технологія ORM (об'єктно-реляційна проекція) у зв'язці з СКБД (системою керування базами даних) PostgreSQL та фреймворки Spring, Vaadin.

ORM (Object-relational mapping) — технологія програмування, яка зв'язує бази даних з концепціями об'єктно-орієнтованих мов програмування, створюючи «віртуальну об'єктну базу даних». Ця технологія вирішує проблему збереження даних. ORM позбавляє програміста від написання великої кількості коду, часто одноманітного і схильного до помилок, тим самим значно підвищуючи швидкість розробки. [1]

Spring Framework надає повну конфігурацію для сучасних корпоративних застосунків Java. Даний фреймворк допомагає будувати прості, портативні, швидкі та гнучкі системи й додатки на основі JVM. [2,3]

Vaadin Framework дозволяє побудувати односторінкові веб-застосунки без використання складних веб-технологій. Єдина вимога - VM-мова програмування, наприклад, Java, яку ми і використовуємо при написанні нашого проекту. Для доступу до застосунка необхідний тільки браузер без підключення яких-небудь бібліотек. [4,5]

Важливі переваги цих двох фреймворків заключаються у тому, що вони безкоштовні, мають великий набір інструментів і їх функціонал направлений в основному на розробку корпоративних веб-застосунків, яким є і наш продукт «Медучет».

Отже, за допомогою програмного продукту «Медучет» можна не тільки підвищити швидкість обслуговування пацієнтів, але і покращити якість обслуговування. Цьому в першу чергу сприяє компактне зберігання даних про пацієнтів лікарні та можливість швидкого пошуку за заданим шаблоном.

### **Список літератури**

1. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Об'єктно-реляційне\\_відображення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Об'єктно-реляційне_відображення)
2. <https://spring.io/>
3. <https://projects.spring.io/spring-framework/>
4. <https://vaadin.com/>
5. <https://vaadin.com/framework>

### **Інформація про авторів:**

**Вітер В.О.**([vova.viter@gmail.com](mailto:vova.viter@gmail.com)), **Злобін С.В.**([s.zlobin@inbox.ru](mailto:s.zlobin@inbox.ru)),  
**Трунова О.В.** ([e.trunova@gmail.com](mailto:e.trunova@gmail.com))- Чернігівський національний технологічний інститут,  
ббул. Шевченка, 95, Чернігів, 14027, Україна

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

#### ***DEVELOPMENT OF AWP OF ADMINISTRATOR OF PRIVATE CLINIC***

*V.O. Viter, S.V. Zlobin, O.V. Trunova*

*Chernihiv National Technological Institute,  
Shevchenko str., 95, Chernihiv, 14027, Ukraine*

**Keywords:** *problem of information storage, storage of information in electronic form, medical institutions, software, data base, object-relational mapping, object-oriented programming.*

*The problem of storage of information in medical institutions is investigated. Nowadays it is a topical and common problem because of fast increase of amount of information. That is why it is important to choose the right method of the solving of this problem. As a result, the most rational way is selected. It is storage of data in electronic form. This way has a lot of advantages. For example, an automation, an accessibility, a sharing, a collaboration, a portability and other. A software product that solves this problem is analyzed and its shortcomings are identified. The biggest weakness*

*is expensive pay. Many medical institutions do not have an opportunity to buy this product. An alternative solution to this problem with the elimination of the shortcomings of existing software is offered.*

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ EKATRA – WEB SCADA ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ДАННЫХ**

С.Г. Волошенюк, О.Л. Зиновец

Программное обеспечение Ekatra было разработано в процессе создания и развития системы сбора, обработки, документирования, хранения, отображения и передачи данных кризисных центров ГП НАЭК «Энергоатом» (далее – система передачи данных).

При создании системы пришлось столкнуться со следующими трудностями:

- большой объем поступающих оперативных данных (более 300 тыс. параметров в секунду);
- источниками данных являются штатные системы контроля и управления энергоблоков и общестанционные системы, созданные различными производителями на различных аппаратных и программных платформах (первичные системы);
- большое количество видеокладов, на которых отображается информация (около 500 на один энергоблок);
- большое количество рабочих мест, на которых необходимо отображать информацию (более 100 на одной АЭС);
- большое количество площадок, на которых установлено серверное и коммуникационное оборудование (более десяти);
- низкая пропускная способность каналов передачи данных, объединяющих различные площадки;
- необходимость постоянного развития и модернизации системы из-за увеличения количества подсистем-источников данных и изменения состава данных;
- высокие требования по коэффициенту готовности системы (0,99).

Решение поставленных задач на основе коммерческих SCADA затруднено по следующим причинам:

- коммерческие системы не рассчитаны на работу со столь значительными объемами данных;
- покупное ПО имеет высокую стоимость, поскольку ценовая политика коммерческих SCADA базируется на цене одного параметра (тэга);
- отсутствие инструментальных средств для обеспечения обмена

– данными и конвертации видеокладов систем источников данных и др.

Для создания системы передачи данных было разработано собственное ПО, которое постепенно было доведено до уровня полноценной SCADA, которая обладает целым рядом преимуществ по сравнению с имеющимися на рынке системами.

ПО разработано в строгом соответствии с рекомендациями Консорциума W3C, что позволяет легко его развивать, используя открытые программные продукты, имеющиеся в свободном доступе в Интернете.

Для представления информации пользователям системы используются стандартные интернет-браузеры. Тем самым упрощается администрирование клиентских рабочих мест, снимается ограничение на количество рабочих мест, гарантируется функционирование программного обеспечения на любых современных и будущих аппаратных клиентских платформах, включая смартфоны и планшеты.

ПО работает напрямую с информационной базой первичных систем (источников данных), все видеоклады автоматически конвертируются в форматы, которые могут интерпретироваться интернет-браузером.

Используемый механизм «подписки» на получение данных обеспечивает передачу только тех данных, которые требуются потребителям, что во много раз снижает нагрузку на каналы передачи данных.

Для хранения больших объемов часто плохо формализованной информации используется RDF (Resource Description Framework) модель представления данных, разработанная W3C Консорциумом. RDF-хранилище обеспечивает хранение и унифицированный доступ как к информации, полученной от систем-источников данных, так и к информации, характеризующей саму систему. В RDF-хранилище каждый объект доступен и связан с другими объектами через URL (согласно технологии Semantic Web). Для каждого объекта в хранилище определены место и способ размещения, правила доступа к ним. Данные, хранящиеся в RDF-хранилище, могут быть запрошены и обновлены с помощью языка запросов SPARQL. Для доступа к информации, хранимой в RDF-хранилище, используются Web Services. RDF-хранилище может иметь распределенную структуру и размещаться на различных серверах.

Распространение обновлений ПО, а также, контроль функционирования ПО на серверах выполняет в автоматическом режиме специальное ПО. Это ПО также осуществляет мониторинг состояния системы, регистрирует все события, происходящие в системе, отслеживает поступление изменений от первичных систем, информирует ответственных лиц о произошедших событиях через WEB-интерфейс системы или IRC-каналы (Internet Relay Chat).

Использованные технологии контейнеров Docker позволяют создавать самодостаточные, легко портируемые приложения, автоматизировать процессы сопровождения ПО.

Прикладные алгоритмы реализуются в среде разработки с использованием языков стандарта МЭК 61131-3, что снижает требования к разработчику, не требуя специальных знаний в области программирования.

Существенным преимуществом разработанного ПО является снижение затрат на создание, модификацию и сопровождение информационных систем требующих обработки больших массивов оперативных данных.

### **Информация об авторах:**

**С.Г. Волошенко, О.Л. Зиновец**- ООО «ИВЛ Оборудование и инжиниринг»

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **EKATRA SOFTWARE– WEB SCADA FOR CREATING OF ISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS WITH A LARGE AMOUNT OF DATA**

*Sergey Voloshenyuk, Olga Zinovets*

*IVL Equipment & Engineering Ltd*

*Ekatra Software has been developed for creating and developing of the system for acquisition, processing, documenting, archiving, displaying and transferring data for SE NNEGC “Energoatom” Emergency Response Centers (hereinafter referred to as the data transfer system).*

*The following difficulties encountered when creating the system:*

- A large volume of incoming operational data (more than 300 thousand parameters per second);*
- The data sources are standard C&I systems of power units and plant level created by different manufacturers on various hardware and software platforms (primary systems);*
- A great number of video frames for information display (up to 500 per one nuclear unit);*
- A great number of work stations, where information shall be displayed (more then one hundred at one NPP);*
- A great number of sites on which servers and communication equipment are installed (more than ten);*
- Low bandwidth of data transmission channels that connect different sites;*
- The need for continuous development and modernization of the system due to the increase of subsystems-data sources number and changes in the composition of data;*
- High requirements for system availability ratio (0,99).*

*Solution of the tasks on the basis of commercial SCADA is difficult for the following reasons:*

- The commercial systems are not designed for operation with such large amounts of data;
- Purchased software has a high cost, because the price policy of commercial SCADA is based on the price of one parameter (tag);
- The lack of tools for data exchange and video frames conversion from data source systems, etc.

To create a data transfer system the own software has been developed. This software gradually was brought to the level of a full-fledged SCADA, which has a number of advantages in comparison with the systems available on the market.

The software is designed in strict accordance with the recommendations of the W3C Consortium, which makes it easy to develop it by using of open source software products that are freely available in the Internet.

Standard Internet browsers are used to provide information to the system users. Such approach simplifies the administration of client workplaces, removes the restriction on the number of workplaces, guarantees software operation with using of any modern and future hardware client platforms, including smartphones and tablets.

The software operates directly with the information base of primary systems (data sources), all video frames are automatically converted into formats that can be interpreted by an Internet browser.

The used mechanism of data receiving “subscribe” ensures to transfer only those data that are required to consumers. This approach greatly reduces the load on the data transmission channels.

To store large amounts of often poorly formalized information, the RDF (Resource Description Framework) data representation model developed by the W3C Consortium is used. RDF storage provides storage and unified access to both information received from source data systems and to information characterizing the system itself. Each object is accessible and linked to other objects via a URL (according to Semantic Web technology) in an RDF repository. The place and method of placement, rules for access to them are defined for each object in the repository. The data stored in the RDF storage can be queried and updated by using of the SPARQL query language. Web Services are used to access information stored in the RDF store. RDF storage can have a distributed structure and be located on different servers.

Distribution of software updates, as well as monitoring of software operation at servers, special software provides in automatic mode. This software also monitors the status of the system, registers all events occurring in the system, monitors the receipt of changes from primary systems, informs the responsible persons about the events that occurred through the WEB-interface of the system or IRC channels (Internet Relay Chat).

The used Docker containers technologies allow creating of self-sufficient, easily ported applications, automating of the software maintenance.

Applied algorithms are implemented by development tools with using IEC 61131-3 languages, which reduce the requirements to the developer and does not require special knowledge in the field of programming.

*A significant advantage of the developed software is reduction of the costs for creating, modifying and maintaining of information systems, which require processing of large arrays of operational data.*

## **АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГСП «ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ АЭС» С ЦЕЛЬЮ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ УПАКОВОК ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ВТОРИЧНЫХ ОТХОДОВ**

Евгения Вторникова

научный руководитель: Ковальчук Вячеслав Иванович



**Аннотация:** В данной статье проведен анализ инфраструктуры ГСП «Чернобыльская АЭС» (ГСП ЧАЭС) по объектам временного хранения длительносуществующих и высокоактивных радиоактивных отходов (ДСО и ВАО). Предложено альтернативное решение для временного хранения радиоактивных вторичных отходов, которые будут образовываться в процессе работы промышленной установки по очистке воды и жидких радиоактивных отходов (ПУО ЖРО) от органических соединений (ОС) и трансурановых элементов (ТУЭ).

**Ключевые слова:** вторичные отходы, трансурановые элементы, ДСО, временное хранение, проект НБК, площадка на каскадной стене.

### **Введение**

Радиоактивно-загрязненные воды (РЗВ), образующиеся при эксплуатации ГСП ЧАЭС и объекта «Укрытие» (ОУ), характеризуются повышенной концентрацией органических соединений (ОС) и активностью трансурановых элементов (ТУЭ), что не позволяет выполнить их переработку на оборудовании спецводоочистки № 4 (СВО-4) ГСП ЧАЭС. При определенном достижении значений концентраций ТУЭ и органических соединений в этих водах не позволит в будущем

перерабатывать их на заводе по переработке жидких радиоактивных отходов (ЗПЖРО) [4].

На сегодняшний день на ГСП ЧАЭС реализуется «Проект №U4.01/11С. Объект «Реконструкция системы обращения с радиоактивно-загрязненными водами и жидкими радиоактивными отходами в части создания промышленной установки по очистке воды и жидких РАО от ТУЭ и ОС на ГСП ЧАЭС».

### **Краткое описание промышленной установки по очистке воды и жидких РАО от ТУЭ и ОС**

Целью создания ПУО ЖРО – является очистка воды ОУ, радиоактивно-загрязненных вод НБК и кубового остатка ГСП ЧАЭС от органических соединений до уровней, позволяющих в последующем перерабатывать эти отходы на ЗПЖРО, а также снизить концентрацию ТУЭ до уровней, позволяющих осуществить в будущем приповерхностное захоронение конечного продукта ЗПЖРО. Также в процессе работы данной установки будут образовываться вторичные радиоактивные отходы (РАО) с повышенным содержанием ОС и ТУЭ [4].

Технологическая цепочка очистки радиоактивной воды и кубового остатка с содержанием ОС и ТУЭ представлена на рисунке 1.

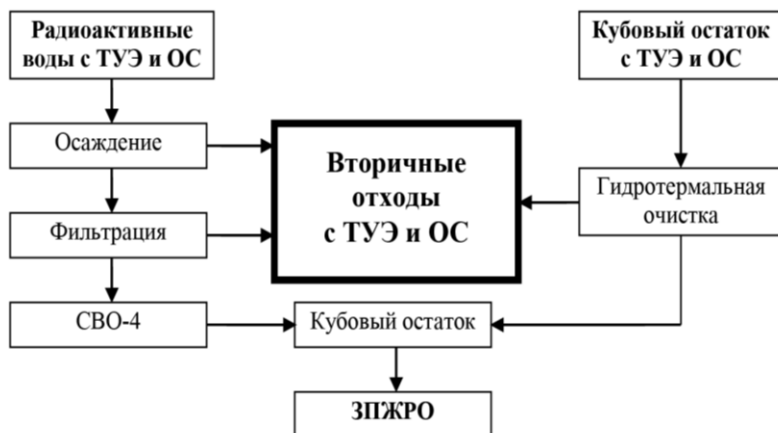


Рисунок 1 – Технологическая цепочка очистки радиоактивной воды и кубового остатка с содержанием ОС и ТУЭ [4]

Технология очистки основана на применении:

- метода осаждения с последующей механической фильтрацией – для радиоактивно-загрязненных вод;
- метода гидротермальной очистки – для кубовых остатков.

Технологический процесс очистки будет сопровождаться образованием и накоплением радиоактивных вторичных отходов. Ожидается, что вторичные отходы будут соответствовать низко-, среднеактивным долгосуществующим (НСА ДСО) РАО. Содержание ТУЭ во вторичных отходах накладывает дополнительные требования к



дальнейшему обращению с отходами как с ядерными делящимися материалами.

В связи с тем, что в настоящий момент на ГСП ЧАЭС отсутствует апробированная технология обращения с вторичными РАО, в 2015 г. На ГСП ЧАЭС было разработано «Концептуальное техническое решение о создании узла обращения с радиоактивными вторичными отходами промышленной установки очистки воды и жидких РАО ЧАЭС от ТУЭ и ОС».

В рамках предлагаемого концептуального решения необходимо:

- рассмотреть возможные варианты обращения с радиоактивными вторичными отходами промышленной установки очистки воды и жидких РАО ЧАЭС от трансурановых элементов и органических соединений.
- провести анализ имеющейся инфраструктуры ГСП ЧАЭС с целью оптимального размещения упаковок с радиоактивными вторичными отходами для временного хранения [9].

#### **Анализ объектов временного хранения ДСО и ВАО на ГСП ЧАЭС**

В настоящий момент на ГСП ЧАЭС накоплено значительное количество ТРО, которые по своим радиационным характеристикам должны быть классифицированы как ДСО и ВАО. Кроме того, создается ряд объектов, при строительстве или эксплуатации которых прогнозируется образование РАО, в том числе ДСО и ВАО.

Согласно законодательства Украины, РАО, характеризующиеся как ДСО и ВАО, должны быть захоронены в глубоких геологических формациях. Но в рамках «Общегосударственной программы обращения с радиоактивными отходами» создание хранилища в геологических формациях планируется не ранее 2035 года [3].

В настоящее время ДСО и ВАО могут быть приняты на хранение только в защитных контейнерах во Временное хранилище высокоактивных твердых радиоактивных отходов (ВХВАО).

Временное хранение твердых высокоактивных отходов на промплощадке ГСП ЧАЭС осуществляется в специально организованном временном хранилище твердых высокоактивных отходов (ВХТВАО), расположенном в помещении 12/2 здания № 12. Здание № 12 было введено в эксплуатацию в ноябре 1975 г. Срок эксплуатации строительных конструкций здания составляет 40 лет (до 2015г.) [1].

Существующих, на ГСП ЧАЭС, мощностей рассчитанных на прием ДСО и ВАО, недостаточно для приема всего прогнозируемого объема таких отходов. С учетом сроков ввода в эксплуатацию объектов, проведения работ и интенсивности образования РАО, можно предположить, что отсеки для хранения ВАО будут заполнены в 2020 г., а отсеки для хранения НСА-ДСО – в 2025 г. [2].

На сегодняшний день на ГСП ЧАЭС реализуется проект «Строительство установок обращения с радиоактивно загрязненными материалами и РАО на Чернобыльской АЭС». В рамках данного проекта планируется создание временного хранилища ДСО и ВАО в машинном зале первой очереди, однако данным проектом не предусмотрено

хранение вторичных отходов образующихся в процессе работы ПУО ЖРО [5].

В результате проведенного анализа было выявлено, что хранение вторичных отходов образующихся в процессе работы ПУО ЖРО:

- нецелесообразно в существующих на ГСП ЧАЭС хранилищах из-за ограниченного объема, сроков эксплуатации существующих хранилищ и с точки зрения затраты/выгода;

- в рамках проекта «Строительство установок обращения с радиоактивно загрязненными материалами и РАО на Чернобыльской АЭС» не предусматривается хранение вторичных отходов образующихся в процессе работы ПУО ЖРО.

- упаковки с отходами, классифицируемыми как ДСО и ВАО, во временное хранилище (машзал 1-й очереди) разрешено принимать только от завода по переработке твердых РАО (ЗПТРО).

Таким образом, размещение всего объема планируемых вторичных отходов, без реализации дополнительных технических мероприятий не представляется возможным.

### **Пути решения**

Согласно «Концептуального проекта Нового безопасного конфайнмента (КП НБК)» одним из назначений НБК является обеспечение реализации всех принятых мероприятий для преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, включая временное хранение тех отходов, для которых не существует приемлемых способов захоронения [6].

Для временного хранения вторичных отходов, образующихся в процессе работы ПУО ЖРО, предлагается использовать часть площадки на каскадной стене внутри НБК общей площадью – 1160 м<sup>2</sup>. Площадка расположена на существующем рельефе на отметках от 123,700 до 125,500. С севера и востока площадка ограничена существующей подпорной стеной, с запада – площадкой существующей модернизированной системы пылеподавления.

Площадка каскадной стены может использоваться для временного хранения упакованных РАО, классифицируемых как НСА ДСО, при условии обоснования количества контейнеров, исходя из допустимых влияний на осадки существующих конструкций [7; 8].

На рисунке 2 представлена схема размещения площадки временного хранения вторичных отходов ПУО ЖРО (фрагмент из [10]).

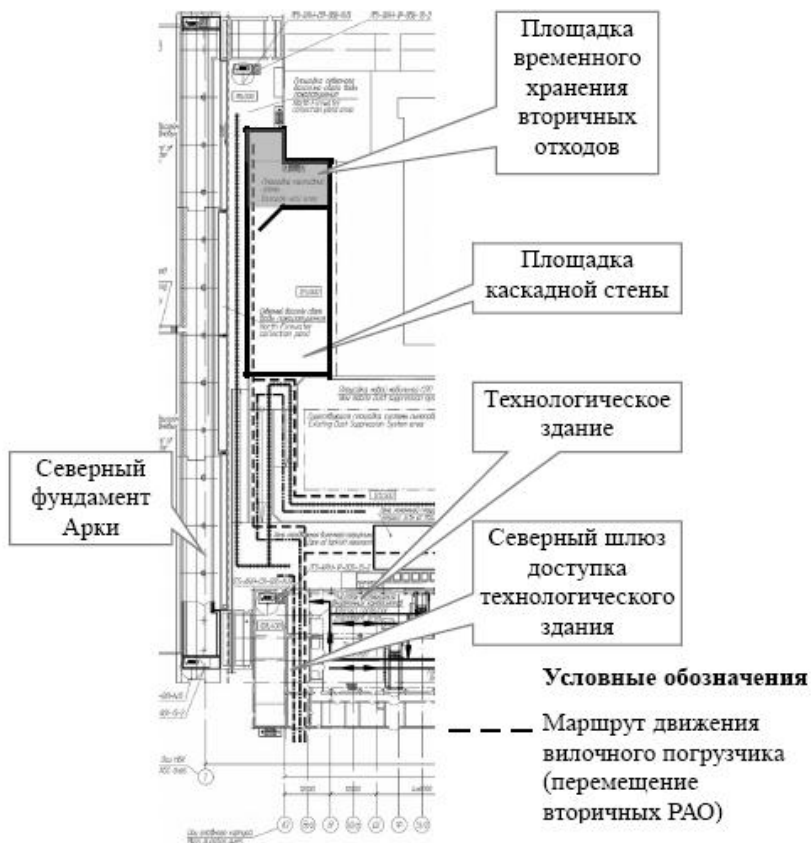


Рис. 2. Схема размещения площадки временного хранения вторичных отходов ПУО ЖРО (заштриховано)

КП НБК предусмотрены требования к площадке для временного хранения радиоактивных отходов:

- обеспечение средств погрузки заполненных отходами контейнеров для отправки на хранение в местах за пределами НБК на грузовой транспорт, расположенный на проезжей части дороги, примыкающей к помещению хранения радиоактивных отходов;
- обеспечение средств перевозки заполненных отходами контейнеров, предназначенных для хранения в пределах НБК, на определенный участок хранения отходов;
- обеспечение средств перевозки заполненных отходами контейнеров между хранилищами на территории НБК при необходимости проведения

очистки, переупаковки или других целей, требующих перемещения хранимых отходов [7].

Предлагаемая площадка для временного хранения вторичных отходов спроектирована в соответствии с действующими нормативными документами Украины, а также стандартами лучшей международной практики, что в свою очередь дает существенные преимущества по срокам и техническим характеристикам.

Срок эксплуатации НБК – 100 лет, выполнены пути перемещения грузоподъемных механизмов внутри НБК между всеми площадками обращения с РАО (вилочный погрузчик грузоподъемностью 25 т), обеспечена физическая защита объекта «Укрытие».

Необходимые дополнительные затраты на организацию площадки временного хранения вторичных отходов – выделить часть территории на площадке каскадной стены, выполнить дисциплинирующее ограждение с организацией доступа транспортных средств, освещения и самоохраны.

### **Выводы**

Реализация данного предложения позволит:

- освободить площадку ГСП ЧАЭС от долгосуществующих вторичных РАО с трансураниевыми элементами;
- решить проблему временного хранения вторичных ДСО с ТУЭ с минимальными затратами и учетом требований правил и норм ядерной, радиационной и экологической безопасности;
- исключить затраты на временное хранение вторичных ДСО с ТУЭ на площадке ГСП ЧАЭС.

### **Литература**

1. Программа обращения с радиоактивными отходами на площадке ГСП «Чернобыльская АЭС», 2ПР-С.
2. Программа реализации этапа окончательного закрытия и консервации блоков №1,2,3 Чернобыльской АЭС, 14ПР-С.
3. Стратегия обращения с длительносуществующими и высокоактивными твердыми радиоактивными отходами на этапах прекращения и снятия с эксплуатации энергоблоков ЧАЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.
4. Проект №U4.01/11С. Объект «Реконструкция системы обращения с радиоактивно-загрязненными водами и жидкими радиоактивными отходами в части создания промышленной установки по очистке воды и жидких РАО от ТУЭ и ОС на ГСП ЧАЭС».
5. Будівництво установок поводження з радіоактивно-забрудненими матеріалами та РАВ на Чорнобильській АЕС. Технік-економічне обґрунтування. Том 1, Пояснювальна записка, Частина 2. Технологічні рішення. 30-222.201.001-П302.
6. Концептуальный проект НБК, АБ - Описание объекта, SA – 306, ред. А.
7. Концептуальный проект НБК, Описание систем, SA – 307, ред. А

8. НБК ПК-1. ЛП-6. Проект Защитное сооружение с технологическими системами жизнеобеспечения и необходимой инфраструктурой. Том 4. Архитектурно-строительные решения. Часть 1. Пояснительная записка. Книга 3. SIP-N-KP-22-E06\_TEN-413\_01/99-925.100.011.OT04.01.03.

9. Концептуальное техническое решение о создании узла обращения с радиоактивными вторичными отходами промышленной установки очистки воды и жидких РАО ЧАЭС от трансурановых элементов и органических соединений.

10. Чертеж – ЧАЭС. НБК. Технологические решения. Система внутреннего транспорта. Схема размещения оборудования и материалов. План на отметке планировки. КИЭП. 99-925.100.011.OT06.01.ПП03 лист 1.

### **Информация об авторе:**

**Евгения Вторникова** - Одесский национальный политехнический университет, Институт энергетики и компьютерно-интегрированных систем управления, Кафедра технологии воды и топлива, пр-т. Шевченко 1, г. Одесса, 65044, Украина;

Научный руководитель - доцент кафедры технологии воды и топлива, Ковальчук Вячеслав Иванович;

Электронная почта: [e\\_vtornik@mail.ru](mailto:e_vtornik@mail.ru)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## ***SSE CHERNOBYL NPP INFRASTRUCTURE ANALYSIS TO ENSURE OPTIMAL ALLOCATION OF PACKAGES FOR TEMPORARY STORAGE OF RADIOACTIVE SECONDARY WASTE***

*Ievgeniia Vtornikova*

*Scientific Adviser: Vyacheslav Kovalchukh*

**Abstract:** *The analysis of SSE Chernobyl NPP (SSE ChNPP) infrastructure at the facilities of temporary storage of long-lived and active radioactive waste was conducted in the given article. The alternative solution has been proposed for the temporary storage of radioactive secondary waste, which will be produced within the operation of the installation of water treatment and liquid radioactive waste processing of organic components and transuranium elements.*

**Keywords:** *secondary waste, transuranium elements, long-lived radioactive waste, temporary storage, NSC project, a site at cascade wall.*

## НЕЙТРОННАЯ АКТИВНОСТЬ И КРИТИЧНОСТЬ СКОПЛЕНИЯ ТСМ В УСЛОВИЯХ НБК ОУ

Высотский Е.Д., Годун Р.Л., Дорошенко А.О.

**Аннотация:** дано определение ядерной безопасности объекта «Укрытие» (ОУ) как гарантии исключения рисков возникновения условий критичности для каждого скопления топливо-содержащих материалов (ТСМ). Приводятся результаты анализа данных многолетнего мониторинга нейтронной активности и температуры на периферии ядерно-опасного скопления (ЯОС) ТСМ, скрытого в зоне проплавления бетона опорной плиты (ОП) колодца шахты реактора. Дана оценка факторного пространства параметров критичности (объёма, материального состава, массы и массовой доли топлива, выгорания, плотности, остаточного тепловыделения, гетерогенности и увлажнения), в пределах которых реализуется наблюдаемая динамика нейтронной активности и температуры ЯОС. Показано, что холодный критический инцидент (повторная критичность) июня 1990-го года, а также последующее состояние подкритичности с сезонными колебаниями нейтронной активности, определялись процессами поступления и удержания в зоне проплавления ОП воды от атмосферных осадков и конденсата. В условиях нового безопасного конфайнмента (НБК), прекращении доступа воды в ОУ, при непредсказуемом механизме обезвоживания переувлажненной размножающей среды ЯОС, вероятность возвратной критичности не может быть гарантировано исключена. Определены первоочередные меры, минимизирующие риски возвратной критичности в условиях отсутствия доступа непосредственно к среде ЯОС.

**Ключевые слова:** ядерно-опасное скопление топливосодержащих материалов, нейтронная активность, возвратная критичность, вероятность СЦР, превентивные меры подавления СЦР

### Тезисы

Ядерная безопасность каждого скопления ТСМ на объекте "Укрытие" определяется только доказанной гарантией отсутствия/исключения условий для возникновения самоподдерживающейся цепной реакции (СЦР) и/или наличием эффективных средств оперативного подавления параметров критичности ядерно-опасных скоплений (ЯОС), вероятность возникновения СЦР в которых не исключена. Все помещения ОУ в которых находятся скопления ТСМ признаны ядерно-безопасными за исключением юго-восточной части подреакторного помещения 305/2, где в зоне проплавления опорной плиты (ОП) колодца шахты реактора находится ЯОС.

В условиях отсутствия технологии «горячего» бурения, обнаружение скопления и оценка его параметров критичности (объем, отражатели,

материальный состав, масса и массовая доля топлива, плотность, гетерогенность и увлажнение) при отсутствии доступа непосредственно к среде ЯОС основывалась на анализе динамики нейтронной активности и температуры на периферии ЯОС, а также на результатах вариационных расчетов материальной модели критической сборки, вписывающейся в зону проплавления бетона ОП. При этом основными исходными данными являлись: нейтронная аномалия июня 1990-го года, которая была идентифицирована как повторная критичность в помещении 305\2, а также температурные градиенты, которые определяли координаты расположение и массовое содержание топлива в ЯОС.

ЯОС с критической массой топлива (15-20 т U и обогащением 1,15 %), и фактически постоянным внутренним источниками нейтронов спонтанного деления Cm, Pu и ( $\alpha$ , n)-реакции на легких ядрах примеси, рассматривается как гетерогенная водо-урановая система, в объеме однородной топливной среды которой равномерно распределены делящиеся материалы, примеси и внутренние источники нейтронов. Гетерогенная структура скопления определяется наличием широкого спектра макропор, доступных для воды через бесконечный кластер микротрещин и поровых каналов. Для систем с низкообогащенным топливом характерным является наличие надкритичности в диапазоне оптимального водо-уранового отношения, т.е. два значения критичности и подкритичность при недостатке или избытке воды.

ЯОС находится постоянно в воде, наиболее вероятно за вторым значением критичности, которое было достигнуто при холодном критическом инциденте июня 1990 г. СЦР (повторная критичность) возникла в процессе поступления воды в объемы остывающей ( $<100$  °C) пористой размножающей среды и удерживалась в течение 34 ч в режиме осцилляций, гашение СЦР произошло в результате переувлажнения. Текущая подкритичность ЯОС определилась доступной для воды пористостью среды. Стабильность подкритичности, которая может находиться за пределами аварийных значений ( $K_{эф}>0,98$ ), обеспечивается поступлениями в объект "Укрытие" атмосферной, конденсационной и технической воды. Стоки подогретой воды периодически наблюдаются из скважин, забои которых находятся в зоне проплавления бетона опорной плиты.

Сезонные и локальные колебания нейтронной активности определяются появлением или исчезновением водного отражателя на границе ЯОС. Падение нейтронной активности начинается с момента поступления воды, рост нейтронной активности зависит от продолжительности сухого периода. В настоящее время, после надвигки НБК ОУ, рост регистрируемой нейтронной активности определяется высыханием водного слоя отражателя на отметке +9,1 при прекращении доступа атмосферной воды и неизменном уровне подкритичности ЯОС. Незначительное падение нейтронной активности можно ожидать в период поступления конденсационной влаги (май – август). После ухода конденсационной влаги изменение ППН может быть связан только с

процессом изменения подкритичности в результате обезвоживания размножающей среды ЯОС. Уменьшение нейтронной активности будет означать, что размножающаяся система «разгружается по массе», а рост ППН может быть вызван только возвратной критичностью.

По результатам расчетов эффектами, приводящими к «возвратной» критичности, также могут быть деградация структуры при изменении спектра пористости и/или рост температуры за счет изменений условий теплосъёма, но вероятность «возвратной» критичности в основном будет определяться естественным механизмом обезвоживания переувлажненной среды критической композиции.

Для минимизации рисков возникновения возвратной критичности реализуется экспертная система мониторинга нейтронной активности и температуры, а также средства восстановления и удержания водного режима ЯОС путем принудительной подачи воды непосредственно в зону проплавления. Также разрабатываются критерии и процедура идентификации нейтронных аномалий, непосредственно связанных с изменением подкритичности ЯОС

### **Сведения об авторах:**

**Евгений Высотский** – Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины;

e-mail: [ipb.doroshenko@gmail.com](mailto:ipb.doroshenko@gmail.com)

Основные направления научных исследований: ядерная безопасность; контроль подкритичности

Должность: руководитель отдела нейтронно-физических исследований

**Роман Годун** – Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины;

e-mail: [Rgl.wmw@gmail.com](mailto:Rgl.wmw@gmail.com)

Основные направления научных исследований: ядерная безопасность; контроль подкритичности

Должность: научный сотрудник отдела нейтронно-физических исследований

**Анатолий Дорошенко** – Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины;

e-mail: [ipb.doroshenko@gmail.com](mailto:ipb.doroshenko@gmail.com)

Основные направления научных исследований: ядерная безопасность; контроль подкритичности, превентивные меры подавления СЦР

Должность: научный сотрудник отдела нейтронно-физических исследований



Annex for papers written in Ukrainian and Russian

**NEUTRON ACTIVITY AND CRITICALITY OF FCM ACCUMULATION  
IN CONDITIONS OF NSC**

Vysotsky E.D., Godun R.L., Doroshenko A.O.

**Abstract:** For papers written in Ukrainian and Russian the title, authors, abstract, and keywords in English are obligated. Insert them at the end of paper after authors' information, i.e. just here. The definition of nuclear safety of the Shelter Object (SO) is given as a guarantee of excluding of risks of criticality conditions occurrence for each fuel-containing material (FCM) cluster. The results of the analysis of the data of long-term monitoring of neutron activity and temperature at the periphery of the nuclear-hazardous cluster of FCM that hidden in the zone of penetration of the concrete of the base plate of the reactor cavity, are presented. It was estimated the factor space of the criticality parameters (volume, material composition, mass and mass fraction of fuel, burnup, density, residual heat release, heterogeneity and humidification) within the limits of which the experimentally observed dynamics of the neutron activity and the temperature is realized. It is shown that the cold critical incident (repeated criticality) of June 1990, as well as the subsequent state of subcriticality with seasonal fluctuations in neutron activity, determines by processes of water (from atmospheric precipitation and condensate) arrival and retention in the base plate melting zone. Under the conditions of new safe confinement (NSC) the stopping of water access into SO with the unpredictable mechanism of dehydration of the over-wetted breeding cluster, the probability of recurrent criticality can not be excluded for sure. Priority measures (that minimize the risks of recurrent criticality in the absence of directly access to nuclear-hazardous FCM) are identified

**Keywords:** nuclear-dangerous accumulation of fuel-containing materials, neutron activity, recurrent criticality, probability of self-sustaining chain reaction (SSCR), preventive measures of SSCR suppression.

Author's Information

Evgeniy Vysotsky – Institute for Safety Problems of NPP of NASU;  
e-mail: [ipb.doroshenko@gmail.com](mailto:ipb.doroshenko@gmail.com)

Major Fields of Scientific Research: nuclear safety; subcriticality control

Position: head of Neutron-Physical Research Department

Roman Godun – Institute for Safety Problems of NPP of NASU;  
e-mail: [Rgl.wmw@gmail.com](mailto:Rgl.wmw@gmail.com)

Major Fields of Scientific Research: nuclear safety; subcriticality control

Position: junior researcher of Neutron-Physical Research Department

Anatoliy Doroshenko – Institute for Safety Problems of NPP of NASU;  
e-mail: [ipb.doroshenko@gmail.com](mailto:ipb.doroshenko@gmail.com)

Major Fields of Scientific Research nuclear safety; subcriticality control;

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ API CCTV ZONEMINDER**

Гавриленко А.В. , Злобин С.В.

Аспекты разработки android приложения для сервера CCTV Zoneminder. Наиболее оптимальным вариантом является разработка мобильного приложения с использованием серверного API. Таким образом, клиентское приложение имеет ряд преимуществ – удобство разработки, производительность, легкость разработки клиентов для других платформ.

**Ключевые слова:** CCTV, API, zoneminder, retrofit, rxandroid, видеонаблюдение, програмное обеспечение, android, мобильное приложение.

У каждого пользователя смартфона есть набор полезных приложений, которыми он пользуется почти каждый день, например: мессенджеры, клиенты социальных сетей, онлайн-банкинги и т.д. Но задумывались ли Вы как они работают? Как они обмениваться информацией с сервером и много других нюансов?

Веб-сервисы состоят из двух частей - фронтенд и бэкенд. Фронтенд являет собой веб-сайт, мобильное или десктопное приложение. Бэкенд в свою очередь выполняет не менее важную функцию – хранение информации в базах данных, хранение файлов в файловой системе, математические вычисления и т.д.

На сегодняшний день много веб-сервисов предоставляют публичное API на основе которого можно сделать веб-сайт, мобильное приложение для разных платформ или десктопное приложение.

В случае с системой видеонаблюдения Zoneminder [1] на бэкенде выполняются такие действия как обработка и перекодирование изображения с камер наблюдения, и запись событий.

Для общения клиента с сервером можно использовать такие способы:

### **1) Парсинг веб-страниц**

#### **Плюсы:**

- Можно сделать приложение для любого сайта

#### **Минусы:**

- В случае изменения дизайна сайта, необходимо переписывать приложение
- Загрузка всей html разметки страницы

- Больше расход трафика
- Дополнительная нагрузка на устройство
- Сложная и времязатратная реализация

## 2) Использование API

### Плюсы:

- При отправке и получении запросов отправляется только самое необходимое в формате JSON или XML
- Приложение будет работать при изменении дизайна сайта
- В случае обновления API обычно сохраняется обратная совместимость со старыми версиями клиентов или есть достаточно времени для обновления.

### Минусы:

- Не все веб-сервисы имеют API
- Не все функции веб-сайта могут быть реализованы в API

Zoneminder версии 1.29 и выше имеет поддержку API [2], было принято решение его использовать. Это позволило значительно упростить разработку и повысить производительность приложения. При этом общение клиента с сервером происходит примерно так: “Верни мне список всех камер”, “Верни мне события с камеры 1 за вчера”, на что сервер отвечает массивом камер или событий каждый элемент которого имеет всю полезную информацию, такую как название, разрешение изображения, ссылку на изображение и прочее.

Обычно API представлено в виде RESTful, что позволяет легко легко общаться с сервером с помощью get, put, post, delete запросов.

Так как это приложение под операционную систему Android, была использована библиотека Retrofit [3], которая позволяет преобразовать полученные объекты JSON в экземпляры классов Java в автоматическом режиме без необходимости ручного парсинга JSON.

JSON (JavaScript Object Notation) [4] - текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Может легко читаться людьми и легко обрабатывается компьютерами.

В дополнение к этой библиотеке использовалась библиотека RxAndroid [5], которая наблюдает за запросом на сервер и упрощает обработку результата запроса и его статуса – был ли запрос выполнен или завершился неудачно.

Использование API позволило значительно расширить функционал приложения. Были реализованы функции просмотра шкалы времени с записями с камер видеонаблюдения и видеоплеер для просмотра записей этих событий.

### Список литературы

1. <https://zoneminder.com/>
2. <http://zoneminder.readthedocs.io/en/stable/api.html>
3. <http://square.github.io/retrofit/>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/JSON>
5. <https://github.com/ReactiveX/RxAndroid>

### Информация об авторах:

**Гавриленко А.В.** (havrulenko@ya.ru), **Злобин С.В.** (s.zlobin@inbox.ru)-  
Черниговский национальный технологический университет,  
ул. Шевченко 95, Чернигов, 14000, Украина

### *Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

#### **DEVELOPING ANDROID APPLICATION USING API CCTV ZONEMINDER**

*Havrulenko A.V., Zlobin S.V.*

*Chernihiv national university of technology,  
Shevchenka str., 95, Chernihiv, 14000, Ukraine*

*Aspects of developing android applications for the CCTV server Zoneminder. The most optimal option is to develop a mobile application using the server API. Thus, the client application has a number of advantages - ease of development, productivity, ease of development of clients for other platforms.*

***Keywords:** CCTV, API, zoneminder, retrofit, rxandroid, video monitoring, software, android, mobile app.*

# БАЗА МОДЕЛЬНИХ ЗНАНЬ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ МІСТОМ

Сергій Голуб, Ірина Жирякова



**Анотація:** Процес прийняття рішень у багатьох предметних областях – задача досить нетривіальна, яка вимагає обробки та аналізу великих обсягів інформації, що надходить ззовні для обґрунтування прийнятих рішень. Отже, автоматизація процесу прийняття рішень є досить актуальним завданням сьогодення та однією з основних проблем при створенні будь-якої інтелектуальної системи, адже передбачає комплексний аналіз існуючих підходів до роботи зі знаннями та вибір моделі їх подання. Саме модель подання знань визначає архітектуру, можливості і властивості системи, а також методи придбання знань інтелектуальною системою і роботи з ними. Тому, в рамках даного напрямку досліджень актуальною практичною задачею, рішення якої пропонується в даній роботі, є розробка нового підходу до концептуалізації знань для створення засобів адаптивного управління розумним містом. Даний підхід припускає інші принципи збереження знань для їх подальшого індуктивного моделювання, що дозволить спростити процедуру отримання нових знань. Запропонований підхід базується на використанні основних положень теорії ієрархічних багаторівневих систем та методу багаторівневого моделювання складних систем за даними спостережень в умовах неповноти інформації.

**Ключові слова:** прийняття рішень, концептуалізації знань, база знань, моделі подання знань, індуктивне та багаторівневе моделювання складних систем, інтелектуальні системи прийняття рішень.

## Вступ

Стрімкий розвиток сучасних інформаційних технологій та підвищення інтелектуальності в комп'ютерних системах в кінці першого і на початку другого десятиліття ХХІ – це результат, який напряму пов'язаний з розвитком суспільства та його зростаючими запитами стосовно аналітичної обробки великих масивів накопичених даних в різних сферах людського життя.

Поняття «інтелектуальна система» в класичній теорії штучного інтелекту цілком і повністю пов'язане з поняттям «знання». Отже, будь-яка система, що містить базу знань, однозначно сприймається як інтелектуальна.

Однак, знання, самі по собі, є вкрай специфічним ресурсом. Вони важко ідентифікуються, погано вимірюються (як якісно, так і кількісно) і формалізуються, а тому процес роботи зі знаннями пов'язаний з численними труднощами, виявленням, вивченням та усуненням яких займається один з напрямків штучного інтелекту – інженерія знань.

В інженерії знань виділяється термін «робота зі знаннями», який пов'язує поняття «знання» і процес роботи з ними. Цей термін прийнято визначати екстенціонально через перерахування підпроцесів, які його визначають. До таких підпроцесів зазвичай відносять: видобування та набуття знань, а також їх подання та маніпулювання знаннями. В область аспектів роботи зі знаннями, крім зазначених підпроцесів, включають також методи і засоби, які їм сприяють. Крім того, будь-який з зазначених підпроцесів спирається на модель подання знань, яка, в свою чергу, впливає на структуру бази знань інтелектуальної системи та визначає можливі методи та засоби роботи з нею.

Також, не слід забувати, що сучасні інтелектуальні системи, насамперед, мають бути адаптивними, адже знання не є сталою величиною і їх обсяг лише збільшується під впливом появи та розвитку нових наукових напрямків досліджень.

### **Постановка проблеми**

Моделі подання знань почали розроблятися з 70-х років ХХ століття. Запропоновані підходи мали власну специфіку, яка найбільш помітна на синтаксичному рівні формального інструментарію для опису семантики. Застосування цих підходів досить широко використовувалось в діалогових системах типу «питання-відповідь» [1] та природно-мовних діалогових системах [2], а також в інтелектуальних розв'язувачах задач та системах управління [3-5]. До найбільш відомих моделей подання знань відносяться: семантичні мережі [2, 3, 6, 7], концептуальні мережі [8], ситуаційне управління [9], формальні логічні моделі подання знань [10], універсальний семантичний код [11], мова Ф [12], фреймові моделі подання знань [5], зростаючі пірамідальні мережі [13], індикативні структури [14], онтології для опису семантики [15].

Отже, слід зазначити наявність протиріччя, яке полягає в тому, що побудова бази знань на основі розроблених раніше моделей не ставить на меті оптимізації затрат часу на розробку бази знань або зміну її структури (підтримку актуальності у відповідності до нових задач), що в свою чергу не дає можливості створення нових більш ефективних засобів для автоматизації досить кропіткого та тривалого процесу інтеграції знань в адаптивних системах управління. Наявність цього протиріччя робить дослідження нових підходів до роботи з знаннями актуальними.

## Результати

Однією зі складових процесу підтримки прийняття рішень в управлінні будь-якими складними об'єктами є моніторинг. Основним способом виявлення (діагностування) стану об'єкта моніторингу є збір, обробка і аналіз інформації про нього. Отже, завдяки моніторингу процес прийняття рішень в умовах невизначеності забезпечується новими знаннями про досліджуваний об'єкт, шляхом перетворення інформації. Тепер спробуємо визначити, що ж являє собою «розумне місто». Загальноприйнятого визначення не існує. Та в рамках підходу, що пропонується в даній роботі, ми будемо розглядати розумне місто як комплексну систему перетворення інформації. Вона може різнитися від міста до міста і від країни до країни лише набором даних моніторингу, який характеризує їх рівень розвитку та забезпечується наявними інформаційно-комунікаційними технологіями.

В даній роботі процес перетворення інформації будемо розглядати як поєднання сукупності моделей об'єктів одного рівня моніторингу, згідно запропонованої в [16] методології створення автоматизованих систем багаторівневого перетворення інформації, яка забезпечує поєднання методів та засобів формування ієрархії багатопараметричних моделей, де кожна модель розв'язує окрему локальну задачу перетворення даних. Тобто дані – це окремі факти або показники (у якісній або кількісній формі), які необхідні для первинного поверхневого ознайомлення з об'єктом в певний момент часу. На основі даних можна отримати інформацію про основні ознаки і властивості притаманні об'єкту та зробити певні висновки щодо його особливостей. Під станом розуміється вектор значень властивостей об'єкта, які змінюються в процесі моніторингу.

Знання завжди спираються на дані, адже, являють собою інформацію про тенденції, які спостерігаються для досліджуваного об'єкта на певному часовому проміжку, а також кількісно або якісно відображають його властивості та їх зміну під впливом зовнішніх факторів. Тобто, фактично, знання характеризують динаміку об'єкта.

Глобальна мета системи управління розумним містом – сформувати багаторівневу стратифіковану структуру знань, що міститиме в своєму складі знання по основним ланкам управління його інфраструктурою, що опікується підвищенням рівня комфорту і якості життя його мешканців за рахунок автоматизації обробки інформації та прогнозування економії ресурсів. В рамках інфраструктури міста можна виділити складові елементи, які визначають як економічний так і соціальний розвиток території. Їх можна розділити на ті, що стосуються сфери обслуговування населення, до якої можна віднести: медицину, житлово-комунальне господарство, транспорт, тощо; та соціальну сферу, в яку входять послуги невинробничої і юридично-фінансової складової економіки міста.

Отже, формування бази модельних знань для адаптивної системи управління розумним містом – це процес перетворення набору знань на основі сформованих образів. Кожен образ являтиме собою поєднання

знань для опису нової властивості досліджуваної економічної складової інфраструктури міста. Тобто, образ міститиме у собі структуру взаємозв'язків між знаннями, яка даватиме можливість сформувати поле знань по відповідній ланці управління на кожному рівні ієрархії моделі подання. А в процесі висхідного синтезу багаторівневої моделі породжуватиметься новий образ, що дозволить відобразити можливі прогнозовані тенденції до зміни їх складових та даватиме можливість сформулювати гіпотези про природу і характер відповідної економічної складової бюджету міста, а саме: ресурсної сфери (електропостачання, газопостачання, тепlopостачання, водопостачання і каналізація), сфери послуг (транспортної, зв'язку і телекомунікацій, торгівлі, страхування, житлово-комунальної, будівельної, тощо) та соціальної сфери. Тому кожен образ – це, фактично, комплексна комбінація нових знань про досліджуваний об'єкт або процес.

Тому, відповідно до нового підходу, який пропонується в цій роботі, глобальна мета системи штучного інтелекту реалізується шляхом формування багаторівневої стратифікованої структури бази знань. Кожна окрема страта містить єдине поле знань, що породжує кілька образів об'єкта і є поєднанням багатопараметричних моделей, які розв'язують локальні задачі перетворення інформації на заданому рівні ієрархії. Тобто база знань будується у вигляді ієрархічного поєднання образів, породжених полями знань, що формують локальні функціональні залежності в яких зв'язок між вхідними і вихідними змінними моделі представляється у вигляді функціонального ряду Вольтерра, дискретний аналог якого відомий як поліном Колмогорова-Габора [17]. А створення глобальної функціональної залежності буде доцільним кожного разу, коли існує стратегія її синтезу  $\gamma$ , яка забезпечує підвищення адекватності відображення зв'язків між вхідними сигналами локальних моделей:

$$(\forall \gamma)(\forall x) \left\{ \left[ P \left( x, D_i(\gamma) ; K \left( u^\gamma \right) \right) = u \right] \rightarrow P(\pi_\Delta(x), D) \right\}, \quad (1)$$

де:  $\gamma$  – стратегія синтезу глобальної функціональної залежності;

$x$  – вихідні сигнали моделей попереднього шару;

$D_i(\gamma)$  – задачі перетворення інформації даної страти;

$D$  – глобальні задачі перетворення інформації;

$u^\gamma$  – множина зв'язків, відображених в структурі багатозарової моделі;

$u$  – множина дійсних зв'язків.

Стратегія  $\gamma$  синтезу глобальної функціональної залежності забезпечує виконання умови:

$$(\forall \gamma)(\forall x)(\forall y) \left\{ \left[ P(x, D_i(\gamma) ; G(x, y)) \in G(\gamma) \right] \rightarrow P(\pi_\Delta(x), D) \right\}, \quad (2)$$

де:  $y$  – вихідні сигнали моделей наступного шару;

$G(x, y)$  – функція оцінки якості глобальної функціональної залежності;



$G(\gamma)$  – задана функція оцінки якості.

Аналіз знань в сформованій таким чином базі модельних знань передбачає формування стратегій використання образів прикладними системами в ході вирішення поставлених завдань з підключенням експерта-аналітика (рис. 1).

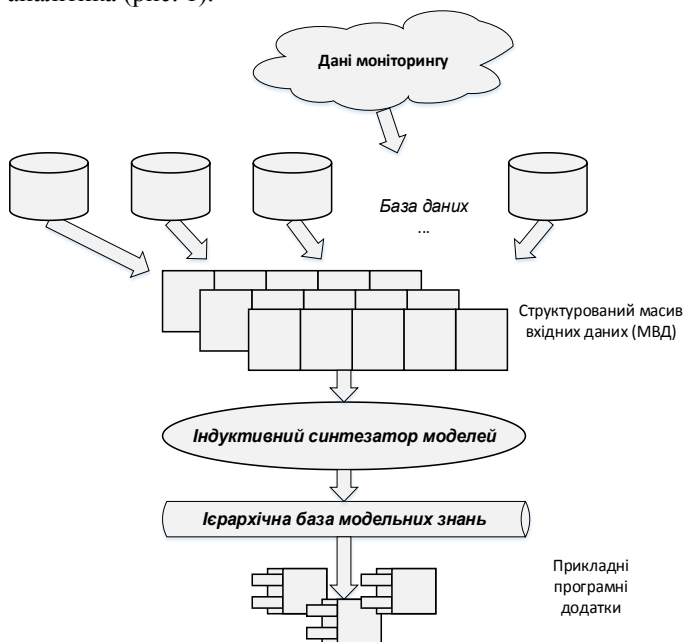


Рисунок 1. Архітектура адаптивної системи управління.

### **Висновки**

Запропоновано новий підхід до формування баз знань інтелектуальних систем управління розумним містом здатних до навчання і адаптації, згідно якому знання про об'єкт утворюються шляхом ієрархічного поєднання образів, які в свою чергу формують поля знань із багатовимірних моделей за принципами нестаточності прийняття рішень на кожному етапі управління.

### **Література**

1. Белоногов Г.Г., Кузнецов Б.А. Языковые средства автоматизированных информационных систем. – М.: Наука, 1983. – 288 с.
2. Попов Э.В. Искусственный интеллект: Кн.1. Системы общения и экспертные системы: справочник / под ред. Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – 464 с.
3. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. – М.: Радио и связь, 1985. – 372 с.
4. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоиздат, 1981. – 231 с.

5. Минский М. Фреймы для представления знаний. – М.: Энергия, 1979. – 151 с.
6. Слэйгл Дж. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1973. – 319 с.
7. Загоруйко Ю.А. Семантические сети и системы продукций. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1996. – 46 с.
8. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. – М.: Энергия, 1980. – 360 с.
9. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
10. Братко И. Язык PROLOG (Пролог): алгоритмы искусственного интеллекта. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2007. – 640 с.
11. Мартынов В.В. Основы семантического кодирования. – М.: ЕГУ, 2001. – 140 с.
12. Брябрин В.М. Ф-язык – формализм для представления знаний в интеллектуальной диалоговой системе // Прикладная информатика. Сб. статей. – М., 1981. – С. 73-103.
13. Гладун В.П. Растущие пирамидальные сети // Новости искусственного интеллекта. – 2004. – № 1. – С. 30-40.
14. Knight K. Unification: A Multidisciplinary Survey. // ACM Computing Surveys. – 1989. – V. 21. – N 1. – P. 93-124.
15. Abdul-Ghafour S., Ghodous P., Shariat B., Perna E.A Common Design-Features Ontology for Product Data Semantics Interoperability // IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI'07), 2007. – P. 443-446.
16. Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища. Монографія./ С. В. Голуб. – Черкаси : Вид. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с.
17. Madala H.R., Ivakhnenko A.G. Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling. – CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 1994. – 373 p.

### **Інформація про авторів:**

**Сергій Голуб** – Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна; e-mail: [fpkpk@ukr.net](mailto:fpkpk@ukr.net)

Коло наукових досліджень: інтелектуальний аналіз даних, інформаційні технології багаторівневого моніторингу, технології підтримки прийняття рішень, індуктивне моделювання складних систем.

**Ірина Жирякова** – Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна; e-mail: [irena\\_zh@ukr.net](mailto:irena_zh@ukr.net)

Коло наукових досліджень: системи штучного інтелекту, інтелектуальний аналіз даних, інформаційні технології багаторівневого моніторингу, технології підтримки прийняття рішень, багаторівневе моделювання складних систем.

*Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

**KNOWLEDGE MODEL BASE AS EFFECTIVE ADAPTIVE  
MANAGEMENT TOOL FOR SMART SITY**

*Serhii Golub – Bohdan Khmelnytsky National University at Cherkasy, Ukraine;  
e-mail: [fpkpk@ukr.net](mailto:fpkpk@ukr.net)*

*Major Fields of Scientific Research: Data Mining, Information Technology Of Multi-Level Monitoring, Decision Support Technology, Inductive Modeling Of Complex System.*

*Iryna Zhyriakova – Bohdan Khmelnytsky National University at Cherkasy, Ukraine;*

*e-mail: [irena\\_zh@ukr.net](mailto:irena_zh@ukr.net)*

*Major Fields of Scientific Research: Artificial Intelligence System, Data Mining, Information Technology Of Multi-Level Monitoring, Decision Support Technology, Multilevel Modeling Of Complex System.*

**Abstract:** *Decision-making in many areas is not a trivial task that requires analyzing and data processing a large quantities of information coming from the outside to argumentation this process. Therefore the automation of decision-making is the important task for development any intellectual system, because it means a complex analysis of existing approaches to work with the knowledge and models of their representation. The model of knowledge representation defines the architecture, features, properties of the system, acquisition of knowledge methods and work with them. Therefore, the actual practical task whose solution is proposed in this paper is development a new approach to the knowledge conceptualization for Smart Sity adaptive management tools create. This approach involves other principles of knowledge saving for inductive modeling that will simplify the procedure of new knowledge acquisition. New approach is based on the main items of the hierarchical multilevel system theory and on the method for complex systems multilevel modeling.*

**Keywords:** *decision-making, knowledge conceptualization, knowledge base, knowledge representation models, inductive and multilevel modeling of complex system, decision support system*

# БЕЗДРОТОВИЙ МОНІТОРИНГ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Грудзинський Юліан, Лукомський Ярослав



**Анотація:** Розглянуто використання технології сенсорних мереж для моніторингу об'єктів управління на прикладі грибниці. Наведені функціональна структура типової сенсорної мережі та структура її зв'язків. А також виділено основні переваги використання розглянутої технології.

**Ключові слова:** бездротовий моніторинг, промислова система, сенсорні мережі

## Загальний огляд

Концепція сенсорних мереж АСУТП не передбачає обов'язковість місця людини при обслуговуванні, так як елементи мережі – датчики фізичних величин (сенсори) стають дедалі більш самостійними. Їх задачею є не тільки сприймання навколишнього світу за допомогою сенсорів, але і самостійний обмін інформацією з вищестоячим рівнем та один з одним в єдиній безпроводній мережі, що надає необхідну гнучкість та надійність низовій ланці збору первісної інформації в АСУТП [1].

Сьогодні технологія бездротових сенсорних мереж на основі протоколів стандартів 802.15.4/ZigBee є тією технологією, за допомогою якої можна вирішити завдання моніторингу та контролю, які критичні до часу автономної роботи датчиків. Об'єднані в БСМ датчики утворюють розподілену, самоорганізуючу систему збору, обробки і передачі інформації.

БСМ має здатність до ретрансляції повідомлень по ланцюжку від одного вузла до іншого, що дозволяє в разі виходу з ладу одного з вузлів організувати передачу інформації через сусідні вузли без значної втрати якості. Сама мережа визначає оптимальний маршрут руху інформаційних потоків.

БСМ може бути організована як сукупність підмереж або кластерів, пов'язаних центрами збору інформації, що виконують роль шлюзів взаємодії «сенсорна мережа - FieldBus». Шлюзи є більш складні програмно-апаратні пристрої, ніж сенсори, володіють значними обчислювальними можливостями і підтримують стандартні інтерфейси (такі як Industrial Ethernet, GPRS, IEEE 802.11, CAN та RS-485). Центри збору інформації можуть мати у своєму розпорядженні виходи на дротові мережі, потужний радіопередавач і менш залежні від обмежень в енергоспоживанні [2].

### Структура і побудова

На рис. 1. показано функціональну структуру БСМ на об'єкті управління технологічним процесом.



Рис. 1. Функціональна структура БСМ

На рисунку відображено ієрархію передачі інформації про стан технологічного процесу від датчика до керуючої системи SCADA супервізорного рівня.

На рис. 2. показано рознесення БСМ в просторі і зв'язок між вузлами мережі.

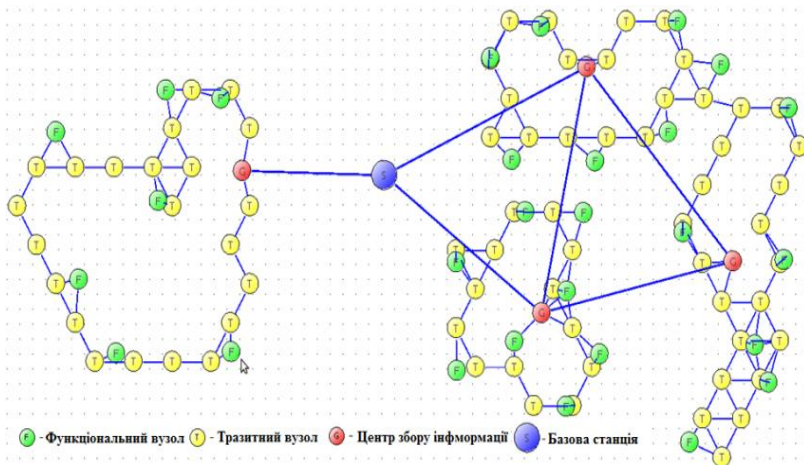


Рис. 2. Структура зв'язків в БСМ

На рисунку відображено ієрархію побудови мережі. Даний варіант показує побудову БСМ на основі чітко визначених ролей вузлів мережі. Так функціональний вузол займається тільки збором інформації, транзитний вузол – тільки передачею інформації по ланцюжку, а центр збору інформації передає всю інформацію на базову станцію. В більш універсальному вигляді – кожен вузол мережі може виконувати функції як збору, так і передачі інформації, а враховуючи, що даний вид мережі самоорганізуючий, то навіть при виході з ладу одного вузла – вся мережа залишиться стійкою і буде надалі виконувати свою функцію, на відміну від можливих наслідків виходу з ладу центру збору інформації. БСМ в першу чергу дають можливість зробити збір інформації більш достовірним - забезпечити доставку інформації з датчиків на базову станцію, а з неї – до оператора АСУ ТП.

Крім вищезазначеного потрібно відмітити, що БСМ є добремасштабованими та швидковідновлюваними – при виході з ладу певного датчика його можна замінити в якнайкоротші строки, без зупинки контролю та моніторингу, так як все що потрібно для цього: зареєструвати датчик в системі і встановити його у потрібному місці, а в ідеальному випадку задати йому ідентифікатор вузла, який «вийшов з гри».

### **Використання БСМ на прикладі грибниці**

Використовується декілька грибниць, розмішених територіально поряд одна з одною на площі декілька гектарів. Кожна з грибниць має 40 м довжину, 10 м ширину і 3 м висоту. Для автоматизації грибниці використовуються:

- датчики температури повітря і датчики вологості повітря, встановлені рівновіддалено один від одного і від стін грибниці;
- датчики температури та датчики вологості субстрату, встановлені у випадкових місцях грибниці;

•датчик концентрації вуглекислого газу, встановлений в центрі грибниці.

Для виконання керуючих команд використовуються насоси для поливу та живлення теплообмінного апарату, двигун вентиляції та електропривід триходового клапану, який керує температурою теплоносія.

Частина з цих датчиків та актуаторів може грати роль транзитних вузлів для поліпшення зв'язку в середині кожної грибниці.

Інформація з датчиків через транзитні вузли поступає на центр збору інформації кожної грибниці і далі на базову станцію. Базова станція, в свою чергу передає зібрані дані на контролер. Керуючий сигнал від контролера через базову станцію поступає по транзитним вузлам на функціональні вузли, які певним чином впливають на виконавчі механізми кожної грибниці (насоси, двигуни і т.д.).

За рахунок того, що схема автоматизації теплиці є масштабованою і може застосовуватись для об'єктів різних розмірів без додаткових структурних змін - використання БСМ в межах даного об'єкту покращує її функціональність та простоту обслуговування.

### **Висновок. Переваги використання**

Використання БСМ (бездротових датчиків та ZigBee протоколу) дозволяє швидко створювати надійні системи моніторингу для наступних технологічних об'єктів АСУ ТП:

- які потребують великих масштабів, але для яких відсутня фізична можливість прокладати дротові з'єднання до кожного з датчиків (для надто розгалужених або масштабних підприємств);

- коли прокладка кабелю заборонена;

- які потребують стійкості і надійності роботи в непередбачуваних або жорстких умовах експлуатації (датчики та актуатори працюють у умовах рентгенівського опромінювання, піддаються великим навантаженням або активному впливу шкідливої середовища);

- нараховують великі часові інтервали між обслуговуванням обладнання. Достатньо мале енергоспоживання дозволяє датчикам працювати роками без підзарядки, а враховуючи розвиток цього сектору, датчики можуть стати витратним матеріалом, який простіше замінити, чим підзарядити.

### **Список використаних джерел**

1. Зеленин А.Н. Беспроводные сенсорные сети как часть инфокоммуникационной структуры [Текст]/ А.Н. Зеленин, В.А. Власова// Научные технологии в инфокоммуникациях: обработка и защита информации: коллективная монография/ под ред. В.М. Безрука, В.В. Баранника. – Харьков: Компания СМІТ, 2013. – С. 184-193.

2. Сергиевский М.В. Беспроводные сенсорные сети. Ч. 2. [Электронный ресурс] / КомпьютерПресс, 2008. – Режим доступа: <http://www.compress.ru/article.aspx?id=18943&iid=877>. – Назва зі сторінки Інтернету.

### **Інформація про авторів:**

**Грудзинський Юліан** – ст. викладач каф. АТЕП ТЕФ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», Україна;

е-mail: [jug@sonettele.com](mailto:jug@sonettele.com)

тел.. 050-3115622

Основні сфери досліджень: вбудовані системи та системи реального часу, сенсорні мережі та комп'ютерна безпека промислових систем.

**Лукомський Ярослав** – магістр каф. АТЕП ТЕФ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», Україна;

е-mail: [yar.lukomsky@gmail.com](mailto:yar.lukomsky@gmail.com)

тел. 098-5264143

Основні сфери досліджень: Автоматизація, Мережева апаратура, Архітектура мережі, Розподілені системи обробки даних

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

#### **WIRELESS MONITORING OF PROCESS CONTROL OBJECTS BASED ON TECHNOLOGY OF SENSOR NETWORKS.**

*Yulian Grudzynsky, Yaroslav Lukomsky*

**Abstract:** *Sensor networks technology using for monitoring control objects on the example of the chamber for growing mushrooms. Functional structure of a typical sensor network structure and its connections are shown. And also highlighted the main advantages of the researched technology.*

**Keywords:** *wireless monitoring, industrial systems, sensor networks*

#### **ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ПЕТРІ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВРАЗЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Давиденко Павло

**Анотація:** Розглядається моделювання процесів управління ризиками інформаційної безпеки шляхом побудови моделі ідентифікації вразливостей та аналізу ризиків на основі розфарбованої мережі Петрі.

**Ключові слова:** інформаційна безпека, вразливість мережі, оцінка ризиків.

### **Вступ**

Методи , які використовуються в сучасних системах виявлення вразливостей (СВВ) є досить ефективними, якщо відомі точні



характеристики атаки або загрози для інформаційної безпеки (ІБ). Проте тактика комп'ютерних атак на інформаційні системи (ІС) і, зокрема, мережеві варіанти атак постійно змінюються, наприклад, з появою нових технологій GPRS, Wi-Fi та ін. В подібних ситуаціях першочергове значення набуває вміння скористатися доступною інформацією про всі потенційні загрози ІБ.

### **Основна частина**

На сьогоднішній день існує багато робіт, які розкривають різні підходи до моделювання атак: мережі Петрі, метод аналізу зміни станів, емуляція вторгнень в послідовному і паралельному режимах, причинно-наслідковий модель, концептуальні моделі комп'ютерних вторгнень, описові моделі мережі і зловмисників, структурований опис на базі дерев, моделювання "виживання" комп'ютерних систем, об'єктно-орієнтоване дискретне подієве моделювання, модель запит / відповідь для комп'ютерних атак, ситуаційне обчислення і цілеспрямований виклик процедур, використання графів атак для аналізу вразливостей тощо.

Одним з найважливіших показників ефективності функціонування ІС є захищеність, поряд з такими показниками як надійність, відмовостійкість, продуктивність і т. д. Під захищеністю ІС зазвичай розуміють ступінь адекватності реалізованих в ній механізмів захисту інформації від існуючих в даному середовищі функціонування ризиків [1], пов'язаних із здійсненням загроз безпеки, що порушують такі властивості інформації, як конфіденційність, цілісність і доступність.

Типова методика включає використання наступних методів [2]:

- дослідження вхідних даних ІС;
- оцінка ризиків, пов'язаних із здійсненням загроз безпеки щодо ресурсів ІС;
- аналіз механізмів безпеки організаційного рівня і політики безпеки організації щодо забезпечення режиму інформаційної безпеки, а також їх адекватності існуючим ризикам;
- ручний аналіз конфігураційних файлів маршрутизаторів, міжмережєвих екранів і проксі-серверів, які здійснюють управління міжмережєвими взаємодіями, поштових і DNS серверів, а також інших критичних елементів мережевої інфраструктури.

На етапі експлуатації комп'ютерних систем для аналізу вразливостей і визначення рівня захищеності можуть використовуватися дві основні групи методів: пасивні та активні. Активне тестування системи захисту полягає в емуляції дій потенційного зловмисника по подоланню механізмів захисту. Пасивне тестування передбачає аналіз конфігурації операційної системи (ОС) і програм за шаблонами з використанням списків перевірки. Тестування може проводитися вручну, або з використанням спеціалізованих програмних засобів. Існує безліч систем аналізу захищеності (CA3), що функціонують на етапі експлуатації, наприклад, Retina, Internet Scanner, CyberCop Scanner, Nessus Security Scanner тощо. Їх основними недоліками є:

1) відсутність відповіді на питання: "Які помилки в політиці безпеки були виявлені в процесі сканування?";

2) використання активного аналізу вразливостей для функціонуючої системи може призвести до порушення працездатності окремого сервісу або системи в цілому і т.д.

Серед методів, що використовуються в СВВ, можна виділити два напрямки: одне спрямоване на виявлення аномалій в захищається системі, а інше - на пошук зловживань.

Традиційними способами забезпечити гарантований захист ІС в умовах впливу комп'ютерних атак здається малоімовірним. Недосконалість засобів захисту інформації призводить до того, що в реальних умовах застосування ІС невідомі атаки долають границі протидії і вчиняють деструктивний вплив на систему.

Наявність факторів невизначеності апріорних знань про характеристики сценарію інформаційних акцій порушника і засобах реалізації атак, складність процесів управління і захисту інформації ІС призводить до необхідності створення комп'ютерних моделей для оцінки захищеності ІС [3].

### Модель аналізу ризиків інформаційної системи

Якість аналітичних моделей оцінки інформаційної безпеки ІС має обмежену точність та достовірність. Підвищення цих показників можливе при імітаційному моделюванні ІС за допомогою мереж Петрі [4].

Покажемо на прикладі використання розфарбованих мереж Петрі, модельованих у системі CPN Tools для побудови моделі аналізу ризиків інформаційної системи.

У системі моделювання CPN Tools розфарбовані мережі Петрі являють собою комбінацію графа мережі Петрі та мови програмування CPN ML, використовуваної для опису атрибутів елементів. Фішка розфарбованої мережі Петрі - елемент абстрактного типу даних, який зазвичай називається кольором [5].

Структурно модель оцінки ризиків ІС включає в себе елементи представлені на рис. 1.

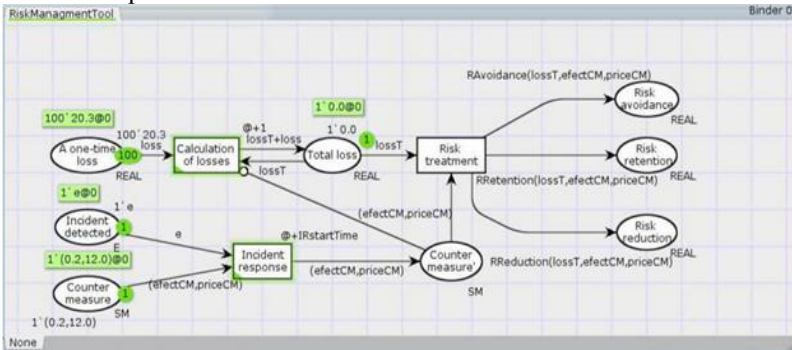


Рис. 1. - Модель обробки ризиків інформаційної безпеки

Представлена мережа Петрі (рис. 1) складається із 8 позицій та 3 переходів. Значення у позиції *A one time loss* сигналізує про кількість потенційних порушників та єдиноразові збитки від дій порушника, значення у позиції *Total loss* – загальні збитки до вжиття заходів захисту, наявність фішки у позиції *Incident detect* свідчить про факт, що інцидент виявлено через проміжок часу *IRstartTime*, фішка в позиції *Countermeasure* сигналізує про наявність заходу захисту проти загрози. Перехід *Incident response* використовується для демонстрації, що вживаються заходи для подолання інциденту, перехід *Calculatoin of losses* використовується для розрахунку загальних збитків, перехід *Risk treatment* використовується для обрання варіанта оброблення ризику.

У моделі використано три основних типи фішок: стандартний тип *REAL*, який описує рівень збитків від реалізації загроз; тип *SM*, який описує засоби захисту (а саме їх вартість та відсоток незахищеності, який залишиться після його впровадження); тип *E*, який в даній моделі використовується формально для демонстрації можливості факту виявлення інциденту безпеки.

Функція *RAvoidance* використовується для перевірки відповідності вимозі ухилення від ризиків, *RRetention* – утримання ризиків, *RReduction* – зниження ризиків.

Оголошення *IRstartTime*, яке визначає час від моменту настання інциденту до його розв'язання, тобто вживання заходів та/або засобів захисту, *RACriteria* – критерій прийняття ризиків, *Profit* – прибуток установи за певним процесом або в цілому.

Зміна *loss* описує збитки в результаті єдиноразової реалізації загрози, *lossT* – загальні збитки, які буде нанесено організації до моменту вжиття заходів захисту, *priceCM* – вартість засобів захисту інформації, *efectCM* – небезпека, яка залишиться після використання даного механізму.

### **Висновок**

Використовуючи мережі Петрі можна створити модель ідентифікації вразливостей ІС, що дають можливість отримати цілісне представлення про ризики ІБ незалежно від розмірів системи. Моделі, розроблені за допомогою мереж Петрі дають змогу підвищити рівень захисту ІС і зменшити рівень загроз та затрат ресурсів на наслідки вторгнень.

### **Література**

1. Котенко Д.О. Метод оценки риска информационной безопасности на основе сценарного логико-вероятностного моделирования/ Котенко Д.О. – С.-Пб., 2010. – 16 с.
2. Вовченко В. В., Степанов И. О. Організаційні проблемизахисту інформації. - К.: Академія, 2003 .- 48-65с.
3. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб./ І.В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
4. Кузьмук В.В. Сети Петри и моделирование параллельных процессов. – К.: ИПМЕ, 1985. – 64 с.

5. Зайцев Д.А. Исследование эффективности технологии MPLS с помощью раскрашенных сетей Петри/ Зайцев Д.А., Сакун А.Л. – [http://teka.rulitru.ru/docs/2/1025/conv\\_1/file1.pdf](http://teka.rulitru.ru/docs/2/1025/conv_1/file1.pdf)

### **Інформація про автора:**

**Давиденко Павло Сергійович** – Чернігівський Національний Технологічний Університет, м. Чернігів, вул. Шевченка 95  
**Стеценко Інна Вячеславівна** – Чернігівський Національний Технологічний Університет, м. Чернігів, вул. Шевченка 95  
Область досліджень: програмна інженерія, моделювання інформаційних систем

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

#### **USING PETRI NETS FOR RISK ASSESSMENT OF VULNERABILITY OF INFORMATION SYSTEMS**

*Pavlo Davydenko*

**Abstract:** *We consider the modeling of risk management processes of information security by constructing a model of identifying vulnerabilities and risk analysis based on painted Petri net.*

**Keywords:** *information security, network vulnerability, risk assessment.*

#### **МЕТОД ПІДГОТОВКИ ЗОБРАЖЕННЯ ДО РОЗПІЗНАВАННЯ В СИСТЕМАХ ВІДЕОПОСТЕРЕЖЕННЯ**

Длужевський А.О.



У тезах йдеться про метод автоматичного підбору способу корекції зображення в системах відеоспостереження для підготовки зображення до подальшого аналізу з використанням різних способів ідентифікації

об'єктів на зображенні. Дана інформація є цінною при створенні систем комп'ютерного зору, що працюватимуть в умовах мінливого середовища, де характеристики зображення сцени можуть змінюватися в часі.

Результат роботи алгоритмів аналізу зображення напряму залежить від вхідних даних. Тобто від зображення з певними параметрами. До параметрів зображення можна віднести яскравість, контрастність, рівень цифрового шуму. Обробивши належним чином вхідне зображення, можливо суттєво полегшити задачу аналізу зображення та ідентифікації об'єктів на ньому.

Проблема виникає при аналізі візуальних сцен, в яких динамічно змінюються певні характеристики, такі як: зміна освітлення, що пов'язана з часом доби, погодними умовами, тощо. Ручне налаштування параметрів зображення при зміні характеристик сцени в часі вимагає значних витрат ресурсів. Таким чином, існує необхідність налаштування параметрів попередньої обробки зображення.

Одним з підходів до вирішення даної проблеми є побудова експертної моделі та алгоритмів логічного виводу рішень щодо застосування тих чи інших засобів коригування параметрів зображення в системах відеоспостереження. До таких засобів відносять корекції яскравості та контрасту, гамма-корекцію, застосування фільтрів для зменшення рівня шуму, переведення зображення в градації сірого, тощо.

Процесу ідентифікації об'єктів на відео зображенні, передують попередня обробка зображення, що є ланцюжком перетворень даного зображення у вигляд, що полегшить його аналіз.

Метод Бредлі-Рота для бінаризації зображень показує гарні результати при однорідному фоні, а також має низьку чутливість до низько контрастних деталей зображення (Рис. 1). При використанні методу Бредлі для бінаризації низько-контрастного зображення (Рис. 1а) ігнорується переважна частина тіней на зображенні, що спростить подальшу ідентифікацію об'єктів, на відміну від використання високо контрастного зображення (Рис 1б). В даному випадку початкове зображення дає прийнятний результат (Рис. 1д), однак використання результату бінаризації менш контрастного зображення дасть перевагу при ідентифікації людини за допомогою ознак Хаара. Тобто такі особливості, свою чергу, можуть бути використані для підвищення точності виділення об'єктів на зображенні.

Для підвищення точності виділення об'єкту за використання методу Бредлі можна попередньо до бінаризації застосувати алгоритм вилучення фону з зображення (Background subtraction). Таким чином будуть вилучені всі пікселі зображення, що відносяться до фону, що не буде утворювати завад для подальшого аналізу.

Базуючись на отриманих результатах можна сказати, що оскільки метод бінаризації Бредлі-Рота чутливий до контрастності зображення, оптимальний результат бінаризації може бути досягнений при певних значеннях контрасту зображення.

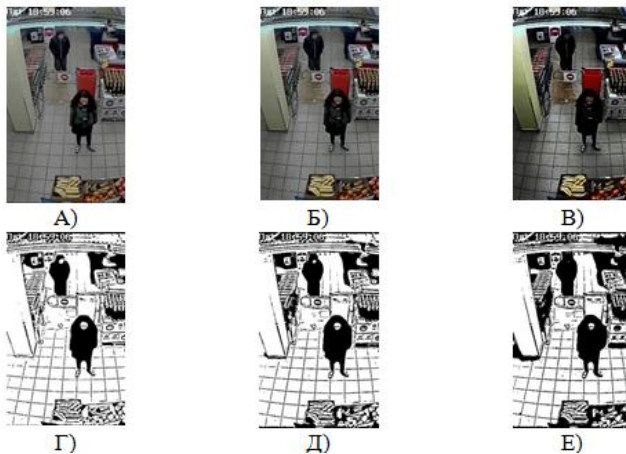


Рис. 1. Вплив рівня контрасту початкового зображення на результат бінаризації методом Бредлі-Рота а) зображення з 0.3 від початкової контрастності б) зображення з початковою контрастністю в) зображення з 1.7 від початкової контрастності, г,д,е) бінаризовані зображення а,б,в відповідно.

У випадку, якщо рівень контрасту зображення зависокий необхідно його зменшити до оптимального рівня, в іншому випадку — збільшити його. Контраст зображення (так як і його яскравість) можуть змінюватися в залежності від часу доби, погодних умов, тощо. Таким чином існує потреба коригувати параметри вхідного зображення під час роботи системи.

Для вирішення задачі автоматичної корекції параметрів зображення в системах комп'ютерного зору пропонується використовувати експертну систему. Тому представлена така логіко-лінгвістична модель:

Об'єкт управління (ОУ) — система аналізу об'єктів на відео зображенні.

Ситуація, що потребує управлінського впливу — недостатній або завеликий контраст елементів зображення.

Елемент ОУ, який є місцем прояви збійної ситуації — вхідне зображення (а).

Характеристика стану елемента ОУ — значення контрастності зображення  $k(a)$ .

Необхідний результат реалізації управлінського рішення — приведення контрастності зображення до встановленого оптимального рівня [ОПТ( $k(a)$ )].

Можливі управляючі операції:

- Збільшити контрастність зображення [збільш\_КТРСТ];
- Зменшити контрастність зображення [зменш\_КТРСТ].

Елемент ОУ, який є місцем реалізації керуючої операції — програмний модуль попередньої обробки зображення (б)

Необхідні умови виконання управлінських операцій корекції контрастності зображення:

- недостатній рівень контрастності зображення [НЕДОСТ( $k(a)$ )];
- зависокий рівень контрастності зображення [ЗВИС( $k(a)$ )].

Ресурси, необхідні для реалізації управляючої операції:

- неоптимальне значення контрастності зображення  $a$  [КТРСТ( $a$ , неопт)];

Вирази, що описують можливі способи впливу на ОУ:

$$\forall a \forall b [НЕДОСТ(k(a)) \& РЕАЛ(збільш\_КТРСТ(a)) \rightarrow ОПТ(k(a))]$$

$$\forall a \forall b [ЗВИС(k(a)) \& РЕАЛ(змени\_КТРСТ(a)) \rightarrow ОПТ(k(a))]$$

де РЕАЛ – предикат, що має зміст «бути реалізованим».

Вирази, що описують умови реалізації управляючих операцій:

$$\forall a \forall b [КТРСТ(a, неопт) \rightarrow РЕЗ(збільш\_КТРСТ(a))]$$

$$\forall a \forall b [КТРСТ(a, неопт) \rightarrow РЕЗ(змени\_КТРСТ(a))]$$

де РЕЗ – предикат, що відображає наявність ресурсу.

Вираз, що означає необхідність реалізації управляючої операції за умов якщо вона може привести до необхідного результату та існування ресурсів для цієї операції.

$$\forall x [РІШ(x) \& РЕЗ(x) \rightarrow РЕАЛ(x)]$$

$$\forall a \exists x [РІШ(x) \rightarrow ОПТ(k(a))]$$

де РІШ – предикат, що відображає факт існування рішення задачі, яка розглядається.

Для корекції зображення за критерієм контрасту було побудовано експертну модель, що дозволяє приймати управлінські рішення за умови відхилення цієї характеристики зображення від встановленого оптимального значення. Оптимальне значення може варіюватися в залежності від інших характеристик та задачі аналізу відео зображення. На момент написання статті, досліджено вплив лише невеликої кількості виділених характеристик сцени на процеси попередньої обробки та ідентифікації об'єктів. Вплив інших характеристик буде проаналізовано в ході подальших досліджень. Застосування даної експертної моделі в системах комп'ютерного зору дасть можливість автоматично коригувати параметри зображення щоб задовольнити виконання поставленої перед нею задачі.

### Список літератури

1. Bradley D., Roth G. Adaptive thresholding using the integral image. / D. Bradley, G. Roth. // Journal of Graphics Tools. Volume 12, Issue 2. pp. 13-21. 2007. NRC 48816.

2. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072с.
3. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учеб. пособие. – Новосибирск.: Изд-во НГТУ, 2003. – 352 с.
4. Артамонов Є.Б., Масловський Б.Г. Вирішення проблеми використання якісної класифікації параметрів в інтелектуальних системах. // Електроніка і зв'язок: наук.-техн. збірник, тематичний випуск “Проблеми електроніки”, 2007 – Ч.3. – С. 77-79.

### **Інформація про автора:**

Длужевський А.О.- Національний авіаційний університет, Україна

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*These theses are about method of automatic selection of image correction technique in CCTV to prepare images for further analysis using different ways to identify objects in the image. This information is valuable in the field of computer vision systems that operate in a changing environment, where the characteristics of the image may change over time.*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗА ЇХНІМ СТАНОМ**

Житник Олег

Сучасне місто являє собою територію, що активно підвержена антропогенному впливу. Не є винятком і місто Славутич, на екологічний стан якого впливають забруднення промислових підприємств, автомобільного транспорту, енергетичних об'єктів і т.д. Всі викиди призводять до збільшення в атмосфері таких компонентів як оксид вуглецю, діоксид азоту, озон та ін.

Задля нормалізації сприятливих умов для життя навколо міст спеціально повинні створюватись і підтримуватись пояси зелених насаджень – зелені зони, основотворними елементами яких є дерева, чагарники та зелений покрив землі. Їхніми основними функціями для міста являються санітарно-гігієнічна та захисна, що заключаються у поглинанні оксиду вуглецю та розкладі інших токсинів, виробленні кисню, захисті від природних фізичних факторів та створенні мікроклімату для навколишніх територій.



Місто Славутич є достатньо забезпеченим територіями зеленої зони, але натомість усі насадження є вразливими і самі потребують захисту від руйнувань. Основним джерелом їх знищення, характерним як для Київської, так і для Чернігівської області, до яких має відношення місто Славутич, є лісові пожежі влітку. Також до несприятливих чинників для них можна віднести наявність значних джерел забруднень промисловими і побутовими відходами, несанкціоновану вирубку лісів чи санкціоновану для побудови ліній електропередач, прокладання доріг, розширення сільськогосподарських угідь та ін.

Для оперативного слідкування за площами зелених насаджень навколо міста та оцінки характеру та масштабності змін, яких зазнають зелені зони протягом часу, можна впровадити моніторинг за допомогою дистанційного зондування Землі [1], який буде складатися з двох стадій.

На першій стадії будуть виконуватися дослідження довколишніх насаджень за допомогою безпілотних літальних апаратів [2], що облаштовані цифровою фотокамерою. Завдяки пристрою аерофотозйомки можна буде отримати растрові зображення, на яких представлені ортофотоплани місцевості з просторовою роздільною здатністю аж до десятих частин метра за необхідності. В звичайному режимі ж можна точково виконувати зйомку з менш дрібною просторовою роздільною здатністю, що дозволить проводити зйомку з більшої висоти та захоплювати більш великі площі територій за один знімок.

Після проведення зйомки отримані графічні дані завантажують до спеціалізованого програмного забезпечення (геоінформаційної системи), яке обробляє вхідні дані та видає результат, де вказуються фотографії та виділяються зони на них, які внаслідок аналізу успішно пройшли перевірку на неоднозначність ситуації та підозру в ураженні насаджень всередині досліджених територій місцевості.

Оскільки існує значний рівень вірогідності (наприклад, внаслідок несприятливих умов для зйомки в конкретний момент часу – розмитість зображення, засліплення відбитим світлом, сторонні об'єкти на знімку), що під час аналізу програми деякі області дослідження помилково потраплять до таких, які задовільняють умовам уражень, то вихідні дані геоінформаційної системи слід сприймати лише як потенційно уражені території насаджень. Щоб перекваліфікувати потенційно уражені території в території, що скоріш за все є ураженими, варто залучити експерта, який перегляне лише ті випадки, на які відреагувало спеціалізоване програмне забезпечення, та на основі власного досвіду зможе визначити остаточно, чи варто вдаватися до застосування другої стадії дослідження територій.

Під час другої стадії дослідження будуть ґрунтуватися на проведенні точкових наземних експериментів [2] саме в тих зонах, які на першій стадії досліджень були кваліфіковані як території, що скоріш за все є ураженими. В такому випадку експерти зможуть максимально точно визначити ознаки та величину уражень, на основі чого можна буде

вирішити шляхи припинення негативного впливу і відновлення стану зелених насаджень та оцінити рівень отриманих збитків.

Таким чином, запропонований підхід дозволить проводити ефективний моніторинг за станом зеленої зони міста Славутич завдяки інтеграції автоматизованого способу на першій стадії досліджень, що забезпечить здатність виконувати дослідження стану зеленої зони швидше та трудомішче та суттєво дозволить зняти навантаження з експертів від необхідності опрацювання всієї множини аерофотопланів зелених насаджень.

### **Список літератури**

1. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект, 2005. –352 с.
2. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли / А.А. Воробьева. – СПб. : СПбУ ИТМО, 2012. – 168 с.

### **Інформація про автора:**

**Житник Олег** - Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, [zhytnykoleh@gmail.com](mailto:zhytnykoleh@gmail.com)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*Annotation: In these theses of the report focus is set on the great role of green zone areas around a cities. In this review two-step approach to monitoring green zones condition on the example of Slavutych is considered. It is proposed during the first stage to make use unmanned aircraft for providing primary data and geographic information system to identify potentially affected areas of green zones. Often due to adverse conditions during the time of photographing the photos have high defect levels, that is why it is proposed to attract expert analysis. Thus, using peer review it is able to identify areas that are most likely affected. During the second stage of the green zones research it is offered to apply land research for areas that are classified as likely affected. It was after the second stage of research experts can finally confirm or refute the suggestion received during the first stage of the lesion area on the green zone of the city.*

## ЕКОЛОГІЧНА КУЛЬТУРА ЯК КЛЮЧОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ ВІДПОВІДАЛЬНОЇ ОСОБИСТОСТІ

Заставнюк О.О.

Життя людини, її життєздатність і здоров'я повністю залежить від стану оточуючого середовища. На жаль, сьогодні своєю некерованою науково-технічною діяльністю, хижацьким природокористуванням, забрудненням середовища, неконтрольованим землекористуванням, розширенням рамок урбанізації, порушенням норм експлуатації природних ресурсів, переважанням матеріальних потреб над духовними людина різко порушила рівновагу природного середовища [6], що, в свою чергу, зумовлює екологічні локальні та глобальні проблеми. Тому постає нагальна потреба у вихованні відповідальної молоді з високим рівнем екологічної, моральної культури.

Основною метою сучасної освіти є підготовка дитини до життя та формування у неї ключових компетентностей. В загальному розумінні компетентність визначена, як «динамічна комбінація знань, способів мислення, поглядів, цінностей, навичок, умінь, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [10, с.10]. А екологічна грамотність особистості є однією з десяти ключових компетентностей, які визначені у Концепції нової української школи. Екологічна грамотність розкривається через «уміння розумно та раціонально користуватися природними ресурсами в рамках сталого розвитку, усвідомлення ролі навколишнього середовища для життя і здоров'я людини, здатність і бажання дотримуватися здорового способу життя» [10, с.12]. Поняття «екологічна культура особистості» включає у себе не тільки рівень оволодіння нею тією чи іншою сферою знання, а й рівень вихованості та освіченості людини, спосіб її поведінки, ставлення до інших людей та природи.

На жаль, стан навколишнього середовища погіршується, людина продукує велику кількість сміття, безжалюно використовує (знищує) природні ресурси, що веде до екологічної катастрофи. «Це дає підстави говорити про низький рівень екологічної грамотності не якоїсь групи людей, суспільства, регіону, а й усього людства в цілому» [11, с. 468]. Про раціональне використання ресурсів, економію енергії та води, дбайливе ставлення до природи активно почали говорити після 1969 року, а у 1970 році вперше відзначили День Землі. Але початок екологічної освіти закладено на початку XVIII століття, коли Жан-Жак Руссо в своєму трактаті «Еміль, або Про виховання» наголошував на важливості освіти, яка зосереджена на довкіллі. Першими курс «Охорона природи» почали викладати в Україні на початку 50-х рр. в Одеському університеті, а у 1970 році були затверджені програми обов'язкового курсу «Охорона природи» для інститутів.

Мету, завдання й принципи екологічної освіти виклали у своїх працях І.Д. Зверев, О.М. Захлебний, визначивши теоретичні й методичні засади побудови системи екологічної освіти та її змісту в середній школі [8; 9]. Серед особливостей екологічної освіти необхідно відмітити наступні:

- її кінцевою метою є формування екологічної свідомості і громадянської позиції, а не тільки оволодіння певною сумою знань і вмінь;

- носієм екологічної свідомості, який детермінує вчинки є все населення країни, в ідеалі – планети, а не тільки певні групи людей;

- комплексний характер екологічної освіти і виховання означає його реалізацію засобами різноманітних предметів.

На сучасному етапі вчені підкреслюють важливість формування нової ціннісної парадигми взаємин з природою, яка передбачає відповідальність людини за навколишній світ перед нащадками, урівноважує потреби суспільства і можливості природи, встановлює паритетні взаємини між людиною і природою [2, с. 9].

У сучасній школі у навчальний процес введені предмети «Я у світі», «Природознавство», «Основи здоров'я», «Людина і світ», «Екологія», які спрямовані на формування екологічної свідомості учня, вчителі проводять комбіновані уроки, включаючи питання екології у свій предмет. Також організуються різноманітні позакласні виховні заходи: індивідуальні (збирання насіння рослин; виготовлення годівниць і підгодовування птахів у зимовий час тощо); групові (екскурсії в природу, випуск стіннівок тощо); масові заходи (тижні біології, екології та здоров'я людини; вечори, конференції, вікторини, лекції, конкурси, засідання клубів юних любителів природи; години спілкування, Свято зустрічі птахів тощо).

Специфіка екологічної освіти полягає в тому, що вона повинна носити випереджувачий характер, тобто у свідомості людини повинна відбуватись постійна оцінка можливих наслідків втручання у природу. У формуванні екологічної культури особливе місце займають дискусії. Проблемність у поєднанні з груповим обговоренням створюють ситуацію «конфлікту» ідей. Це можуть бути і міжпредметні уроки-дискусії, коли на дану проблему дивляться з різних позицій.

Подальше існування людства можливе лише за умов підпорядкування діяльності людини законам природи і вирішення екологічних та енергетичних проблем, а для цього необхідні кардинальні зміни у людській свідомості. Потрібні чітко визначені та добровільно прийняті обмеження і заборони щодо використання природних ресурсів, зміни стереотипів поведінки, механізмів економіки і соціального розвитку.

Отже, екологічна культура є ключовою компетентністю відповідальної особистості. Поняттям «культура особистості», як правило, позначається рівень вихованості та освіченості людини, рівень оволодіння нею тією чи іншою сферою знання або діяльності. Виходячи з актуальності екологічних проблем, екологічна культура людини є її гарантія існування у майбутньому.

Завдання закладів освіти разом з сім'єю та суспільством спрямувати всі зусилля на формування екологічної культури кожної дитини, усвідомлення нею, що бережне ставлення до оточуючого середовища є основою життя людини. Зрозуміло, що забезпечення ефективності екологічного виховання школярів без найактивнішої участі в ньому сім'ї, батьків неможливо. Батьки разом з учителями є організаторами життєдіяльності дитини [4, с. 1].

Екологічна культура в сучасній науці розглядається як складник розвитку загальносвітової культури, що характеризуються чітким усвідомленням важливості екологічних проблем в житті і майбутньому розвитку людства [12, с. 224]. Як цілісна система екологічна культура містить ряд елементів: систему *екологічних знань* – природничо-наукових, ціннісно-нормативних, практичних, які отримуються в процесі екологічної освіти; *екологічний світогляд*, що виробляється в процесі пізнавальної діяльності; *культуру почуттів*, що визначає ставлення до природи як до живого організму [12, с. 225]. Результатом взаємодії цих елементів є формування екологічно *доцільної поведінки*, яка повинна привести екологічні знання, світогляд, культуру почуттів у повсякденну норму [7, с. 219]. Головною умовою успішного формування в учнів екологічної культури є вміння поєднання навчального матеріалу екологічного змісту із практичною діяльністю школярів у природному середовищі. Отже, можна стверджувати, що екологічна культура буде мати місце тільки тоді, коли виражатиметься у діяльності [13, с. 37].

Формування екологічної культури має базуватися на відповідних принципах: загальності, тобто охоплювати все суспільство з урахуванням індивідуальних особливостей; комплексності екологічної освіти та виховання; безперервності – зобов'язує всіх суб'єктів діяльності в сфері екологічної освіти та виховання забезпечити узгоджений процес на всіх ступенях освіти – дошкільного, шкільного, вузівського і післядипломного.

У навчальних закладах нашого міста в рамках реалізації демонстраційного Грантового проекту «Пілотний проект з реалізації Плану дій сталого енергетичного розвитку м. Славутич до 2020 року – здійснення термомодернізації 2-х муніципальних об'єктів бюджетної сфери» протягом року були проведені заняття для вихованців ДНЗ, учнів ЗНЗ та педагогів. Метою занять було привернення уваги дітей, учнів, батьків та педагогів до екологічних та енергетичних проблем України та ознайомлення із способами економії тепла і води. Всі учасники занять (600 дошкільників і 1200 учнів) отримали яскраві буклети із правилами економії.

Для запобігання екологічній кризі потрібна висока екологічна свідомість кожної людини. Як писав В.І. Вернадський, ми повинні переглянути всі основи нашого життя у відношеннях до природи, її живої частини – біосфери, а отже, і до самих себе. Не зробивши цього, людство буде приречене на такі еволюційні зміни, які стануть не сумісними з його подальшим існуванням [5].

Підводячи підсумок, підкреслимо, що проблема екологічного виховання існує давно, і залишатиметься актуальною, поки існуватиме і розвиватиметься суспільство. Але правильне екологічне виховання дозволить запобігти багатьом екологічним проблемам людства.

Отже, екологічна культура – це органічна єдність розвиненої екологічної свідомості та поведінки людини. Основними критеріями екологічної культури є: розуміння сучасних екологічних проблем, усвідомленість відповідальності за збереження природи та активна діяльність щодо збереження оточуючого середовища. А мета освітньої системи полягає у формуванні екологічної культури особистості всіма можливими засобами для забезпечення її відповідальної поведінки в майбутньому.

### Література

1. Алексеев З. У., Симонова Л. У. Ідея цілісності у системі екологічного освіти молодших школярів // Початкова школа. – 1999. – №1. З. 19-22
2. Варго О.М. Екологічна свідомість як умова становлення екологічного суспільства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. філос. наук : 09.00.03 / Харківський університет повітряних сил імені Івана Кожедуба. – К., 2007. –19 с.
3. Василенко Г.М. Екологічна освіта та виховання / Г.М. Василенко // Початкова школа – 2007. – № 6. – С. 6-8.
4. Вербицький В.В. Соціально-педагогічна концепція екологічної освіти / В.В. Вербицький // Початкова школа. – 2007. – № 6. – С. 1 – 6.
5. Вернадский В. И. Биосфера : Избранные труды по биологии. – М. : Наука, 1967. – 351 с.
6. Войтович А.Ю. Екологічне виховання учнів початкових класів загальноосвітньої школи (друга половина ХХ століття) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки» / А. Ю. Войтович // Дрогобицький державний педагогічний ун-т ім. І.Франка. – Дрогобичі, 2016. – 23 с.
7. Дерябо С.Д. Экологическая педагогика и психология / С.Д. Дерябо, В.А. Ясвин. – Ростов-на-Дону. : «Феникс», 1996 – 480 с.
8. Захлебный А.Н. Экологическое образование школьников / А.Н. Захлебный. – М. : Педагогика, 1983. – 240 с.
9. Зверев И.Д. Основные направления экологического образования школьников / И.Д. Зверев. – М. : Наука, 1989. – 55 с.
10. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року. – К., 2016. – 40 с.
11. Крисаченко В. С. Екологія. Культура. Політика: Концептуальні засади сучасного розвитку / В. С. Крисаченко, М. І. Хилько. – К.: Знання України, 2002. – 598 с
12. Курняк Л.М. Формування екологічної культури як пріоритет сучасної освітньої політики / Л.М. Курняк // Мультиверсум.

13. Філософський альманах : зб. наук. праць. – 2006. – Вип. 56. – С. 223 – 227.
14. Логвиненко В.М. Теоретичні основи феномену екологічної культури / В.М. Логвиненко / Вісник НТУУ «КПІ». Філософія. Психологія. Педагогіка. – 2011. – Вип 3. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://novyn.kpi.ua/2011-3/06-filos-Logvynenko.pdf>.
15. Николаева С.Н. Теория и методика экологического образования детей. Учебное пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. – М. : Академия, 2002. – 336 с.
16. Пономаренко Л.В. Екологічне виховання молодших школярів у процесі навчання / Л.В. Пономаренко. – Х. : «Основа», 2009. – 143 с.

### **Інформація про автора:**

**Заставнюк О.О.**- Славутицький міський методичний центр

## **DEVELOPMENT MATTER- PHYSICAL MODEL OF COMPONENTS OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT LOOKING TO SAFE DISPOSAL OF RADIOACTIVE AND OTHER TOXIC WASTES WITH RESULTS OF PETROGRAPHIC AND PETROPHYSICAL STUDY**

Olena Ivanik, Mykhailo Tolstoy, Oleksandr Shabatura, Natalia Kostenko, Andriy Mazko

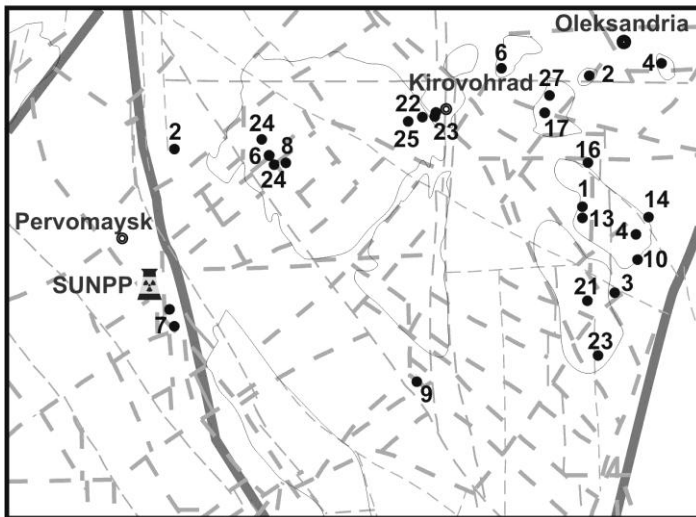
**Abstract:** The choice of geological site for disposal of radioactive waste system among selected geological objects should be carry out according to pre-set of demands to guarantee long-term safety of geological storage. It also will be useful to include activities such as physics, chemistry, materials, geology, hydrogeological, environmental or other engineering studying. Analysis of matrix of all geological and geophysical characteristics of the geological objects allowed to select the most "informative" parameters and determine their ranks. Statistical tests revealed the reliable correlation connections with fissure permeability have small set of petrophysical values: elastic, porosity and radioactivity as the very high-ranked parameters of researched model. They can be successfully used for selection criteria of geological site. Clusterization and factorization of some territorial groups of rocks have determined 4 category of rocks. The distinction between different categories of rocks based on using of the developed classification functions. The application of given statistical approach for treatment of petrophysical data involves calculation of numerical ratings parameters, development of classification functions and assigning different territorial groups of rocks to the categories "conditionally suitable" and "conditionally unsuitable". Also it was performed a practical task, the development of a location scheme of available sites for disposal of radioactive waste system near South Ukrainian Nuclear Plant.

**Keywords:** granitoids; petrophysics; Ukrainian Shield; radioactive waste.

### Introduction

The long-standing question of modern nuclear power engineering is the problem of the safe disposal of radioactive wastes (RAW). It is important to accelerate studies of searching for a proper repository site. The hard porous rocks and sediments are commonly known as the sites of RAW burying. There are three main types of the host rock that are currently under investigation: 1) hardrocks (granites, granodiorites and other hard crystalline rocks); 2) sedimentary rocks (clays and marbles); 3) chemical deposit (rock salt). It was found out that the most favorable natural objects for disposal of RAW are crystalline rocks. Granite rocks are under investigation in Sweden, Finland, Czech Republic, Spain, Switzerland and other countries [1-3, 5, 8, 9]. In Ukraine, last recent developments of disposal concept attracted to granite massifs as the host rocks. A wide range of the host geological formations have been considered for deep repositories within the bounds of the Exclusion Zone of Chernobyl Nuclear Power Plant (on the northern of Kyiv, Ukraine) and on other areas. Similar geological formations are also occur near South Ukrainian

Nuclear Power Plant (SUNPP) but they still have an insufficient level of proper investigations (fig. 1).



**Figure 1.** Map location of granitoids petrotypes in adjacent area near SUNPP

Petrotypes: 1, 5 – Bokov'ian and Novoukrainsk charnockites; 2, 8, 9 – Novoprazhsky, Orehiv, Vozsiyatsk leucogranites; 3, 4 – Kam'iansk, Huriv tonalites; 6, 12, 18 – Adzhamsk, Zhezheliv, Kam'iansk granodiorites; 7 – Oleksandrivsk enderbite; 10 – Ingulets plagiogranit-gneiss; 11 – Bokov'ian quartz diorite; 13 – Ivaniv quartz monzonite; 14 – Ingulets plagiogranite; 16, 17, 19, 21 – 24, 26, 27 – Bokov'ian, Mytrofaniv, Novolazarev, Dolyn, Krupsk,



Kirovohrad, Novoukrainsk granites; 20 – Ruskopolyansk granosyenite; 25 – Krupsk quartz syenite.

The assessments and the research of the real crystalline rocks have been required for more detailed investigation their geomechanical, petrophysical characteristics, mineralogy and geochemistry. The main subject of the present invention is to provide a selection of the most favorable sites within geological boundaries based on a database of physical characteristics of leading petrotypes of granitoids rocks. Also the results allow to expand the available sites suitable for use as a depository; and secondly - to provide comprehensive physical and technical characteristics of the host rocks and improvement of geotechnical criteria set for the host rocks depository of RAW.

In accordance with the national and international regulatory requirements should be  $\phi$  consideration of the site of geological disposal of RAW on the basis a system evaluation of the requirements and criteria. For each characteristic in the research model received routinely its numerical value [4, 6] and criteria of their compliance or advantage. For example, the direct evaluation of safe requirements for geological disposal of RAW, have provided a reliable support for the performance-calculation results in Swedish investigations [8].

Our investigations will focus on the field of the physical properties of granitoids petrotypes of two large structures of Ukrainian Shield - Ingulska and Dniester-Buh megablocks. The second develops a method for petrophysical evaluation criteria of these geological objects. It provides both the qualitative (evaluation criteria) and quantitative (selection criteria) input to the assessment of the disposal model.

In this paper, the main goal will be focused on the developing criteria that takes into account a number of physical properties of the host rock disposal area and assessing their permeability are determines with calculation method.

### **Main material**

## **Nomenclature**

$P_t$	total porosity (%)
$P_{ef}$	effective porosity (%)
$V_P$	the velocity of propagation of longitudinal waves (m/s)
$V_S$	the velocity of propagation of transverse waves (m/s)
$AV_P$	coefficients of their anisotropy of $V_P$ (dimensionless)
$AV_S$	coefficients of their anisotropy of $V_S$ (dimensionless)
TR	total radioactivity ( $10^{-14}$ pA/kg)

$K_p$	permeability coefficient ( $\text{cm}^2$ )
$T_F$	bulk density of fissures
$b$	crack opening widths (cm)

For the purposes of safe disposal of RAW a key property of physical characteristics of rock massifs is an ability to maintain radionuclides inside the host rock, through extremely low permeability. Because gas and fluid permeabilities of rocks regulate mass and heat exchange RAW to the environment, provide control the geochemical, water-filtration processes and mechanical, thermal and geochemical properties of the host rock.

Commonly, it is found that igneous rocks have low porosity and have extremely low permeability. Faults and fractures cutting through the rock massifs can have higher porosities and permeabilities with significantly different groundwater flow and transport characteristics. It is known that in zones of increased fracturing, there are changes of the permeability is induced by electric, elastic and magnetic fields, thermal effects [9] that suggests to conduct measuring porosity, permeability, bulk density and elastic properties together with characterizing fractures and secondary porosity. The combine approach adopted in each project will be put to a performance assessment of a repository site.

Common physical characteristics of rocks and calculated value of permeability have been used. The elastic properties depend on many characteristics of rocks (mechanical properties, porosity, fractures), important to assess their influence to safety requirements. In general, rocks with high values of elastic parameters can be relatively more suitable for the deep geological repository and conversely these parameters would have to be included in an evaluation criterion. Total and effective porosity have different functions concerning the calculation of potential radionuclide release and migration and will build on research model data in different sophistication. As integral index, total radioactivity is connected with content of natural radionuclides in rocks could be use an indicator of geological suitability of petrotypes which describes of additional radiation risks (radiation, radioactive emanations generation). As well value of TR it seems to be sensible to significant variations between different varieties Pt and Pef. This parameter can be used to study the requirements for compliance with operational and long-term safety of the disposal.

### **Method**

Results of laboratory analyses of rock thin section samples together with appropriate petrophysical data used to assess a general value of permeability. The first step of investigation in determining the parameters of fissures: fissures opening widths, lengths and bulk density of fissures was supported through the microstudy of rock permeability in the large plane-parallel thin sections. The permeability of fractured rock can be approximately estimate through the

empirical equation (equation 1) that relates the permeability coefficient  $K_p$ ,  $T_F$  and  $b$  [6]:

$$k_p = \frac{b^3 T_f}{560} \quad (1)$$

Data analysis of show that empirical equation is suitable for the case of the presence of fissures of three directions in massif and the assumption of uniform their distribution.

Comparative analysis of the permeability distribution and a lot of physical properties of rocks have suggested that a clear connection of  $K_p$  with type of fissuring of rock that refers on "b- $V_p$ " trend. In the group of petrotypes that have system of unidirectional oriented fissures (so-called background fissuring),  $b$  value practically non depends from  $v_p$ . Overall it was supposed that  $b$  value with strong connection with  $V_p$  is limited by 50 microns. Fissures with widths greater then 50 microns are not belong to "background" type and may develop in the large cracks of rocks. Accordingly, rocks are having several types of the fissure implies the high values of anisotropy of elastic properties and, as rule, variable radioactivity, increased porosity and permeability including "fracture permeability".

The second step of investigation when data of fissure permeability and petrophysical characteristics are proceeded with appropriate statistical research methods: cluster analysis and principal components method. Objects clustering allow to divide dataset within the positive values of correlation coefficients into several hierarchical groups of petrotypes. Factors analysis has been used to reduce the total number of variables and determine the key "informative" and uncorrelated "non-informative" variables. The methodology described above is shown in the table 1.

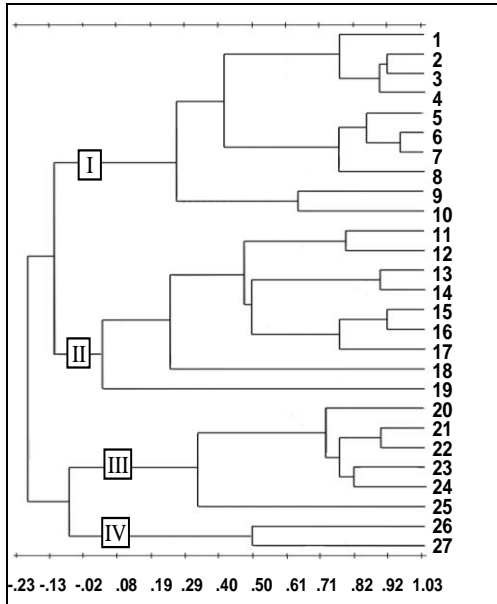
**Table 1. Methodology for evaluation of data of petrophysical analysis sequence**

№	Stage of study	Description
1	Characteristics in model	Fissure permeability and petrophysical characteristics
2	Verifying the results of the primary measurements	Check for uniformity of distribution of the characteristics
3	Correlation analysis of petrophysical characteristics and fissure permeability	Determination of correlation coefficients between fissure permeability and petrophysical characteristics of rocks allows to analyze variables with respect to their means and standard deviations

4	Determination of informative petrophysical characteristics	Determination of informative features with the most significance values of correlation coefficients and their ranks
5	Cluster analysis of petrophysical characteristics	Organizing observed data into meaningful structures allow to detect structure in the relationships between petrotypes that is to classify their by a set of petrophysical characteristics
6	Factor analysis of petrophysical characteristics	Informative petrophysical characteristics of petrotypes are reflected in the coordinates of eigenvalues of factors which allowed to perform their classification. Numerical values for partial factors and informative petrophysical characteristics can be determined on the basis classification matrix.
7	Classification criteria	Quantitative classification criteria (selection or evaluation) can be given in numerical values of informative petrophysical characteristics or their combinations of the rocks that are used to indicate favorable (or not favorable) of the safety indicator

## **Results**

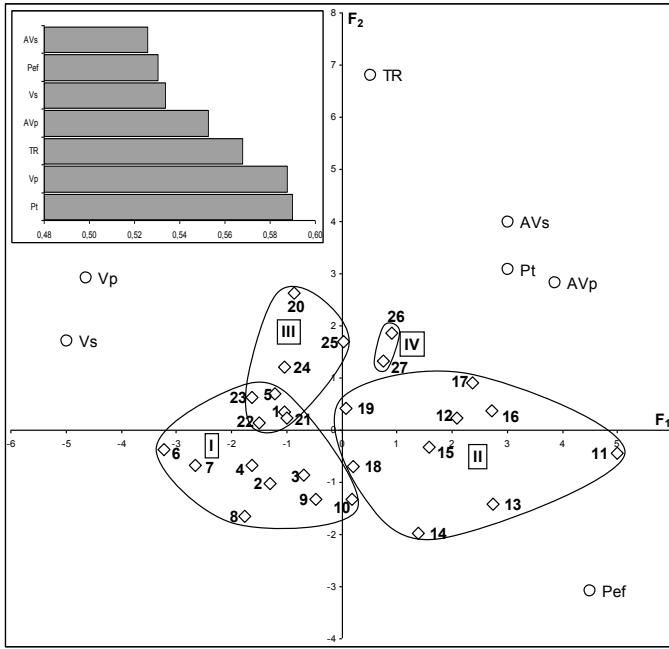
For determining potentially favorable sites for radioactive waste disposal in all samples of granitoids are defined the most informative petrophysical parameters; Pt, Pef, Vp, Vs, AVp and TR. Further correlation analysis allow to give various polar correlation coefficients between petrophysical parameters and values of fissure permeability. A degree of relationship between the geological objects is estimated with cluster analysis (fig. 2).



**Figure 2.** Tree diagram of linkage distance of petrotypes of Ingulsk and Dniester-Buh megablocks of Ukrainian Shield (I-IV - groups of rocks with positive values of correlation coefficients)

Four groups of rocks have been determined on the basis cluster analysis. Clusterization on the bases of positive correlation coefficients of granitoids rocks used in developing model that includes 4 (I, II, III, IV) main rock groups located in a plot of two significant positive factor loadings  $F_1$  and  $F_2$ .

Factors  $F_1$  and  $F_2$  are about 69% of the total variance. Significant positive factor loadings in a field  $F_1$  have (in descending order)  $P_{ef}$ ,  $AV_P$  parameters; as in a field  $F_2$  locates TR. In contrast, high negative factor loadings in field  $F_1$  are represented by  $V_P$ ,  $V_S$ ;  $F_2$  - Pef.  $F_1$  could be likened to a degree of fracturing of rock massif, so  $F_2$  should consider as part of the pore space that does not play a significant role in the natural filtration of fluids.



**Figure 3.** Factor diagram of figurative points of petrotypes of granitoids rocks of Ingulska and Dniester-Bug megablocks together with their petrophysical parameters in plot of factors  $F_1 - F_2$ . (Groups of rocks (I-IV) are refer to fig. 2 and petrotypes - fig. 1. The ranked eigenvalues of petrophysical characteristics are shown in appendix chart

In the field of positive factor loadings of  $F_1$  occur the points of rock groups II and IV. It was supposed that host rocks of groups II and IV would have the low potential isolating capacity, which qualitatively decreases towards the positive end of the axis  $F_1$ . In this direction calculated value of fissure permeability has tended to monotonous increasing. Second conclusion means that the search sites for safe storage and disposal should be limited by areas where common petrotypes of I and III groups.

Classification of petrotypes of single area based on complex of their physical properties that allow to get the generic permeability as important characteristics of host rock of RAW disposal. It also shows that performance criteria could be as classification function (equation 2, 3) that should be used for selection new places of radioactive waste disposal in different geological condition with petrophysical data:

$$\text{Group II, IV} = 18,380Pt + 385,787P_{ef} + 0,084Vp + 0,269Vs + 20,953AVp - 9,197AVs - 0,015TR + 0.3kP - 760,255 \quad (2)$$

$$\text{Group I, III} = 20,488Pt + 377,429P_{ef} + 0,086Vp + 0,263Vs + 21,296AVp - 9,750AVs - 0,018TR - 0.02kp - 757,633 \quad (3)$$

This classification includes the most considerable physical properties host rocks for disposal in a geological disposal.

## **Conclusion**

The choice of geological environmental site for disposal of radioactive waste system among selected geological objects should carry out according to pre-set of demands to guarantee long-term safety of geological storage. In the same time, the requirement address must be connected with safety function of various components of the geological disposal of radioactive waste systems and related to processes to the terms of mobilization, transfer and accumulation of radionuclide, migration routes of radionuclides, groundwater flows etc. Analysis of matrix of all geological and geophysical characteristics of the geological objects allowed to select the most "informative" parameters and determine their ranks. Considerable attention was given to elastic, porosity (with permeability) and radioactive characteristics as high-ranked parameters of research model. They can be successfully used as selection criteria. In contrast, density and thermal properties are able to determine temporal stability of the rock massif, but do not affect the security features of the components of geological disposal, and therefore can not be used as indicators of geological usefulness. Magnetic susceptibility and residual magnetization of rocks do not directly affect on the security features of the components of geological disposal because they hadn't been included in a researching model.

## **Bibliography**

1. Andersson et al. What requirements does the KBS-3 repository make on the host rock? Geoscientific suitability indicators and criteria for siting and site evaluation. TR-00-12, SKB 2000.
2. Chapman NA. Geological Disposal of Radioactive Wastes – Concept, Status and Trends. J of Iberian Geology 2006;32 (1):7-14.
3. IAEA-TECDOC-1109. Use of natural analogues to support radionuclide transport models for deep geological repositories for long lived radioactive wastes. VIENNA:IAEA; 1999.
4. Mattsson H., Thunehed H. Compilation of petrophysical data from rock samples and in situ gamma-ray spectrometry measurements. Stage 2 – 2004 (including 2002) P-Report P-04-294 2004; Nov.: 69.
5. Radioactive waste management and contaminated site clean-up. Processes, technologies and international experience. Woodhead Publishing Series in Energy 2013;48:V3.
6. Romm E. Structural models of pore space of rocks. Leningrad: Depths; 1985. (In Russian).
7. Safety Cases for Deep Geological Disposal of Radioactive Waste: Where Do We Stand?. Symposium Proceedings, Paris, France 23-25 January 2007:423.
8. TECDOC-991. Experience in selection and characterization of sites for geological disposal of radioactive waste. VIENNA:IAEA; 1997.
9. Shestopalov V, Shybetskyi I, Kuziv L. Petrophysical criteria of crystalline rocks suitability assessment at radioactive waste geological disposal. Coll. of Sc. Works of IGNS. 2010;18:118-128. (In Ukrainian)

## **Authors' Information:**

**Olena Ivanik** – Prof., Dr.Sc., Head the Department of Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine; e-mail: om.ivanik@gmail.com

Major Fields of Scientific Research: geomorphological study of the sea and ocean bottom, GIS technology application in geology, simulation of dangerous geological processes.

**Mykhailo Tolstoy** – Prof., Dr.Sc., Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Major Fields of Scientific Research: petrophysics and geochemistry of magmatic rocks.

**Oleksandr Shabatura** – PhD., Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine; e-mail: [sand@univ.kiev.ua](mailto:sand@univ.kiev.ua)

Major Fields of Scientific Research: petrophysics of magmatic rocks, radon, geostatistics, nuclear geophysics

**Natalia Kostenko** – PhD., Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine; e-mail: super.knv2016@gmail.com

Major Fields of Scientific Research: petrogeochistry of magmatic rocks, petrography,

**Andriy Mazko** – post-graduate, Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine.

Major Fields of Scientific Research: Historical Geology, Simulation of geological processes and structures

## **НАСЛІДКИ КАТАСТРОФИ НА ЧАЕС ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ**

Івашина В.І., Кравцова А.О.

Аварія на Чорнобильській АЕС - найбільша ядерна техногенна катастрофа в світі, яка сталася в ніч з 25 на 26 квітня (о 1:23) 1986 року. В навколишнє середовище потрапило близько 3% радіонуклідів, які на момент катастрофи були накопичені в четвертому енергоблоці ЧАЕС.

Аварія призвела до забруднення більш як 145 тисяч км<sup>2</sup> території України, Республіки Білорусь та Російської Федерації. Внаслідок Чорнобильської катастрофи постраждало майже 5 мільйонів людей, забруднено радіоактивними нуклідами близько 5 тисяч населених пунктів Республіки Білорусь, України та Російської Федерації. З них на Україні – 2293 селища та міст з населенням приблизно 2,6 млн людей. Чорнобильська аварія спричинила безпрецедентне опромінення населення зазначених вище держав. До найбільш постраждалих від радіаційної



аварії територій України належать 13 районів півночі Київської, Житомирської та Чернігівської областей. При цьому максимального впливу (як з точки зору доз опромінення, так і можливих радіологічних наслідків) зазнали діти та підлітки на момент аварії (див.рис.1).

Середні по районах Київської, Житомирської та Чернігівської областей поглинуті дози опромінення щитоподібної залози від радіоїоду (мГр) дитячого та підліткового населення північних районів України

Область	Район	Кількість НП	Кількість населення 0–18 років (1986)	Середня по районах поглинута доза опромінення щитоподібної залози, мГр		
				середня по району	мінімальна*	максимальна*
Житомирська	Коростенський	113	33 600	221	37	1470
	Лугинський	49	7500	318	79	1138
	Народницький	76	7000	1559	119	6879
	Овруцький	154	22 700	533	82	2166
	Олевський	60	19 000	213	44	1259
Київська	Іванківський	67	7 100	199	55	632
	Бородянський	45	15 600	161	52	797
	Вишгородський	58	18 400	263	69	757
	Києво-Святошинський	51	45 200	51	22	128
	Макарівський	63	10 400	205	85	716
	Поліський	61	8100	778	16	7269
Чернігівська	Козелецький	107	16 100	130	26	605
	Ріпкинський	112	9900	236	34	1471
	Чернігівський	125	18 200	427	43	6528

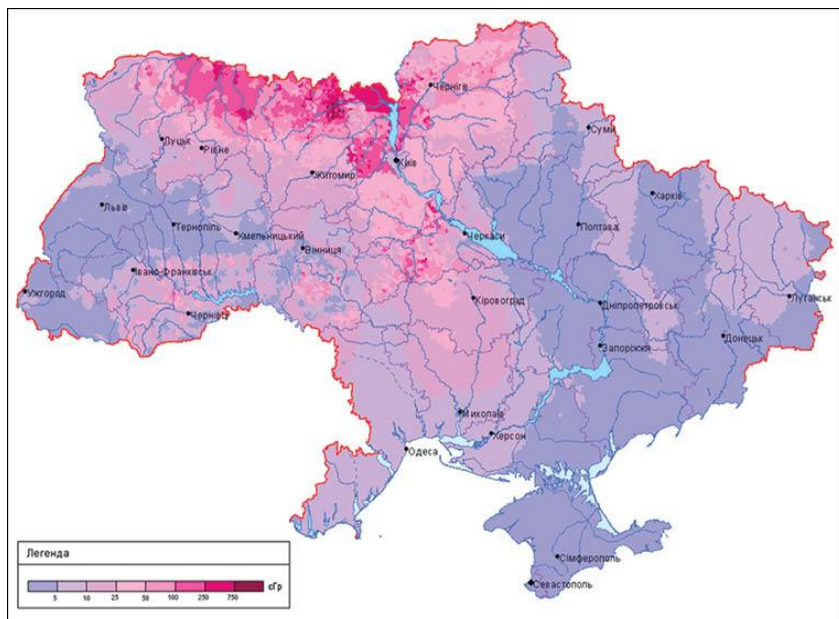
\* У межах НП району.

Рисунок 1 – Середні по районах Київської, Житомирської та Чернігівської областей поглинуті дози опромінення щитоподібної залози від радіоїоду (мГр) дитячого та підліткового населення північних районів України

У результаті аварійного викиду на Чорнобильській АЕС практично на усій території України пройшли випадіння радіоїоду, що стали джерелом різного ряду хвороб, а саме опромінення щитовидної залози (через споживання радіоактивно забруднених продуктів харчування та інгаляційного надходження) практично всього населення України, онкологічні захворювання, такі як захворюваність на злоякісні новоутворення лімфоїдної, кровотворної та спорідненої тканини, лейкоз, серцево-судинні захворювання. Розглянемо хвороби, які спостерігаються у більшості населення - рак щитовидної залози, захворювання на злоякісні новоутворення.

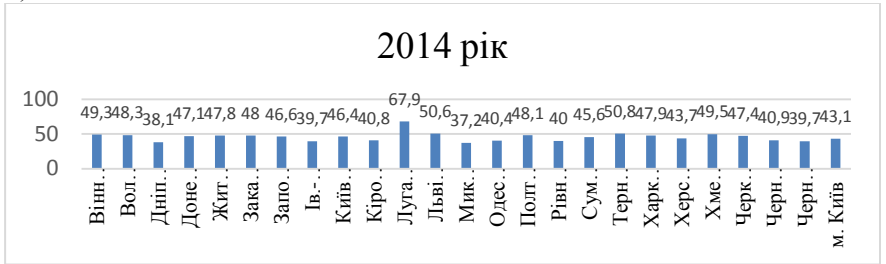
Одним з головних радіонуклідів у викидах в результаті аварії на Чорнобильській АЕС був йод-131, роль якого була значна протягом перших місяців. Щитовидна залоза в якості частини свого нормального метаболізму захоплює йод з кровотоку. Тому випадання радіоактивного

йоду призвело до значного опромінення щитовидної залози місцевих жителів в результаті надходження через органи дихання і вживання в їжу забруднених продуктів харчування, особливо молока. щитовидна залоза - це один з органів, найбільш чутливих до індукції раку в результаті опромінення. Виявилося, що діти є найбільш вразливою популяцією, і після аварії було зареєстровано значне збільшення захворюваності на рак щитовидної залози у тих, хто отримав опромінення, будучи дитиною.



**Рис. Доза опромінення щитоподібної залози у дітей віком до 1 року на момент аварії на ЧАЕС**

А)



Б)

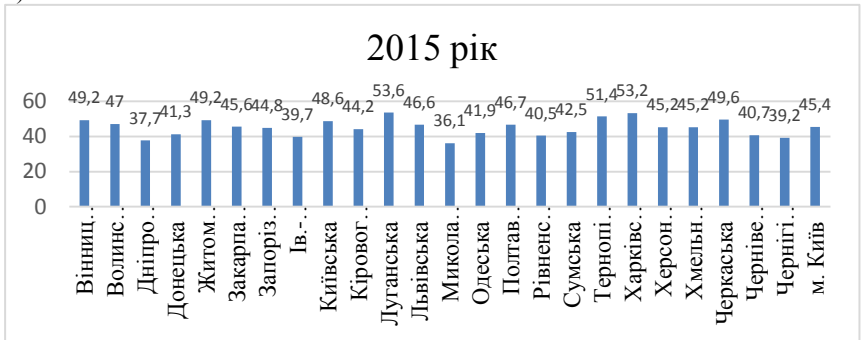


Рисунок 2 - Діти 0-17 років включно із злоякісними новоутвореннями ( всі локалізації), які прожили 5 років і більше з часу встановлення діагнозу (у відсотках) у 2014 році(А) та у 2015 році(Б)

Даний графік ілюструє відсоток захворюваності дітей віком 0-17 років включно із злоякісними новоутвореннями ( всі локалізації), які прожили 5 років і більше з часу встановлення діагнозу по областях . На ньому чітко можна побачити, що саме цей вид хвороби спостерігається найбільше за 2014 рік : в Луганській області (67,9 %) і найменше – в Миколаївській області (37,2%); за 2015: в Луганській області (53,6 %) і найменше – в Миколаївській області (36,1%). Дані свідчать про те, що захворюваність зменшується.

У результаті аварійного викиду на Чорнобильській АЕС також значного вплинуло на здоров'я усього населення. Найбільш уразливою групою населення виявилися діти віком від 0-17 років.

Отже, для покращення здоров'я та зменшення кількості захворюваності населення (рак щитовидної залози, захворювання на злоякісні новоутворення) можна запропонувати наступні заходи:

- ознайомлення населення з першими сигнальними ознаками раку;
- виховання звички свідомо стежити за станом свого здоров'я, навчання методам самообстеження (порожнини рота, молочних залоз і ін.)

- вселення впевненості в успіху лікування при своєчасному виявленні раку;
- пропагандування здорового способу життя, санітарно-гігієнічних знань;
- необхідність проведення профілактичних медичних оглядів населення хоча б раз на рік;
- покращення добробуту населення;
- встановлення цін на лікування з урахуванням доходу населення.

## **ЗАПОВІДНІ ТЕРИТОРІЇ В ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ ЯК ОБ'ЄКТИ НАВЧАННЯ З ЕКОЛОГІЇ І ДИДАКТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ В ЗОНІ РАДІОКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

Сергій Ісаєв, Юрій Дупленко

Заявлена тема лежить в руслі раціонального природокористування, розпочатого на межі ХХ сторіччя С.Подолінським і розвинута В.Вернадським та їх однодумцями.

Окремий сюжет в курсі «Техноекологія» для студентів третього року навчання присвячений причинам і наслідкам аварій на атомних електростанціях.

Найбільш актуальним для майбутніх спеціалістів є набуття знань з технології атомної енергетики і особливо комплексу АЕС з реакторами РБМК, як найбільш небезпечним в експлуатації. Навчальний матеріал не обмежується конструкцією, параметрами, безпекою аварій реакторного блоку тощо, а й включає турбінне обладнання, допоміжні цехи, сховище радіоактивних матеріалів, ставки-охолоджувачі та ін.

Зараз ми вимушені обмежуватись лише демонстрацією фотоматеріалів, але значно доцільніше було б частину навчального матеріалу викладати з наочним ознайомленням з об'єктами на території ЧАЕС, яка за нормативами є безпечною для присутності студентів. Це надасть можливість студентам оглянути прилеглі території, де забруднення на момент аварії було найбільшим, спостерігати наслідки в особливостях рослинного покриву. Більше того, викладання студентам матеріалу щодо впливу антропогенного фактора на природні екосистеми вимагає обов'язкового аналізу радіоактивного забруднення.

Неможливість демонстрації динаміки оборотних і незворотних змін рослинної лісової і мішаної зони суттєво обмежує інформативний багаж майбутніх екологів. Корисним буде також демонстрація різнохарактерних об'єктів з використанням фото- і відеоматеріалів за попередні роки викладання курсів «Ботаніка», «Зоологія», «Ґрунтознавство» тощо.

### Інформація про авторів:

**Сергій Ісаєв, Юрій Дупленко-** Національний університет «Киево-Могилянська академія»  
e-mail: [nezruch@ukr.net](mailto:nezruch@ukr.net)

## **МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

Казимиров А.С., Беккер Б.И., Иевлев С.М., Качалин И.Г., Мартынюк Л.Б., Чорный Е.В.



Казимиров А.С.



Иевлев С.М.

**Аннотация.** В работе кратко представлено состояние вопроса снятия с эксплуатации объектов атомной энергии: рассмотрено нормативное обеспечение этих вопросов, потребности в его развитии, имеющийся в АКП опыт выполнения работ. Представлены также основные внедренные разработки предприятия, применяющиеся при обращении с РАО и освобождении радиоактивных материалов от регулирующего контроля.

Каждый объект, использующий атомную энергию, создается в соответствии с проектом, который должен включать и снятие с эксплуатации. Общие требования к снятию с эксплуатации установлены Законами Украины [1, 2, 3] и санитарными нормами и правилами [4, 5].

В идеале в результате деятельности по снятию с эксплуатации вся площадь объекта должна быть преобразована в «зеленую лужайку» или «коричневую лужайку». В первом случае территория и находящиеся на ней объекты, сооружения и материалы могут быть использованы без ограничения. Во втором – будут установлены определенные ограничения.

Достаточно детально вопросы снятия с эксплуатации ядерных энергетических установок рассмотрены в работе [7].

Важным моментом этой деятельности является нормативное обеспечение.

В настоящее время наиболее разработано направление снятия с эксплуатации АЭС и исследовательских ядерных реакторов. Принципиальные положения снятия с эксплуатации установлены Законами Украины [1, 2, 3], более детально эти положения рассмотрены в основных нормативных документах [6, 7]. Они устанавливают общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации установок, не претерпевших запроектных аварий. Ими устанавливается цель снятия с эксплуатации – достижение на территории, занимаемой установкой условий, максимально снижающих условия ограничения деятельности на этой территории.

Пути достижения этой цели должны быть определены нормативными документами, в которых будут установлены критерии безопасности территории, сооружений, систем, элементов и материалов, освобождающихся в результате прекращения и снятия с эксплуатации объектов атомной энергии, а также основные требования к методам проверки соответствия этим критериям.

В промежуток времени между прекращением эксплуатации и передачей территории в использование для других целей должен быть выполнен значительный объем работ. Основным содержанием этих работ по возвращению площадки в хозяйственную деятельность является обращение с радиоактивными материалами.

В настоящее время установлен порядок освобождения от регулирующего контроля для материалов в твердом виде [9] и уровни освобождения по критерию удельной активности [10].

Внедрение этих требований в практику требует разработки документов, детализирующих требования [9], а именно установление основного порядка подготовки материалов к освобождению, выполнению измерений, подтверждающих соответствие материалов критериям [10], оформлению необходимых документов.

В 2014-2016 годах в рамках европейского проекта U4.01/10BE: «Совершенствование систем характеристики радиоактивных отходов на действующих атомных электростанциях Украины» и «Процедуры и методологии освобождения материалов от регулирующего контроля» АКП принимал участие в разработке проекта методологии освобождения материалов от регулирующего контроля. Нами разработан проект методологии освобождения материалов, который получил положительную оценку международных экспертов и Госатомрегулирования Украины.

Эта методология детализирует на основе рекомендаций МАГАТЭ и практики освобождения материалов ведущих ядерных держав требования [6]. Она послужила исходным пунктом разработки проекта СТП Чернобыльской АЭС. В настоящее время проект СТП дорабатывается для учета замечаний экспертов.

Одним из результатов проекта U4.01/10BE является также предоставление Украине метода определения содержания трудноизмеримых радионуклидов (альфа-излучателей, например,

изотопов плутония, а также чистых бета-излучателей и радионуклидов, излучающих низкоэнергетическое гамма- и рентгеновское излучение) с использованием масштабирующих коэффициентов.

Задолго до выполнения указанного проекта АКП направлял значительные усилия на создание средств и методов определения характеристик радиоактивных отходов (РАО).

В направлении методического оснащения субъектов деятельности по использованию ядерной энергии АКП разработал и внедрил СТП НАЭК «Энергоатом» [11]. Этот СТП определяет порядок проведения измерений характеристик упакованных РАО с помощью нашей установки СЕГ-001м «АКП-С»-ТРО. Она предназначена для определения активности радионуклидов: в несортированных ТРО в первичной упаковке (мешках) в местах образования РАО; несортированных ТРО, помещенных в металлические емкости различных форм и размеров в местах сбора; в ТРО 1- и 2-й групп в контейнерах перед отправкой в хранилища (рисунок 1).

Установка определяет изотопный состав гамма-излучающих радионуклидов, активность которых превышает  $1 \div 2$  % суммарной активности измеряемых ТРО.

Оригинальный методический подход к измерениям РАО и алгоритмы обработки, которые заложены в программном обеспечении, позволяют определять активность и изотопный состав РАО, в том числе и несортированных ТРО в упаковках и контейнерах любой формы без проведения пробоотбора.

СТП [11] обеспечено методикой выполнения измерений [12].

СЕГ-001м «АКП-С»-ТРО и методика выполнения измерений внедрены на всех действующих АЭС Украины.

Существенным шагом в развитии методического обеспечения явилась разработка и внедрение методики косвенного определения удельной активности радиоизотопов  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в пробах объектов окружающей среды зоны отчуждения ЧАЭС [13] на основании результатов измерения удельной активности реперных радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{154}\text{Eu}$  и установленных для реперных радионуклидов весовых коэффициентов. Удельные активности реперных радионуклидов определяют с помощью сцинтилляционных спектрометров энергий бета-гамма-излучений типа СЕБ-01 и СЕГ-001 с программным обеспечением AkWin производства НПП «АтомКомплексПрибор». Весовые коэффициенты определяются при калибровочных измерениях с применением радиохимических процедур по определению плутония. Диапазон косвенных измерений удельной активности радиоизотопов  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  находится в пределах от 1 Бк/кг до 30000 Бк/кг. Методика аттестована в установленном порядке ННЦ «Институт метрологии».

Эта методика в определенной мере превзошла в Украине переданный в рамках проекта U4.01/10BE метод масштабирующих коэффициентов.

На рисунке 2 показан общий вид спектрометрического комплекса.

Сходимость результатов определения неразрушающим методом с результатами радиохимического определения показан на рисунке 3. На нем в логарифмическом масштабе показано сравнение результатов косвенного определения  $^{239+240}\text{Pu}$  с данными радиохимического определения.

Среднее отклонение экспериментального значения от расчетного составляет 28%, максимальное отклонение – 50%.

Кроме этого, еще в 1992 году АКП разработал методическое пособие [20], которое позже было переработано в утвержденную методику выполнения измерений [21]. Эта методика обеспечивает, в частности, определение удельных активностей природных радионуклидов ( $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ).

По состоянию на сегодняшний день в Украине есть собственные наработки и значительный переданный в рамках международной помощи опыт характеристики РАО и освобождения материалов от регулирующего контроля. Это является хорошей базой для развития направления с обращения с РАО и освобождения радиоактивных материалов от регулирующего контроля.

Это направление может быть развито и для направления деятельности на урановых объектах, которое достаточно актуально.

В то же время, как предусматривается национальными требованиями и предполагается международной практикой, в конце этой деятельности площадка ядерной установки должна быть передана для использования как «зеленая или «коричневая лужайка». Для этого необходимо разработать дополнительный нормативный и методический аппарат, обеспечивающий передачу территории, сооружений и находящихся там систем в народное хозяйство.

Очевидно, что после освобождения установки от ядерного топлива влияние систем АЭС на радиационную безопасность изменится. Совершенно справедливым является рассмотрение вопроса об изменении классификации систем.

Для этого еще не создана достаточная нормативная и методическая база, не определены критерии безопасности таких объектов. Первым этапом такой работы может быть разработка системы классификации объектов по влиянию на безопасность, критериев такой классификации, как это установлено [14, 15, 16, 17].

Кроме АЭС и исследовательских реакторов Украина обладает значительным ресурсом горнодобывающих и перерабатывающих объектов.

В настоящее время часть этих объектов прекратила свою деятельность и находится на этапе прекращения эксплуатации. Прекращение эксплуатации урановых объектов еще не достаточно отрегулировано. Разделом IV действующего документа [19] определяются основные требования безопасности прекращения лицензируемой деятельности. Но не указаны пути реализации нормативных требований.



Таким образом, ситуація с нормативним и методическим обеспечением прекращения эксплуатации урановых объектов сходна с таковой для ядерных реакторов. Существует потребность в расширении нормативной базы, определяющей принципы и критерии классификации территорий, зданий, систем ядерных установок, как указано выше, а также и методической базы, определяющей возможности проверки соответствия объектов установленным критериям.

### Список літератури

1. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995.
2. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань» від 14.01.1998.
3. Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами» від 30.06.1995.
4. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України, Державні Санітарні Правила 6.177-2005-09-02 (ОСПУ);
5. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97. Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98;
6. НП 306.2.02/1.004-98 «Загальні положення забезпечення безпеки при знятті з експлуатації атомних електростанцій та дослідницьких ядерних реакторів».
7. НП 306.3.02/3.040-00 «Вимоги до структури та змісту звіту з аналізу безпеки зняття з експлуатації атомних електростанцій і дослідницьких ядерних реакторів».
8. Снятие с эксплуатации ядерных энергетических установок. А.В. Носовский, В.Н. Васильченко, А.А. Ключников, Я.В. Яценко; К. Техніка, 2005.
9. НП 306.4.159-2010 «Порядок звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності».
10. Гігієнічні нормативи «Рівні звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю» затверджені постановою головного санітарного лікаря України від 30.06.2010 №22.
11. СТП 0.03.051-2004. Стандарт предприятия. Твердые радиоактивные отходы. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА. Общие положения.
12. Тверді радіоактивні відходи. Активність та ізотопний склад. Типова методика виконання вимірювань з використанням сцинтиляційних спектрометрів НВП "АКП" та програмного забезпечення AkWin/АК1-П. МВИ №7-27-05.
13. Удельная активность радионуклидов плутония в пробах объектов окружающей среды Зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. Методика косвенных измерений с использованием сцинтилляционных спектрометров гамма-, бета-излучений с программным

14. забезпеченням AkWin. МВИ 06-03/11.
15. «Оценка безопасности установок и деятельности», серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR part 4 (REV. 1), МАГАТЭ, Вена, 2016 г.
16. Safety classification of structures, systems and components in nuclear power plants. — Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014. p. (IAEA safety standards series; no. SSG-30).
17. Application of the safety classification of structures, systems and components in nuclear power plants / International Atomic Energy Agency, Vienna, 2016.- IAEA TECDOC series, no. 1787.
18. EUROPEAN COMMISSION, Recommended radiological protection criteria for the clearance of buildings and building rubble from the dismantling of nuclear installations, Recommendations of the group of experts set up under the terms of Article 31 of the Euratom Treaty, RP 113 (2000);
19. Закон України «Про видобування і переробку уранових руд» від 19.11.1997 р.
20. «Вимоги та умови безпеки (Ліцензійні умови) провадження діяльності з переробки уранових руд», затверджені Наказом Державної інспекції ядерного регулювання України від 27.05.2015 № 101, та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 12 червня 2015 р. за № 700/27145;
21. «Определение активности естественных радионуклидов в объектах окружающей среды». Методическое пособие. Научно-производственное предприятие «АКП». Киев 1992.
22. «Удельная (объемная) активность гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах объектов технологических и природных сред». Методика выполнения измерений с использованием сцинтилляционных спектрометров энергий гамма-излучения с программным обеспечением AkWin. Свидетельство об аттестации МВИ № 07-119:2011, выданное ННЦ «Институт метрологии».



Рисунок 1. Установка СЕГ-001м «АКП-С»-ТРО.



Рисунок 2. Сцинтилляционные спектрометры энергий бета-гамма-излучений типа СЕБ-01 и СЕГ-001.

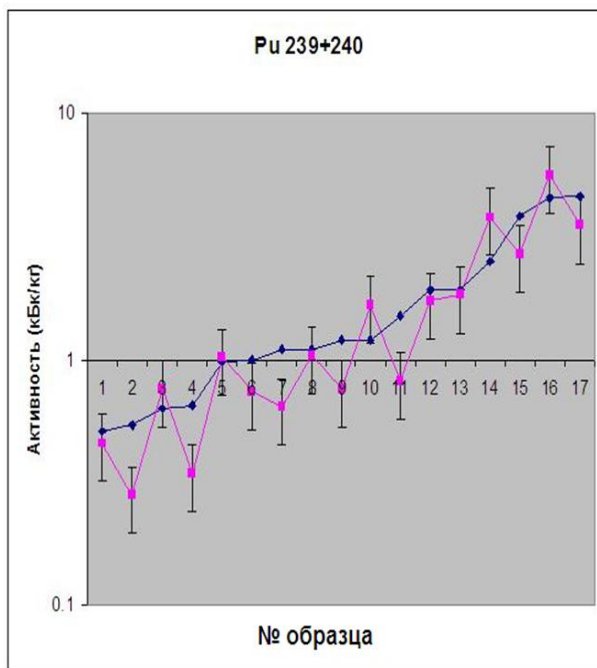


Рисунок 3. Сходимость результатов измерений косвенного определения  $^{239+240}\text{Pu}$  с данными радиохимического определения.

## **Информация об авторах:**

Казимиров А.С., Беккер Б.И., Иевлев С.М., Качалин И.Г., Мартынюк Л.Б., Чорный Е.В.- ООО НПП «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР», г. Киев.  
02660 г. Киев, ул. Магнитогорская, 1. e-mail [akp@akp.kiev.ua](mailto:akp@akp.kiev.ua)

## **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*Annotation The report briefly discusses the present status of the nuclear installation's decommissioning – regulatory framework, development needs, available Research & Production Enterprise “АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР” experience in this area. Authors present their main achievements used in the radioactive wastes management and radioactive materials' free release.*

## **СИСТЕМА СБОРА, ОБРАБОТКИ, ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ, ОТОБРАЖЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ГП НАЭК «ЭНЕРГОАТОМ»**

И.А. Клименко, Л.В. Тараненко

Для решения задачи аварийной готовности и реагирования создана система сбора, обработки, документирования, хранения, отображения и передачи данных кризисных центров ГП НАЭК «Энергоатом» (далее – система передачи данных или СПД).

Целями создания СПД являются:

- информационная поддержка аварийного персонала АЭС, Дирекции ГП «НАЭК «Энергоатом», обособленных подразделений Компании в случае аварии на АЭС и при проведении противоаварийных тренировок;
- информирование Госатомрегулирующего, Минэнергоугля Украины, ГСЧС Украины, других участников аварийного реагирования.

В режиме нормальной эксплуатации система передачи данных используется для решения задач текущей эксплуатации АЭС.

СПД является сложной распределенной системой, которая объединяет программно-технические комплексы, расположенные в помещениях и на площадках Запорожской, Южно-Украинской, Ривненской, Хмельницкой АЭС, в Дирекции ГП «НАЭК «Энергоатом», в его обособленных подразделениях «Аварийно-технический центр» (с. Белгородка Киевской области), «Атомремонтсервис» (с. Пакуль Черниговской области).

СПД интегрирована в систему космической связи и обеспечивает передачу данных АЭС по наземным и космическим каналам связи в кризисные центры АЭС (внутренний и внешний), основной и резервный

кризисные центры ГП НАЭК «Энергоатом», в Центр организации взаимодействия и оказания помощи АЭС, Информационно-кризисный центр Госатомрегулирования, Государственный научно-технический центр ядерной и радиационной безопасности (ГНТЦ ЯРБ).

СПД обеспечивает в режиме реального времени сбор, обработку, передачу и представление всех данных от систем контроля и управления энергоблоков, общестанционных систем АЭС, к которым она подключена, включая системы радиационного контроля энергоблоков и АСКРО (всего около 300 тыс. значений параметров, максимальная частота обновления – 1 раз в секунду).

Представление информации пользователям осуществляется с помощью мощной системы видеокadres (до 500 видеокadres на один энергоблок). Система предоставляет пользователям широкие возможности по выбору средств представления информации (динамические мнемосхемы, таблицы, графики), обработки данных, справочной информацией (вызов нормативных и производственных документов и пр.). На экраны выводятся тревожные сообщения и аварийная сигнализация.

СПД обеспечивает доступ персонала к архивам данных, которые постоянно ведутся на серверах системы на всех уровнях ее иерархии. Пользователю, имеющему соответствующие права, доступны любые данные, которые хранятся в системе, вне зависимости от того, где физически эти данные расположены, а также средства их представления и обработки.

Система соответствует современным требованиям по защите информации от несанкционированного вмешательства и сохранности в случае сбоев (аварий) оборудования и ПО.

#### **Информация об авторах:**

**И.А. Клименко, Л.В. Тараненко**- ООО «ИВЛ Оборудование и инжиниринг»

#### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

### ***THE SYSTEM FOR ACQUISITION, PROCESSING, DOCUMENTING, ARCHIVING, DISPLAYING AND TRANSFERRING DATA OF THE SE NNEGC "ENERGOATOM"***

*Igor Klymenko, Leonid Taranenko*

*IVL Equipment & Engineering Ltd*

*To solve the tasks of emergency preparedness and response the system for acquisition, processing, documenting, archiving, displaying and transferring*

*data for SE NNEGC “Energoatom” Emergency Response Centers has been created (hereinafter referred to as the data transfer system or DTS).*

*The objectives of DTS creation are:*

- *Informational support of the emergency personnel of NPPs, SE NNEGC “Energoatom”, separate subdivisions of the Company in the emergency event at the nuclear power plant and during emergency training;*
- *Informing the SNRCU, the Ministry of Energy of Ukraine, the State Emergency Service of Ukraine and other emergency responders.*

*In the normal operation mode, the data transfer system is used to solve the tasks of the NPP current operation.*

*DTS is a complex distributed system that unites software and hardware complexes located in the premises and on the sites of Zaporizhzhе, South-Ukrainian, Rivne, Khmelnytsky NPP, the Directorate of SE NNEGC “Energoatom”, in its separate subdivisions “Emergency Technical Center” (Belogrodka, Kiev region), Atomremontservice (Pakul Village, Chernigov region).*

*DTS is integrated into the space communication system and provides NPP data transfer through ground and space communication channels to the NPP emergency response centers (on-site and off-site), the main and reserve emergency response centers of SE NNEGC “Energoatom”, Centre for Emergency Response Coordination and NPP Support, Information Emergency Response Center of SNRCU, State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety (SSTC NRS).*

*DTS provides in real time collection, processing, transfer and display of all data from power units monitoring and control systems, NPP level, to which it is connected, including power units and environment radiation monitoring systems (about 300 thousand parameters in total, the maximum refresh rate – once per second).*

*Information display for users is carried out with the help of a powerful system of video frames (up to 500 video frames per one nuclear unit). The system provides users with ample opportunities to choose the means of information display (dynamic mnemonics, tables, graphs), data processing, reference information (calling normative and production documents, etc.). Alarms and alarms are displayed at the screens.*

*DTS provides personnel with access to data archives that are constantly maintained on the system servers at all levels of its hierarchy. Each user with the appropriate rights is able to access to any data stored in the system, regardless of where the data is physically located, and also tools for data display and processing.*

*The system meets modern requirements to information protection from unauthorized access and safety in case of equipment or software failures.*

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЧОРНОБИЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ НА ОСНОВІ ПРОЕКТНОГО ПІДХОДУ

Коваленко Андрій

Одним із напрямів продуктивного застосування проектного підходу в рамках стратегічного планування може бути його використання для вирішення існуючих проблем та подальшого розвитку території, що постраждала від Чорнобильської катастрофи, завдяки чому ця територія може стати для України зоною нового освоєння, перетворитися зі споживача бюджетних коштів у потужне джерело доходів державного бюджету.

Реалізація великого інфраструктурно-екологічного проекту під умовною назвою «Чорнобильські території: повернення до життя», або Чорнобильський проект, дозволила б вирішувати проблеми об'єкта «Укриття», його фінансування; зберігання і переробки відходів; управління землями зони відчуження та інших зон; повернення до господарського обігу і соціально-екологічної реабілітації чорнобильських територій.

Зазначені території можуть стати майданчиком для розвитку інноваційних напрямків енергетики, а також формування високопродуктивної кормової бази для інтенсивного розвитку скотарства і птахівництва.

Важливим аспектом розвитку чорнобильських територій є підтримка транспортної інфраструктури. Враховуючи їх близькість до Києва та наявність проекту великої автомобільної траси Київ – Мінськ, розвиток інфраструктури навколо такої магістралі з комплексним вирішенням питань соціально-економічного облаштування прилеглих населених пунктів могли б сприяти відновленню чорнобильських територій, придатних до життя та ведення господарства, їх повноцінного використання як рекреаційно-туристичного, еколого-заповідного об'єкта, унікальної дослідницького полігону для вивчення геологічних, гідрологічних та екологічних процесів. Реалізації цих завдань сприятиме і майбутня реконструкція залізничної лінії Вільча – Янів, а також можливе включення до проекту вищезгаданої автотраси залізничної лінії, яка б розв'язала проблеми пасажирських і вантажних перевезень до територій на північ від Києва з виходом на транскордонне співробітництво.

На розв'язання вказаних проблем спрямований Указ Президента України «Про додаткові заходи щодо перетворення об'єкта "Укриття" на екологічно безпечну систему та відродження територій, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» № 141/2016 від 13.04.2016, яким передбачено розробку Стратегії подолання наслідків Чорнобильської катастрофи та відродження територій, що зазнали радіоактивного забруднення. Проект такої Стратегії, розрахований на період до 25 років, розроблений органами державної

влади у вересні 2016 року і очікує на затвердження. До проекту було подано зауваження і пропозиції Державною установою «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України». Після затвердження Стратегії доцільним є залучення до науково-експертного супроводу її реалізації наукових установ Відділення економіки НАН України.

Вагомий досвід реалізації проектного підходу на чорнобильських територіях наявний у Республіці Білорусь – зокрема, в рамках Державної програми подолання наслідків катастрофи на Чорнобильській АЕС на 2011–2015 роки та на період до 2020 року. Плідною у цьому напрямі може бути українсько-білоруське наукове співробітництво в межах проектів партнерства, що фінансуються Європейським Союзом.

Реалізація проектного підходу щодо розвитку чорнобильських територій має бути складовою національної системи стратегічного планування з урахуванням положень законодавства у цій сфері, загальнодержавних програмних документів (Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020»), цільових програм і стратегій розвитку різного рівня.

### **Інформація про автора:**

**Коваленко Андрій-** Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», місто Київ, Україна  
komisar@bigmir.net

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

#### ***PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF CHORNOBYL TERRITORIES BASED ON PROJECT APPROACH***

*Kovalenko Andrii*

*Public Institution “Institute of Environmental Economics and Sustainable Development of the National Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine  
komisar@bigmir.net*

*Applying project-based approach to solving the problems of socio-economic and environmental development of Chornobyl territories is proposed. Possibilities of implementing of this approach in the industrial, agricultural, energy, transport, recreation and research aspects are revealed. Problems of design and implementation of strategic planning documents for the development of Chornobyl territories are highlighte.*



# ВЗАЄМОДІЯ З ГРОМАДСЬКІСТЮ ПРИ ЗНЯТТІ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЧАЕС

Дмитрій Корчак



## **Вступ**

Щодня на Чорнобильській АЕС відбуваються сотні процесів. Усі вони мають свою значимість у ході зняття з експлуатації. Основним інструментом, який пов'язує промисловий майданчик з громадськістю є комунікація, задачею якої є об'єктивно, вчасно та доступно донести інформацію про те, чим є Чорнобильська АЕС сьогодні і які цілі вона переслідує у майбутньому.

## **Розгорнуті тези**

**Теоретична основа взаємодії Чорнобильської АЕС із громадськістю**

Через особливості об'єкту робота з громадськістю Чорнобильської АЕС має чітко сформовані правила, які визначаються законодавчими, нормативними документами та розробленими відповідно до них виробничими інструкціями. Ці документи описують завдання, цілі та принципи інформаційної політики ЧАЕС, а також — діяльність Чорнобильської АЕС у сфері зв'язків з громадськістю та порядок організації комунікації.

Серед завдань інформаційної політики:

1. Формування упевненості громадськості у безпечності об'єкту та робіт, які на ньому проводяться;
2. Створення іміджу Чорнобильської АЕС як підприємства, що акумулює унікальний досвід виведення ядерних установок з експлуатації та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему;
3. Сприяння формуванню у громадськості базових знань про атомну енергетику;
4. Формування ефективного зворотного зв'язку з громадськістю та цільовими аудиторіями.

Серед принципів:

1. Відкритість, доступність та вільний обмін інформацією;
2. Оперативність, достовірність та об'єктивність інформації;
3. Законність отримання, використання та поширення інформації;
4. Рівноправ'я у отриманні інформації;
5. Дотримання державних інтересів.

### **Структура взаємодії**

Основним підрозділом, який здійснює функції зв'язку Чорнобильської АЕС із громадськістю є *відділ міжнародного співробітництва та інформації*.

Структура відділу дає змогу виконувати вищезгадані завдання та забезпечувати комплексну комунікацію.

Уся взаємодія з громадськістю ділиться на 2 види:

1. Віддалена — здійснюється через надання інформації у ЗМІ та інформаційних ресурсах Чорнобильської АЕС, відповіді на запити, а також — ділову переписку;
2. Персональна — здійснюється через візити представників громадськості на майданчик Чорнобильської АЕС, а також — через участь представників підприємства у публічних заходах.

За рівнем обізнаності у інформації, яка стосується роботи Чорнобильської АЕС, цільові групи діляться на 3 вектори:

1. Професійний — представники підприємств та організацій атомної галузі, а також профільні ЗМІ;
2. Внутрішній — персонал Чорнобильської АЕС, підрядники та мешканці міста Славутич;
3. Загальний — органи влади, ЗМІ та громадськість.

### **Практична взаємодія**

Чітко сформульована та відпрацьована структура взаємодії з громадськістю дозволяє Чорнобильській АЕС впоратися з актуальними викликами у комунікації.

У 2016 році фокус громадськості та ЗМІ різко загострився на майданчику Чорнобильської АЕС. Причини дві: 30-та річниця Чорнобильської катастрофи та завершення насування арки нового безпечного конфайнменту. Прямим наслідком цього стало двократне збільшення кількості візитів на майданчик Чорнобильської АЕС у 2016 році у порівнянні з 2015. У рамках робочих, журналістських та ознайомчих візитів майданчик відвідало 5950 осіб, кожна з яких потребувала супроводу, інформаційного забезпечення, а також максимальної радіаційної та фізичної безпеки.

Крім візитів, велике навантаження припало на інформаційні ресурси Чорнобильської АЕС. Комунікація здійснювалася через такі три механізми:

1. Надання доступу до інформації у відповідь на запити;
2. Створення інформаційних приводів: прес-конференцій, прес-турів, прямих ефірів, семінарів, тощо;
3. Формування інформаційного потоку через власні інформаційні

джерела: сайт Чорнобильської АЕС, Facebook сторінку, YouTube канал, телебачення, газету та інші відомчі джерела.

### **Виклики у взаємодії з громадськістю**

Зараз Чорнобильська АЕС переходить переломну точку у своїй діяльності. У 2015 році підприємство перейшло з етапу припинення експлуатації до етапу зняття з експлуатації. З одного боку це кидає безліч технічних та інженерних викликів. З іншого — ставить завдання повністю переформатувати підхід до комунікації.

Із насуванням арки у медіаполі відслідковується тріумфальний настрій вирішення найбільшої техногенної проблеми на Землі. Насправді, це тільки поверхнєве судження. За 100 років експлуатації арки Україні та міжнародній спільноті потрібно вирішити питання розбирання об'єкта «Укриття», поводження з високоактивними відходами, які будуть утворені у результаті, їх захоронення та найголовніше — планування наступного етапу, який настане після завершення терміну експлуатації арки.

Кожне питання породжує ще більше питань. На пошук відповідей буде покладено безліч сил та годин роботи, і все це потребуватиме якісного інформаційного супроводу.

### **Висновок**

«Від території катастрофи — до території безпеки та розвитку» — таку місію сьогодні доносить Чорнобильська АЕС через свою комунікаційну політику. Завдання та принципи комунікації не зміняться упродовж найближчих років, але імідж підприємства зазнає значних змін.

### **Інформація про автора:**

**Дмитрій Корчак** - ДСП «Чорнобильська АЕС», Україна

## **СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СЛОЖНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Власюк Анна, Ларина Екатерина

Существующие способы оценки метаболизма не позволяют в доступной форме эффективно оценивать физическое состояние живого организма в реальных условиях.

Составить детерминированную математическую модель процесса (точнее параметров) жизнедеятельности живого организма (МЖЖО), а значит — дать ответы на все вопросы, связанные с нарушениями физического состояния человека — сложная задача. Тем не менее, изучение сложной

физиологии человека и других живых организмов, поиск методов восстановления здоровья и получение множества неоспоримо положительных результатов позволяют утверждать о возможности построения глобальной математической модели МЖЖО, которая, естественно, может оспариваться, уточняться, описываться детерминированными моделями, дополняться и видоизменяться. Например, с учетом известных положений представим неполную глобальную модель в виде набора концептуальных функциональных подсистем, характеризующих состояния человека (табл. 1):

$$M_{\Gamma} = \{S_{\text{ссч}}, U_{\text{gRs}}, S_{\text{спи}}, M_{\text{Кпсп}}, N_{\text{xR}}, P_{\text{зр}}, S_{\text{Кп Jph Vш}}\}, \quad (1)$$

Таблица 1

**Динамическая модель действий функциональных подсистем**

<b>КОНЦЕПТЫ (Функциональные подсистемы)</b>	<b>Наименование состояния человека</b>	<b>Способы анализа переменной состояния и направления возможного восстановления</b>
S <sub>ссч</sub> 1	Сосуды	<b>Основа процесса жизнедеятельности.</b> Предлагается отработанная и проверенная методика длительного восстановления
U <sub>QRs</sub> 2	Сердечная деятельность	<b>Норма,</b> аритмия, пред-инфарктное, ... Предлагается профилактическая оценка кардиограммы на домашнем компьютере и профилактические мероприятия
S <sub>спи</sub> 3	S-изогнутость позвоночника индивидуума	<b>Уровень асимметрии.</b> Предлагается автоматизированная электронная система контроля. Активная гимнастика
К <sub>псп</sub> 4	Положение сегментов позвоночника – биологическая ось симметрии	<b>Уровень отклонения от нормы.</b> Предлагаются трех координатные датчики высокой точности и автоматизированная система контроля
N <sub>xR</sub> 5	Местоположение равнодействующей сил – барицентрическая ось симметрии	<b>Наличие асимметрии.</b> Предлагается автоматизированная электронная система контроля и соответствующее устройство для установки датчиков

Рзр	6	Зрение	<b>Наличие асимметрии,</b> Уровень <b>отклонения от нормы</b> – методики известны, но не выполняются – медикам не выгодно.
Wвб	7	Водный баланс за сутки	<b>Наличие асимметрии</b> – следует восстановить давление
Gбр	8	Био-ритмы в течение суток	<b>Отклонения от нормы,</b> если отсутствует возврат во временном диапазоне
Тп	9	Температурное поле	<b>Наличие асимметрии.</b> Предлагается автоматизированная система контроля и методики реабилитации
Скп	10	Кожный покров	Самый крупный орган – <b>Отклонения от нормы:</b> уровня влажности, авитаминоз, соляной баланс, кислородное голодание
Jрh	11	Параметры кислотности	<b>Кожи</b> – самый большой орган, источник врачебных процедур, <b>Слюны</b> – лечение ацидофильным молоком не слизистым, <b>Мочи,</b> лечение почек
Опчм	12	Почки, частота мочеиспускания;	Уровень и причины <b>отклонения от нормы</b> водного баланса
Фрч	13	Резонансная частота органов	Методика измерения где-то известна, а как восстановить – наличие асимметрии? – требуются дополнительные исследования
Усш	14	Объем потребления солей Шюсслера	Уровень <b>отклонения</b> соответствующего вида <b>от нормы,</b> подбирается индивидуально и очень осторожно – контроль неизвестен
ZXY	15	Положение бариметрической биологической оси индивидуума	Устанавливается <b>автоматизированной системой и измерительным прибором</b>

Этот далеко не полный перечень показателей (зависимых переменных состояния) дает основание утверждать, что основным параметром оценки процесса жизнедеятельности является:

### **Асимметрия или другими словами: отклонение от Нормы.**

После установления в качестве основного параметра «Асимметрия» есть смысл перейти к рассмотрению мероприятий по определению и установлению норм, а также к необходимому приборному и метрологическому обеспечению для реализации процессов восстановления.

Предлагается использование профилактических средств восстановления процесса жизнедеятельности в доврачебный период по некоторым концептам функциональной подсистемы, а именно: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 14, 15.

Изучение сложной физиологии человека и других живых организмов, профилактика здоровья в доврачебный период возможны при наличии соответствующих измерительных комплексов с когнитивной визуализацией (датчики и построенные на их основе автоматизированные информационные системы).

### **Обоснование**

Общеизвестные положения утверждают, что «Человеческий организм в целом, и каждый его орган управляются центральной нервной системой. К центру с периферии от органов передается информация об их состоянии через чувствительную систему нервных волокон. Выработанные в центре на основе этой информации «приказы» передаются органам по двигательной системе нервных волокон».

Известен **более чем четырех-тысячелетний опыт китайской народной медицины** по излечению болезней посредством раздражения так называемых биологически активных точек либо острыми камнями, либо иглами, либо прижиганием полынью, обобщен в книге Чжу—Лянь «Руководство по современной чжень-цзю терапии. Иглоукалывание и прижигание», изданной на русском языке в 1959-м году.

В этой книге кроме описания 693 биологически активных точек и показаний к применению набора этих точек для лечения около 200 болезней изложена и модель лечебного действия — восстановление регуляций нервной системы.

Один из авторов в 1973 году предложил схему прибора для диагностики состояния биологически активных точек и лечебного воздействия на них с помощью приборов типа «Эледиа».

Суть метода заключается в следующем. Использование «Эледиа» показало, что ток, пропущенный через биологически активные точки здорового, неуставшего человека, не зависит от знака приложения потенциала (то есть от направления тока, движения электронов).

Больная точка характеризуется повышенным сопротивлением и, следовательно, очень низким током даже при приложении отрицательного потенциала и еще более низким при приложении положительного потенциала.

Последнее обстоятельство ведет к резкой зависимости величины постоянного тока от его направления или, асимметрии биологически активной точки. Оказалось также, что при достаточно долгом приложении к больной точке отрицательного потенциала ток постепенно возрастает и асимметрия исчезает или уменьшается.

Отрицательный ток, приложенный к больной точке, восстанавливает регуляцию нервной системы, тем самым восстанавливает проводимость чувствительной системы нервных волокон и ликвидирует асимметрию!

Лечебная величина отрицательного тока подбирается по ощущению приятного покалывания (в момент переключения полярности). Обычно этот ток лежит в пределах от 50 до 100 мкА, то есть менее одной тысячной от опасного тока 0,1 А. Время воздействия током должно обеспечивать выход тока на насыщение и устранение асимметрии, которая проверяется повторной диагностикой точки, то есть повторным включением положительного потенциала на 2-3 секунды.

**Когда асимметрия в биологически активных точках симметрируется и регуляция восстановится – исчезает соответствующая болезнь.**

Здесь надо отметить, что каждой болезни соответствует 10-20-30 точек.

Чтобы избавиться от болезни, надо проверить на симметрию все соответствующие точки, и пролечить больные, то есть с большим сопротивлением и несимметрией по току. Что касается симметричных точек с малым сопротивлением, то их сколько ни лечи – лучше они не станут, они здоровые.

Основное отличие – лечение отрицательным током, а не положительным. Повторим: отрицательный ток восстанавливает проводимость и ликвидирует асимметрию и болезнь!

Изложенные известные факты ведут к следующему алгоритму.

Биологически активные точки являются как бы клеммами на приборной доске, на которые выведены линии связи между центральной нервной системой и органами. Устанавливая неисправность линии связи по малой величине тока и по асимметрии, достигается возможность тем же прибором восстановить эту линию связи, активизировать деятельность автономных центров вегетативной нервной системы, включая гипоталамус, и восстановить здоровье данному органу.

Например. **Механизм лечения прибором приступа остеохондроза** представляется так: при защемлении нерва между мышечными волокнами или позвонками, во время неудачного движения под нагрузкой, нерв травмируется и нарушается связь между спинным мозгом и мышцами, что ведет к ухудшению трофики (питания — прим. ред.), отеку тканей, застою, контрактуре мышц и болевому синдрому. Восстанавливая проводимость нерва с помощью слабого отрицательного тока, расслабляются мышцы, и налаживается питание и снимается болевой синдром. Здесь надо отметить, что первопричина радикулита, например

сильное ущемление нерва между позвонками при смещении, устраняется током **не навсегда и не всегда**. Чтобы уменьшить вероятность такого защемления, надо постоянно укреплять мышечный корсет позвоночника **гимнастикой, физическими упражнениями и спортом**. Ради закрепления успеха после ликвидации асимметрии в каждой точке отрицательным током рекомендуется сделать еще 10 переключений с одного потенциала на другой (продолжительность каждого 1-2 секунды) для рефлекторной стимуляции вегетативных центров. Таким образом, в предложенном методе отчетливо проглядывают два принципиально разных вида лечения:

1. Для нахождения биологически активной точки, относящейся к той или иной болезни, можно пользоваться руководствами Чжу-Лянь (1959), Фын Ли Да и Д.А. Парманенкова (1960), В.Т. Вагралика и Г.Н. Кассиля (1962), М.К. Усовой и С.А. Морохова (1974), Д.Н. Стояновского (1977), В.Г. Вагралика и М.В. Вагралика (1978), Э.Д. Тыкочинской (1978), Д.М. Табеевой (1980), Г. Лувсана (1980) и других.

2. Следует отметить, что биологически активные точки расположены, как правило, в углублениях, что облегчает нахождение их и фиксацию лечебного электрода. «Асимметрия ликвидируется «минусом».

Рассмотрим в качестве предлагаемой авторами системы профилактического контроля процесса жизнедеятельности на примере системы профилактического контроля опорно-двигательной системы человека.

### **Разработка подсистемы S-контроля состояния позвоночника (7 датчиков).**

Для оценки состояния позвоночника предлагается на позвоночнике человека установить семь трехкоординатных датчиков (рис. 1), по выбору информативных точек. Это достаточное количество датчиков, по которым можно контролировать возможные индивидуальные изменения формы позвоночника.

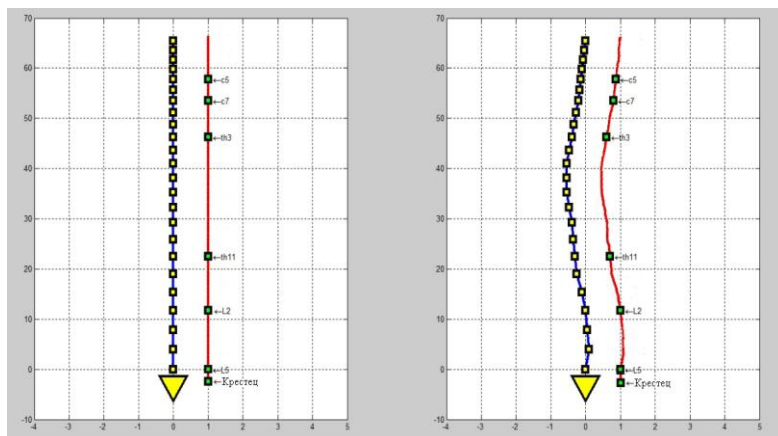


Рис. 1. Расположение семи датчиков на позвоночнике человека



Состояние позвоночника человека определяется автоматизированной системой в трехмерном пространстве. Результаты моделирования S-изогнутого состояния позвоночника человека (7 контрольных сегментов) приведены на рис. 2.

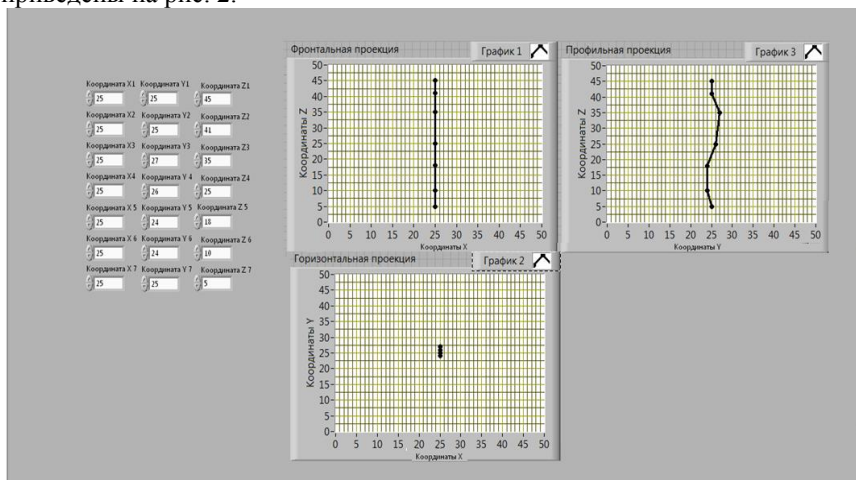


Рис. 2. Результаты моделирования S-изогнутого состояния показывают, что позвоночник человека соответствует – **норме** (7 контрольных сегментов)

В идеальном случае, для получения целостной картины опорно-двигательной системы человека возможна установка датчиков на каждом позвонке (сегменте) (рис. 3).

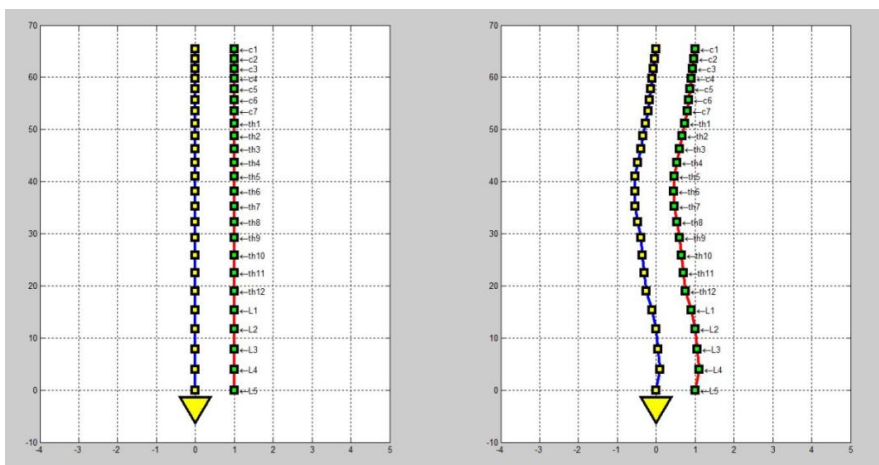


Рис. 3. Расположение датчиков на каждом сегменте

Блок-схема программы анализа состояния позвоночника человека приведена рис. 4.

Для уточненного контроля состояния всей ОДС человека необходимо 13 датчиков. Установив восьмой и девятый датчики на каждой ноге на верхних концах бедренной кости, десятый и одиннадцатый – на каждой ноге на уровне колена, двенадцатый и тринадцатый – на каждой ноге на уровне голеностопного сустава, можно проследить асимметрию любого участка ОДС человека. Результаты определения состояния опорно-двигательной системы человека показаны на рис. 4.

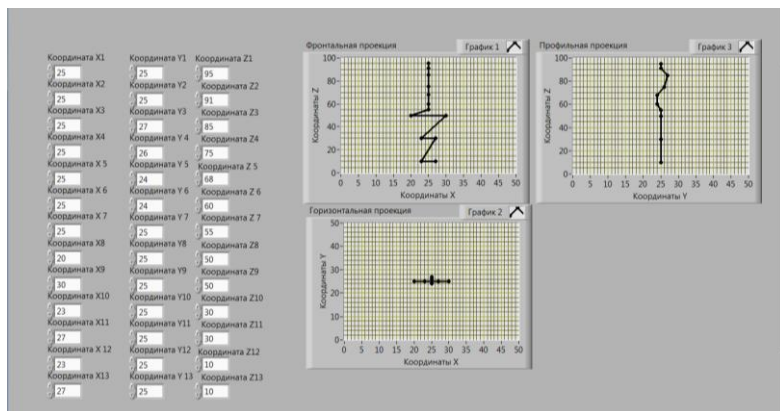


Рис. 4. Результаты определения состояния ОДС человека показывают отсутствие асимметрии (**норма ОДС**)

**Разработка устройства для слежения за отклонениями позвоночника человека от нормы** в особо сложном случае, например, после травмы: визуальный интерфейс показан на рис. 5.

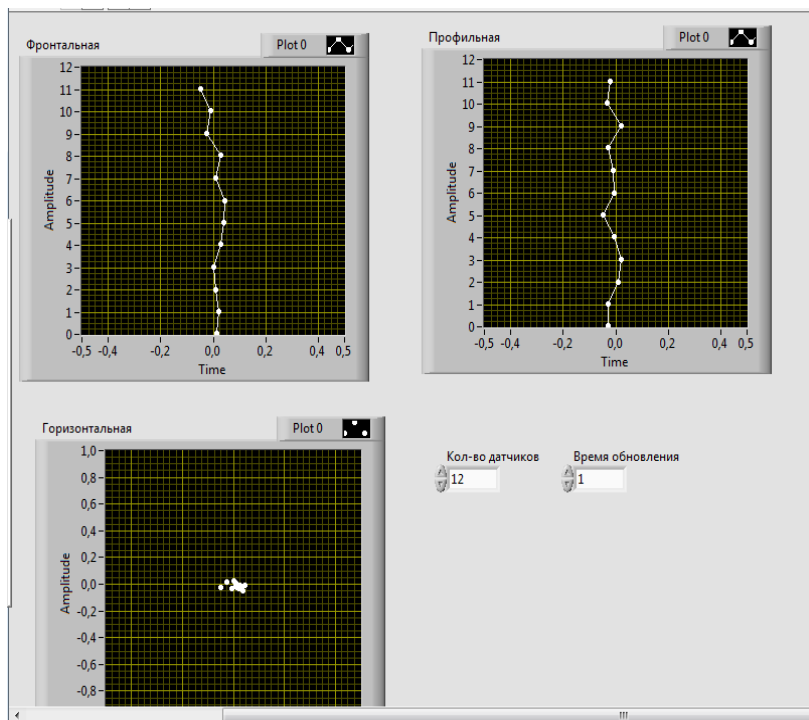


Рис. 5. Визуальный интерфейс **травмированное состояние ОДС – «наличие асимметрии»**

Следующим примером профилактического контроля (ПК) параметров жизнедеятельности человека в сложных экологических условиях система может быть ПК температурного поля человека

Система определения температурного поля (гомеостаза) человека (ТГЧ), предназначена для профилактического контроля процесса распределения температуры на поверхности тела и самодиагностики, а также оценки влияния воздействий внешних факторов, например: реакцию организма на экологию, пищевые продукты, лекарственные препараты, лечебные процедуры и др. Система ТГЧ измеряет температурное поле человека, выполняет идентификацию температурного гомеостаза и отображение полученных результатов в удобном виде в реальном времени. Одним из основных признаков здоровья являются показатели температурного поля, а именно: **отсутствие асимметрии**.

**Анализатор температурного поля человека.** Важное место в диагностике различных заболеваний занимает температурная

диагностика, устанавливающая связь между процессами, происходящими в организме и его температурой. Сохранение организмом температуры обеспечивается деятельностью системы терморегуляции. Анализатор предназначен для профилактического использования в бытовых условиях в качестве самостоятельно используемой аппаратуры. Может использоваться также в различных областях медицины, как на этапах исследовательской деятельности, так и при контроле гомеостаза больного человека или отдельных участков его тела. Состоит из интерфейса, интеллектуального микропроцессорного модуля и предусматривает как использование персонального компьютера, так и вывод информации на автономный дисплей анализатора (рис. 6). Анализатор снабжен специальным программным обеспечением. Предусматривает при подключении к ПК использование пакетов прикладных программ и когнитивную (удобную для восприятия) визуализацию. К числу новых функций относятся:

- учет конкретных условий измерения;
- не требует значительных затрат времени для получения результата;
- предусматривает хранение результатов, заносимых в базу данных;
- позволяет следить за динамикой изменения температуры;
- позволяет оценивать реакцию на внешние возмущающие факторы;
- выполняет постановку диагноза в режиме профилактического эксперта;
- выдает рекомендации для стабилизации температурного баланса
- характеризуется низкой стоимостью, доступностью и точностью;
- получение результата для принятия решений незамедлительно;
- о состоянии температурного баланса судят не по цветовой палитре, как например в тепловизоре;
- точность постановки диагноза не зависит от устройства отображения (монитор компьютера, цветная распечатка) когда наблюдаются значительные расхождения в отображении одного и того же цвета и от зрения каждого человека по-разному воспринимать цвета и их оттенки.
- не исключает консультацию специалиста. Зеленый цвет (норма), плавно переходящий в красный, свидетельствует о повышении температуры в данной части организма человека. Переход зеленого цвета в синий свидетельствует о переохлаждении.

Пример работы программы представлен на рис. 6 и 7:

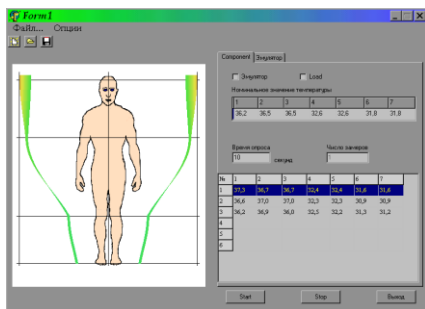


Рис. 6. Диаграмма распределения температуры (повышение температуры головы)

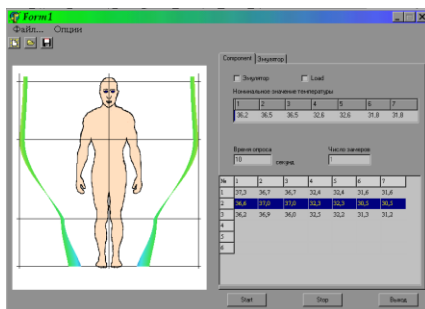


Рис. 7. Диаграмма распределения температуры (переохлаждение ног)

### Обзор основного окна программы

В левом верхнем углу основного окна отображаются данные, идентифицирующие пациента – фамилия, имя, отчество, дата рождения и пол.

Ниже расположена навигационная панель управления. С ее помощью осуществляется доступ и управление базой данных по пациентам.

Назначение кнопок на навигационной панели:

- 1 – переход к первой (последней) записи в базе данных пациентов;
- 2 – выбор пациента из базы данных;
- 3 – создание записи для нового пациента;
- 4 – удаление всех записей по выбранному пациенту;
- 5 – подтверждение изменений (перезапись) в БД;
- 6 – отмена создания новой записи

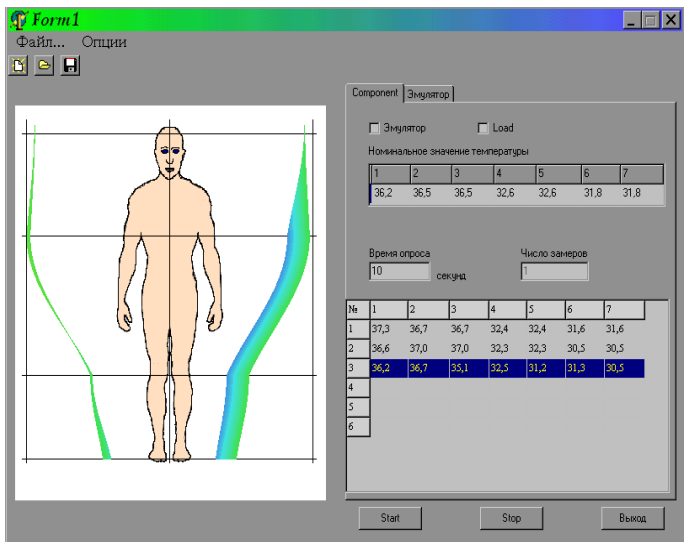
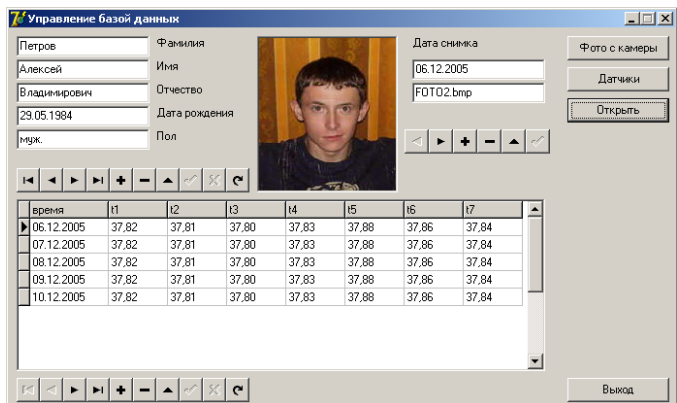


Рис. 8. Диаграмма распределения температуры: понижение температуры левой стороны, возможный диагноз: – недостаточное кровоснабжение сосудов



Предложенные системы профилактического контроля состояния здоровья человека вполне реализуемы в домашних условиях и способствуют самодиагностике, а также исключают постановку ошибочного диагноза.

### **Литература**

1. Hopfield J.J. Neural computation of decisions in optimization problems / J.J. Hopfield, D.W. Tank // *Biolog. Cybern.* – 1985. – Vol.52. – P. 141-152.
2. Kohonen T. Self-organizing Maps / T. Kohonen. – Berlin: Springer-Verlag, 1995. – 365 p.
3. Ritter H. On stationary state of the Kohonen self-organizing sensory mapping / H. Ritter, K. Schulten // *Biolog. Cybern.* – 1986. – Vol.53. – P. 405-411.
4. Martinez M. «Neural-gas» network for vector quantization and its application to time series prediction / M. Martinez, S. Berkovich, K. Schulten // *IEEE Trans. on Neural Networks.* – 1993. – Vol.4. – P. 558-569.
5. Holland J.H. Adaptation in natural and artificial systems / J.H. Holland. – Cambridge, Michigan: MIT Press, 1992. – 228 p.
6. Goldberg D.E. Genetic algorithms in search, optimization and machine learning / D.E. Goldberg. – Addison-Wesley, MA, 1989. – 432 p.
7. Федоров Е.Е. Методика интеллектуальной диагностики зрительного анализатора / Е.Е. Федоров, И. Слесорайтите // *Математичні машини і системи.* – 2010. – №3. – С. 104-110.

### **Информация об авторах:**

**Власюк Анна, Ларина Екатерина** - Национальный Технический Университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

## ВІДХОДИ: РЕСУРС І ОБ'ЄКТ ПРАВА ВЛАСНОСТІ

Кременовська Ірина Володимирівна, Святогор Олексій Анатолійович



Протягом останнього часу в Україні набуває дедалі більшої актуальності проблема утилізації твердих побутових відходів, у зв'язку з чим Міністерством екології та природних ресурсів України здійснюється узагальнення пропозицій фахівців, науковців, громадських діячів щодо напрямів і заходів, спрямованих на подолання згаданої проблеми.

Так, Проектом «Національної стратегії поводження з відходами для України» [1] (далі Проект), який наразі розглядається як «робоча версія» вектору реформування законодавства, а саме, розділом II «Стратегічні цілі, принципи та задачі» запропоновано, зокрема такі два базові основні принципи (вектори) розвитку законодавства в напрямі поводження з відходами:

- 1) «забруднювач платить»;
- 2) «користувач платить».

Зазначені підходи ґрунтуються на тому, що особа, яка забруднює навколишнє середовище та скидає відходи, або ж замовляє утилізацію відходів повинна компенсувати усі витрати суспільству (оплатити вартість послуг з утилізації).

Однак є підстави вважати подібну постановку (формулювання) принципів принципово неправильною.

Перш за все, відносини матеріального (цивільно-правового) та господарського характеру (і не тільки в Україні, а й у світі загалом) базуються на відносинах власності. Власність (відносини власності) – наріжний камінь будь-якого суспільного цивілізаційного розвитку. У відносинах власності виявляється та закріплюється конкретний автономний майновий інтерес визначеної особи щодо «своїх» активів (ресурсів), якими особа може розпоряджатися.

Вся продуктивна діяльність у суспільстві обертається навколо відносин власності. Основна життєва мета діяльності фізичних та юридичних осіб спрямована на досягнення автономного добробуту, який втілюється через набуття права власності на певні активи, майно, ресурси.



Власність зобов'язує, але ж і власність дає можливість нею розпоряджатися, обмінювати її на інші ресурси. Тобто, власність завжди має певну ціну, та за її збут власник має отримувати певні еквівалентні ресурси.

Для спрощеного сприйняття цей принцип виражається максимально просто: ми всі щось робимо спільно для загального блага, при цьому кожен з нас зацікавлений в особистому матеріальному збагаченні, накопиченні грошей, влади, впливу, активів, ресурсів, можливостей тощо. Накопичені (зароблені, здобуті) ресурси – це засоби (інструменти) для реалізації своїх потреб вищого рівня (свобода, духовність, освіта, самовдосконалення, стосунки, самореалізація тощо). Конституції більшості країн світу, і тут Україна не є виключенням, економічні теорії, фундаментальні дослідження визнають ці принципи мовою права за допомогою таких формул і концепцій, як «верховенство прав людини», «розвиток особистості», «суспільство споживання», «захист та гарантії прав споживачів» тощо. Реалізація та розвиток змісту згаданих словосполучень здійснюється в окремих законах «першого рівня значущості», починаючи від Загальної декларації прав людини та Конституції України до Закону України «Про захист прав споживачів». Сучасне суспільство – суспільство споживачів та споживання і воно ж формує свої принципи та цінності нового порядку.

Юридичні особи (суб'єкти господарювання) діють практично за такими ж принципами і, зважаючи на те, що їх природно представляють люди (фізичні особи) зі своїми прагненнями, баченням «під себе» - то ці принципи ідентичні.

Цей докладний вступ є необхідним для розуміння суті відносин. Відносини у сфері поводження з відходами – це ті ж самі відносини власності, можливо, дещо трансформовані та спотворені (навмисно чи випадково, під час пошуку методів і напрямів розв'язання поточних проблем) ситуативно емоційним «непотрібним» і «шкідливим» характером відходів, за якого їх треба «позбуватися».

Великим відкриттям для більшості виявляється проста істина: відходи – це майно (ресурси, активи) які придбані власником. Розглянемо цю конструкцію, максимально спростивши її окремі елементи.

Так, коли людина придбаває, приміром, ковбасу, то виступаючи як споживач має емоційно та практично забарвлений інтерес придбати продукт в гідній упаковці. Це має не тільки емоційну складову придбання товару в гарній обкладинці, але має і практичну мету – сучасна упаковка забезпечує збереження товару та його захист від дії природних чинників псування, зручності зберігання, транспортування, використання.

І зрозуміло, що споживач, умовно діючи між імовірністю придбати кілограм ковбаси за 10 одиниць умовних грошей без упаковки та за 15 одиниць умовних грошей в яскравій обгортці, із зазначенням вмісту придбаного товару (жирність, кількість білків, жирів, склад, наявність ГМО складових, приправ, спецій, добавок, рекомендацій по зберіганню, адреси виробника тощо) – в більшості випадків вибере другий варіант,

заплативши «зайві» 5 гривень за упаковку, при тому, що сам товар, заради придбання якого відбувалися всі маніпуляції – ідентичний (той самий).

Тобто людина сплачує умовні 5 одиниць грошей за упаковку, яка має ціннісний вираз лише протягом короткого часу, допоки основний товар не спожито, після чого упаковка переходить у категорію «побутові відходи» та спрямовується до сміттевого кошика.

Але сути відносин не приховаєш. Упаковка належала і належить споживачеві (покупцеві) на праві власності (була ним придбана за свої «кровні»). Переводячи придбаний товар у категорію «побутові відходи» (які дістають зневажливу та принизливу назву «сміття») споживач, виходить, викидає свої гроші. Поняття «власник предмету» дивним карколомним чином трансформується (з порушенням усіх правових принципів) у поняття «особа, яка замовляє послуги з утилізації...». Власник майна (ресурсу) стає замовником свідомо оплачуваних дій зі свого «збіднення».

Викинувши свої гроші, споживач (за Проектом розглядуваної нами стратегії – забруднювач території) ще і платить за те, що його майно (ресурс) утилізують, вивезуть, «кудись подінуть з очей геть» (тобто, платить вже двічі). І на закріпленні цього принципу наполягає Проект стратегії. Це принципово і стратегічно парадоксально, безглуздо і нерозумно.

При цьому навпаки, особа, яка утилізує (надає послуги з утилізації) відходів, набуває у власність (з повним правом володіти, користуватися, розпоряджатися) «корисну масу» - купу пластику, скла, картону тощо, маючи можливість робити все, що заманеться (отримувати будь-які корисні властивості від переробки отриманого майна (ресурсу): від сортування, відокремлення, приміром, пластику (скла, металу тощо) та його подальшої переробки на предмети побутового та промислового вжитку – до банального отримання біогазів або газу з органічних відходів (за Законом України «Про альтернативні джерела енергії» [2] вони, до речі, віднесені до відновлювальних джерел енергії) і спалювання паперу та інших подібних відходів на сміттєспалювальних заводах з отриманням електричної та теплової енергії.

Більше того, особі, яка утилізує такі відходи (тобто, фактично переробляє їх) надходять кошти у вигляді оплати за вивезення та утилізацію сміття та кошти від того, що ця особа, власне, отримує корисні властивості від переробки сміття. Тобто ця особа вже «заробляє двічі» - на відміну від споживача, який «втрачає двічі».

Цей розбаланс є принциповим, і розуміння його змісту є архіважливим. Подібний дисбаланс (розбаланс) між інтересами та розумними діями «виробників відходів» (первісних власників) і діями та інтересами «утилізаторів» сміття унеможливує досягнення будь-яких позитивних та значущих змін на краще. І не тому, що нам «шкода» споживачів, які спочатку придбавають товар, потім його втрачають та ще і платять гроші за те, що дістали змогу його втратити (повна маячня та нісенітниця з огляду на логіку подій). І не тому, що «утилізатори»

відходів, отримуючи певні корисні ресурси (та ще і за гроші) потім їх переробляють та отримують корисні властивості (реалізуючи їх за ті гроші) – отримують надприбутки. Про це трохи згодом, на прикладі міста Львова.

За аналогічними принципами слід розглядати практично всі відходи, починаючи від побутових (упаковка з використаних продуктів, відпрацьовані батарейки (елементи живлення), старий одяг та взуття, відходи промисловості, відпрацьоване атомне пальне тощо.

Відходи – це не сміття (щось непотрібне). Це ресурс, кошти, до освоєння яких та вилучення з яких корисних властивостей просто ще «не дійшли руки» (технології, рівень науки і у нашому випадку – елементарне бачення суті суспільних процесів).

Варто звернути увагу на існуючі маніпуляції суспільною свідомістю. Ми всі пригадуємо вкрай високий негатив забарвлення відходів (відпрацьованого палива) атомних станцій та емоційно забарвлені епітети, якими «нагороджували» ці насправді безцінні високотехнологічні економічні ресурси недобросовісні медійники, політики і тіньові ділки. Відпрацьоване атомне пальне іменувалось «ядерним брудом», «атомним сміттям», і все заради створення в суспільстві зневажливого та упередженого ставлення до цих відходів. Україна під тиском громадськості була змушена вивозити відпрацьовані ядерні відходи за кордон, платячи шалені гроші за їх «захоронення» та «утилізацію».

Слід згадати і той шалений лемент, який шквально піднімався недалекоими ЗМІ у зв'язку з новинами про будівництво поблизу Чорнобильської АЕС сховища відпрацьованого ядерного палива, яке відразу дістало «страшну» назву «ядерний могильник».

При цьому для фахівців і просто тверезо мислячих людей, які зрідка відвідували середню школу, було зрозуміло, що відходи ядерного циклу – це не наповнення страшних «могил» і «кладовищ», а високотехнологічні та високовартісні складні елементи (речовини), які за певний час (можливо, не один десяток років) у зв'язку з розвитком технологій будуть практично «на вагу золота» (будуть піддані збагаченню, переробці, використанні в інших пристроях і технологіях тощо).

І не українські атомні станції взагалі стратегічно повинні платити закордонним благодійникам минулих років за «утилізацію» відходів, а навпаки, «утилізатори» повинні були платити атомним станціям кошти за прийняття відходів на зберігання за можливості його подальшої переробки та отримання корисних властивостей.

Або ж звернемо нашу увагу на події сьогодення. Україну ледь не щодня лихоманить тема «Львівського сміття». На полігоні побутових відходів загинули люди, полігон був охоплений полум'ям (відходи калорійні та виділяють величезну кількість газів, є надзвичайно енергоємними), Львівська область у стані екологічної катастрофи, й ніхто не знає, що робити з побутовими відходами зі Львова та околиць, керівництво Львова не знайшло іншого виходу, аніж пресувати зміст сховища в трейлери (вантажні автомобілі, іноді призначені і для

перевезення харчових продуктів) та розвезити відходи по всій Україні, «домовляючись» з віддаленими полігонами про захоронення та утилізацію. Повторимось – енергоємне та корисне майно «не знають де подіти».

Це цілковита маячня та безглуздя, відвертий «театр абсурду», й сором, небачений у всьому світі. Чому лідер у «сміттєвому» бізнесі – Швеція вже потерпає від нестачі відходів та змушена придбавати їх у сусідніх країнах для того, аби підтримувати «на плаву» своє «виробничосміттєве» існування. Можливо, тому, що у Швеції діє інший принцип – особа, яка надає послуги з утилізації сміття (як це пропонується зробити у нас) насправді не надає такі послуги, а купує ресурс у споживачів. І саме за такої ситуації Швеція «у відчаї» почала активно очищати море та узбережжя від відходів (сміття) та у стані дефіциту почала розробляти нові технології, приміром, будівництва доріг з видобутих із моря відходів. Хіба не дивина – з одного боку, дефіцит відходів (ресурсів), але цю «бідую» наші північні сусіди з прапором, схожим за співпадінням кольорів на наш обернули так, що з дефіцитної сировини почали мостити дороги (тобто, тут дефіцитна сировина вже виглядає як зовсім не дефіцитна).

Надприбутки «утилізаторів» та «захоронювачів» побутового сміття в Україні (за рахунок лише оплати «послуг» з утилізації відходів) призвели до колапсу в системі. Власники полігонів та надавачі послуг з утилізації мають вдосталь ресурсів для того, аби залишати все, як є. Тобто, отримавши енергоємне майно, придатне до подальшого використання – нічого не роблять задля стратегічного вирішення ситуації, що викликає як мінімум здивування – чому б не заробляти?

Чому не відкривати (започатковувати) сортувальні станції, переробні потужності, сміттєспалювальні заводи (в Україні він наразі лише один, у місті Києві, та забезпечує тепло лише невеликий мікрорайон)? Україна потопає у відходах (які вже таки перейшли в категорію «сміття») і рівень екологічної катастрофи зростає в геометричній прогресії.

Система вже не працює (факт очевидний), але Проект стратегії і надалі пропонує затвердити принципи «забруднювач/замовник платить» як непорушні. Ці принципи несправедливі, неприродні, безглузді, а тому вони просто не будуть «працювати». Природний рух активів спотворений, «запущений за зворотнім колом» і тому приречений на застій і занепад.

Існує певний порядок речей, - і він природний, заснований, передусім, на економічній складовій (в даному випадку на відносинах власності): право як формальна юридична категорія має слугувати цьому порядку речей, корегувати його, розвивати, «виправляти» недоліки, систематизувати спірні моменти, регулювати їх.

Але коли робляться спроби порушити базові принципи економіки, та перевернути все шкереберть, «з ніг на голову», створивши ситуацію, за якої власник цінного майна має його викидати, та ще і платити за це, а натомість інша особа набуває у власність це ж цінне майно, та ще й отримуючи за це гроші – відбувається колапс. Система не рухається, вмирає, як живий організм, в якому порушені природні обмінні процеси.

Тому насправді відносини власності та обумовлений ними природний рух коштів, та ролі продавців і покупців не повинні порушуватися. Власник завжди має право збути (продати, відчужити) своє майно в обмін на грошові кошти.

Пригадаймо твори двадцятих-тридцятих років, які описують колоритні фігури «ветошників» та «тряпичників», коли по містах пересувалися візки, власники яких скуповували старі кістки та дрантя. Здавалося б, кому вони потрібні, що з них можна зробити. Але система працювала і власник сміття (відходів) отримував гроші в результаті його продажу.

До речі, така ж система існувала в СРСР і пізніше, та існує зараз у нас. Можливо, не всі звертали увагу на неї, але замість «стратегічного» принципу «платить забруднювач/замовник» (який, як ми з'ясували, є більш ніж сумнівним) за окремими категоріями відходів діє принцип «платить покупець». У місті Києві, приміром, можна без особливих зусиль реалізувати в приймальних пунктах вторсировини 1 кг. склобою (скляної тари) за 80 копійок, 1 кг. звичайних «упаковочних» пакетів – за 15 грн., порожні пляшки приймають поштучно залежно від конфігурації (від 20 копійок за одиницю і вище), на вагу приймають також пластикові пляшки, алюмінієві банки з-під пива тощо.

І така система, як ми бачимо, реально працює, позаяк економічно правильна і обґрунтована, справедлива та розумна, і головне – корисна. У «вільному лежанні» неможливо знайти пляшку чи алюмінієву банку, оскільки вони є власністю, майном, за яке платять гроші й тому цінують. Досягається і елемент природної екологічної та естетичної чистоти оточуючого середовища і реалізується елемент «правильного» руху коштів та відносин обігу предметів власності.

Пропозиції всіяко штрафувати та «мордувати» власника майна (відходів) за те, що він ним не так розпорядився (викинув сміття на узбіччя тощо) – неефективні і неприродні, так само, як і змушувати його в будь-який спосіб сортувати сміття. Люди є вільними за своєю природою, і будь-якого насильства не толеруватимуть, воно просто не досягне мети (і тут не варто сперечатися). Натомість, якщо ж власнику відходів буде запропоновано декілька гривень в обмін на здавані ним ресурси (відходи), відсортовані належним чином, розібрані за групами, то такий власник завжди із задоволенням реалізує своє природне юридичне право продати своє майно. Або ж не він особисто, то замість нього інші особи, які в силу природних причин (майнової скрути) забажають стати власниками певного ресурсу та продати його.

Тобто, у стратегічному вираженні відходи, повторимось ще раз, - це не сміття, а ресурс, майно, опосередковані «живі» гроші. Такий ресурс просто необхідно освоювати за правильними природними економічними (та юридичними) законами, а не за штучними теоріями та стратегіями.

Відтак, за наведених підстав запропоновані Проектом стратегії тези «забруднювач платить» та «користувач платить», є принципово та системно невірними, неправильними як за формою, так і по суті, й мають бути критично переглянуті крізь призму розуміння суті та природи

відносин та їх розвитку в природному напрямі (з погляду на інтереси власника та його природної зацікавленості отримати дохід (нехай, навіть мінімальний). Це також є ефективними з огляду на те, що власників у відходів значно більше, аніж «контролерів» та «утилізаторів», і сама їх множинність є запорукою того, що система буде працювати належним чином та стане взаєморегулювною, взаємокомпенсуючою, всепроникною та універсальною.

#### **Список використаних джерел:**

1. Технічна редакція проекту Національної стратегії поводження з відходами для подальшого громадського обговорення (Текст) // Міністерство екології та природних ресурсів України. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/garbage/5632-tekhnichna-redaktsiia-proektu-natsionalnoi-stratehii-povodzhennia-z-vidkhodamy-dlia-podalshoho-hromadskoho-obhovorennia>.
2. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 р. № 555-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 24. – Ст. 155.

#### **Інформація про авторів:**

**Кременовська Ірина Володимирівна**- к.ю.н., с.н.с.; директор;  
**Святогор Олексій Анатолійович**-перший заступник директора,  
Центр економіко-правових досліджень,  
м. Київ  
[i.v.kremenovskaya@gmail.com](mailto:i.v.kremenovskaya@gmail.com)

#### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*Summary. Disposal of waste by using it as renewable resources is derived from the overall development strategy of the ecology sector and all the questions are referred to the competence of the Ministry of Ecology and Natural Resources. This means that the figures that show the status and effectiveness of the use of waste as renewable source will not be considered during the development of promising areas of the industry (including programs for promoting alternative energy producers and their planned share in total energy production).*

*All this is possible and perspective in view of the fact that waste (garbage) is actually a renewable fuel, and its use is consistent with the state strategy of Ukraine in promotion of “green” energy.*

*Construction of new incineration factories in different regions of Ukraine will strengthen regional economic independence. Household waste should be considered as completely free raw materials and renewable resources for power generation companies. Given the presence of significant difficulties in attracting investors and negative experience of concentration of assets owned by individuals, new waste processing facilities (factories, plants, production*

*lines and sorting recyclable materials lines etc.) can be built at the expense of local budgets by appropriate territorial communities pooling their financial resources.*

## **СОЗДАНИЕ ИНТУИТИВНО ПОНЯТНОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОРТАЛА И МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «НЕЖИН ТУРИСТИЧЕСКИЙ»**

Ткачук Н.О., Куприенко В.И.

Научный руководитель: Гребенник А.Г.

**Аннотация:** Работа посвящена вопросам разработки интерфейсов мобильных и web-приложений которые будут удобны как для домашнего использования, так и во время туристических путешествий. От уровня понятности, доступности и удобства интерфейса напрямую зависит привлечение внимания общественности к самостоятельному изучению истории, повышение качества информирования пользователей о спектре туристических услуг города. Система приложений, разработанная для различных видов устройств и основанная на современных технологиях, реализует принципы умного туристического города.

**Ключевые слова:** web-приложение, мобильное приложение, интерфейс.

Система «Нежин Туристический» создана с целью привлечения внимания туристов к достопримечательностям города Нежин путём предоставления информации о них и их расположении. Система состоит из двух модулей:

- информационный туристический портал;
- мобильное приложение для ОС Android.

Также система включает в себя физические объекты – таблички с QR-кодами, ведущими на страницы портала и мобильного приложения, - которые размещены около туристических объектов города.

Так как система предназначена для широкого использования, как местными жителями, так и туристами, в том числе иностранными, то она должна иметь интуитивно понятный, доступный каждому и удобный интерфейс, который доступен на двух языках: украинском и английском.

Исходя из указанных требований, при реализации информационного портала, перед дизайнером предстала задача построения правильного пользовательского интерфейса, который должен одинаково отображаться при указанных локализациях (украинская, английская) и сохранять простоту и лаконичность на разных мобильных устройствах. Общеизвестный факт, что латиница и кириллица имеют разный объем текста при одинаковом смысловом содержании. Кириллица занимает на 10% больше текстового пространства, чем тот же текст на латинице.

В целом, информационный портал имеет следующую структуру:

- главная страница;
- страница с общей информацией о Нежине;
- блок страниц «Визначні місця»;
- блок страниц «Для туриста»;
- карта;
- контакты.

Главная страница выполняет роль обложки сайта и дает возможность пользователю быстро вникнуть в суть представленного контента, показав его преимущества на фоне альтернативных источников конкурентов. В системе «Нежин Туристический» главная страница состоит из нескольких логических блоков, а именно «Варто побачити» - случайный вывод 4 достопримечательностей из общего списка всех памятков, информация об аудиогиде по городу и календарь памятных дат для города, блок новостей и анонса, а также ссылку на мобильное приложение.

При создании главной страницы дизайнер использовал современные тенденции web-дизайна, а именно эффекты параллакса и блочный дизайн. Такое соединение различных технологий дает возможность адаптировать простые элементы к современным реалиям.

Блоки страниц «Визначні місця» и «Для туриста» имеют одинаковую шаблонную структуру, что упрощает работу пользователя с порталом, не заставляя его каждый раз изучать логику функционирования отдельных страниц. Это достигается использованием одинаковых элементов на всех страницах, к которым относятся шапка сайта, горизонтальное меню, breadcrumbs, боковое меню и футтер.

Breadcrumbs - это навигационная цепочка, которая представляет собой путь по системе.

Стоит также упомянуть страницу «Карта». Ее особенностью является то, что для системы был разработан собственный слой карты с нанесенными городскими локациями и уникальным дизайном маркеров. Ее функционал дополнен возможностью фильтрации по видам памятков, которые заданы в базе данных. Карта размещается на всех страницах достопримечательностей.

Мобильная адаптация – важная часть информационной системы, так как она должна быть доступной на всех типах устройств. Результат был достигнут с помощью медиа-запросов к отдельным элементам созданного шаблона. Минимальная ширина экрана для корректного отображения составляет 240 пикселей, но, для более удобного использования системы на мобильных устройствах, разработчики рекомендуют использовать специально созданное мобильное приложение.

Мобильное приложение доступно бесплатно в Google Play и поддерживается на ОС Android начиная с версии 3.0. Согласно официальной статистике Google, это покрывает 97.4% устройств, активных в Google Play. Также установленное приложение не занимает много места, меньше 20 МБ памяти, что может быть критично для некоторых пользователей. В зависимости от выбранного системного



языка целиком меняется и язык приложения, в том числе и вся информация в нём. Таким образом достигается вышеупомянутая доступность для широкого круга пользователей.

При разработке приложения были использованы принципы Material Design от Google – информация расположена блоками, используются пиктограммы, общепринятые иконки, дизайн сделан максимально простым и понятным для пользователя. Приложение визуально напоминает приложения от Google, с целью восприятия привычным для пользователя. В дизайне используются белый и зеленый цвета, которые хорошо гармонируют между собой и создают достаточный контраст, а также символизируют цвета Черниговской области.

Мобильное приложение в целом повторяет функционал сайта, однако адаптирует его для мобильных устройств. Некоторые модули сайта, не столь критичные для пользователя, не были включены в приложение для его легковесности и излишней загруженности малоиспользуемыми элементами. Однако в приложение добавлены функции, которые могут быть использованы только на мобильном устройстве – это QR-сканер и GPS-возможности.

QR-сканер использует встроенную камеру устройства для распознавания кодов на табличках с QR-кодами, которые планируется установить около всех достопримечательностей, информация о которых хранится в базе данных системы. При сканировании, пользователь будет автоматически перенаправлен на страницу соответствующей памятки. Однако эти таблички могут быть использованы и без мобильного приложения «Нежин Туристический» если у пользователя есть любой другой QR-сканер, так как они содержат ссылку на страницу портала с описанием данной достопримечательности.

Наличие GPS модуля в мобильных устройствах открывает возможности для дополнения возможностей портала в мобильном приложении. Был расширен функционал страницы «Карта» и добавлена страница «Поруч».

В нашем приложении было принято решение использовать карты от Google, как наиболее используемые и привычные для пользователя ОС Android. Страница «Карта» выполняет те же функции, что и на портале – отображает все туристические объекты с возможностью применения фильтра по различным категориям и группам объектов, однако с помощью мобильного устройства открывается возможность проложить маршрут к выбранной памятке от текущего местоположения пользователя. Данная функция использует предустановленное приложение «Google Карты».

Страница «Поруч» учитывает текущее положение пользователя, отображая ближайшие к нему достопримечательности в определенном радиусе, указывая расстояние от пользователя к памятке в метрах. Пользователь может выбрать объект, чтобы узнать о нем больше, либо проложить к нему маршрут. Подобный функционал реализован на

странице каждой достопримечательности: отображаются памятки, которые расположены близко к указанному объекту.

На сегодняшний день созданная система уже установлена и успешно функционирует в городе Нежин, предоставляя жителям и туристам возможность пользоваться современными технологиями с помощью уже привычных для нас устройств, реализуя принципы умного туристического города.

### **Список ссылок**

1. <http://nizhyn-travel.com.ua/>
2. <https://play.google.com/store/apps/details?id=stu.cn.ua.nizhyntravel>

### **Информация об авторах:**

**Ткачук Н.О., Куприенко В.И.-** Черниговский национальный технологический университет,  
ул. Шевченко 95, Чернигов, 14000, Украина  
[nadia.o.tkachuk@gmail.com](mailto:nadia.o.tkachuk@gmail.com), [kupr22@gmail.com](mailto:kupr22@gmail.com), [grebennik.alla@gmail.com](mailto:grebennik.alla@gmail.com)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **CREATING AN INTUITIVE WEB PORTAL AND MOBILE APP UI BASED ON “NIZHYN TRAVEL” SYSTEM**

*Nadiya Tkachuk, Vladyslav Kupriienko*

*Chernihiv National University of Technology,  
Shevchenka str. 95, Chernihiv, 14000, Ukraine  
[nadia.o.tkachuk@gmail.com](mailto:nadia.o.tkachuk@gmail.com), [kupr22@gmail.com](mailto:kupr22@gmail.com), [grebennik.alla@gmail.com](mailto:grebennik.alla@gmail.com)*

*Scientific leader: Grebennik A. G.*

**Annotation:** *The study is dedicated to development of UIs for mobile and web applications that will be easy to use at home or while travelling. The level of lucidity, accessibility and convenience of the UI directly influences the attraction of public attention to studying history, raising the quality of informing the users about the variety of tourist services of the city. The system of applications, developed for different devices and based on modern technologies, realizes the principles of a smart tourist city.*

**Key words:** *web application, mobile app, user interface.*

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ДОВГОТЕРМІНОВОГО ЗБЕРІГАННЯ ІЗОТОПНИХ ДЖЕРЕЛ НЕЙТРОНІВ

В.Г. Батій, С.В. Купріяничук, С.С. Підберезний, В.М. Рудько, А.О.Холодюк  
Д.В. Федорченко

В результаті експлуатації об'єктів з ядерними та радіаційними технологіями, включно з об'єктами ядерної енергетики, в Україні накопичено велику кількість відпрацьованих джерел іонізуючого випромінювання, в тому числі ізотопних джерел швидких нейтронів (ДШН). Значна їх частина зберігається без виконання всіх вимог санітарного законодавства, зокрема без використання відповідних захисних контейнерів [1]. Отже, однією з важливих задач для відновлення навколишнього середовища є створення контейнерів для довготермінового зберігання ДШН.

В даній роботі розроблена математична модель процесу довготривалого зберігання ДШН. В процесі її розробки були виконані наступні задачі:

- аналіз конструкції та складу найбільш розповсюджених в Україні нейтронних джерел ДШН-7, ДШН-8 та ДШН-9;
- розрахунок зміни з часом радіонуклідного складу ДШН. При цьому зокрема відмічено збільшення з часом виходу нейтронів та потужності дози гамма випромінювання внаслідок накопичення  $^{241}\text{Am}$  в процесі  $\beta^-$ - розпаду домішкового  $^{241}\text{Pu}$ ;
- розробка моделі ДШН;
- оптимізація розміщення ДШН різних типів графічним методом з використанням програм КОМПАС 3D та 3dsMax;
- розробка моделі віртуального "макроджерела" (рівномірної суміші матеріалів касети контейнера і матеріалів ДШН, рівномірно розподілених по всьому об'єму касети) для оптимізації процесу розрахунку захисних характеристик контейнеру;
- розробка моделі захисного контейнеру;
- розрахунок потужності дози (ПД) поблизу контейнеру методом Монте- Карло за допомогою програм MCNP та Scale;
- розробка моделі сукупного впливу при зберіганні декількох контейнерів в сховищі;
- розрахунок сукупного впливу при зберіганні контейнерів з ДШН в сховищі, зокрема в приямку (на прикладі централізованого сховища для зберігання відпрацьованих джерел, яке побудоване на майданчику "Вектор" в зоні відчуження [1]).

При розрахунку ПД проводився аналіз вкладу різних фізичних процесів з утворенням нейтронів внаслідок реакції  $^9\text{Be}(\alpha, n)^{12}\text{C}$  (вклад вторинних реакцій, наприклад,  $(n, 2n)$  – незначний) та гамма – квантів, зокрема внаслідок радіоактивного розпаду ізотопів  $\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$ , випромінювання первинних гамма-квантів з енергією 4,44 МеВ (внаслідок

реакції  ${}^9\text{Be}(\alpha, n1){}^{12}\text{C}^*$  зі збудженням першого рівня цього ядра), вторинних гамма-квантів від взаємодії нейтронів з матеріалами джерела і контейнера, включаючи парафін (найжорсткішими з них є ті ж гамма-кванти з енергією 4,44 МеВ від реакції непружного розсіювання на ядрах  ${}^{12}\text{C}$ , що входять до складу водневмісних матеріалів захисту і 2,22 МеВ внаслідок реакції  $\text{H}(n,\gamma)\text{D}$ ). Є також великий спектр інших гамма-ліній, що випромінюються в процесі взаємодії нейтронів з різними матеріалами, що входять до складу ДШН та контейнеру. Важливо відзначити, що нейтронні взаємодії можуть генерувати гамма-кванти з енергією, що досягає 12 МеВ. Крім того, незначний вклад можуть давати гамма-кванти від радіоактивного розпаду радіонуклідів, наведених при активації нейтронами конструкційних елементів джерела, контейнера та навколишнього середовища в процесі тривалого зберігання нейтронних джерел.

Розрахунки показали, що для найбільш консервативного випадку (зберігання 84 ДШН – 9 з сумарним виходом нейтронів  $5,0 \cdot 10^8$  нейтр./с) з врахуванням коефіцієнта запасу на проектування ( $K=2$  у відповідності з вимогами ОСПУ-2005) максимальна ПД на поверхні контейнеру (приймалась відстань 10 см) складає 1,58 мЗв/год, в тому числі нейтронне випромінювання – 0,62 мЗв/год, вторинне гамма випромінювання – 0,62 мЗв/год, первинне гамма випромінювання 4,44 МеВ – 0,34 мЗв/год, гамма кванти внаслідок радіоактивного розпаду ізотопів  $\text{Pu} + {}^{241}\text{Am}$  – менше 0,001 мЗв/год.

При зберіганні таких контейнерів в спеціальному приямку централізованого сховища сумарна ПД також не буде перевищувати 2 мЗв/год (максимальна ПД на поверхні контейнера у відповідності з вимогами санітарного законодавства).

Розроблена математична модель для довготермінового зберігання контейнерів  $\text{Pu} - \text{Be}$  ізотопних джерел нейтронів. Модель враховує не тільки дозу від нейтронного випромінювання, але і дозу від вторинного та первинного гамма випромінювання. Показали внесок в сумарну дозу від первинних гамма квантів – 4,44 МеВ, внаслідок реакції  ${}^9\text{Be}(\alpha, n1){}^{12}\text{C}$  зі збудженням ядра першого рівня  ${}^{12}\text{C}$ , а також вторинних гамма квантів від взаємодії нейтронів з конструкційними матеріалами, включаючи парафінове екранування. Найжорсткішим є ті гамма – кванти з енергією 4.44 МеВ від реакції недружнього розсіювання нейтронів на ядрах  ${}^{12}\text{C}$  та гамма – кванти з енергією 2.22 МеВ що утворюються в наслідок  $\text{H}(n,\gamma)\text{D}$  реакції.

Ми розрахували зміни з часом радіонуклідного складу джерел швидких нейтронів. При цьому спостерігається збільшення з часом виходу нейтронів та потужності дози гамма випромінювання в наслідок накопичення  ${}^{241}\text{Am}$  в процесі  $\beta^-$  розпаду домішків  ${}^{241}\text{Pu}$ . Розроблена модель «макроджерела» (використовуючи гомогенну суміш матеріалів касети контейнера та матеріалів джерела швидких нейтронів) для оптимізації процесу розрахунку захисних властивостей контейнера. Для розрахунку потужності дози поблизу контейнера використову

валися програми MCNP та Scale, також проведені розрахунки потужності дози для 14 контейнерів з джерелами швидких нейтронів яке побудоване на майданчику "Вектор" в Чорнобильській зоні відчуження.

### Список літератури

1. Batiy V.G., Khazhmuradov M.A., Kireev S.S. et.al. Ensuring the radioecological safety during long-term storage of Sealed Sources in Ukraine // Abstracts of Annual International Symposium EURO-ECO (Environmental, Engineering - Economic and Legal Aspects for Sustainable Living) Hanover-2013. – 28-29 November 2013.- P.23-24

### Інформація про авторів:

**В.Г. Батій, С.В. Купріячук, С.С. Підберезний, В.М. Рудько, А.О.Холодюк** - Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Чорнобиль

**Д.В. Федорченко**- ННЦ "Харківський фізико-технічний інститут" НАН України, м. Харків

### Annex for papers written in Ukrainian and Russian

## **MATHEMATICAL MODELING OF PROCESS LONG – TERM STORAGE ISOTOPIC NEUTRON SOURCES**

*V.G. Batiy, S.V. Kupriianchuk, S.S. Pidbereznii, V.M. Rudro, A.O. Kholodiuk  
Institute for Safety Problem of NPP NAS Ukraine? Chernobyl*

*D.F. Fedorchenko*

*National Science Center "Kharkov Institute of Physics and Technology",  
Kharkov*

*We developed the mathematical model for the long-term container storage of Pu-Be isotopic neutron sources. The model considers not only the dose from neutrons, but also dose from the accompanying gamma radiation. We showed the significant contribution to the total dose from the primary 4.44 MeV photons originating from the  ${}^9\text{Be}(\alpha, n){}^{12}\text{C}$  reaction with excitation of the  ${}^{12}\text{C}$  nucleus first level, and also from the secondary photons due to the neutron interaction with construction materials, particularly from the reactions on the paraffin shielding. The later include 4.44 MeV photons from neutron inelastic scattering on  ${}^{12}\text{C}$  and 2,22 MeV photons from  $\text{H}(n, \gamma)\text{D}$  reaction.*

*We calculated the time dependence of the neutron source radionuclide composition. The neutrons yield and gamma radiation doses increase due to the  ${}^{241}\text{Am}$  accumulation resulting from  ${}^{241}\text{Pu}$   $\beta$ - decay. We developed the "macrosources" model (using the homogeneous mixture of source and container cassette materials) optimized for the calculations of container safety features. Using MCNP and Scale codes we calculated dose rates around the single container and also the dose rate for the 14 containers with fast neutron sources*

*in the storage facility built at the "Vector" site of in the Chernobyl exclusion zone.*

## **ВПЛИВ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСНОВНОГО МЕТАЛУ КОРПУСУ РЕАКТОРА ВНАСЛІДОК НЕЙТРОННОГО ОПРОМІНЕННЯ НА ЗАЛИШКОВИЙ РЕСУРС**

Куценко Олексій Григорович, Каденко Ігор Миколайович, Харитонова Леся Василівна, Харитонов Олексій Михайлович

Однією з найбільш актуальних задач сучасної вітчизняної атомної енергетики є визначення залишкового ресурсу корпусів реакторів ВВЕР. Корпус реактору, як елемент, що не підлягає заміні, визначає і ресурс енергоблоку в цілому. Оцінка ресурсу корпусів реакторів за критеріями опору швидкому руйнуванню передбачає поєднання розрахунків різних типів: нейтронно-фізичних, теплогідравлічних, структурних, розрахунків механіки руйнування, застосування процедур неруйнівного контролю та визначення зміни властивостей матеріалів в рамках програми зразків-свідків. Зокрема, за допомогою випробувань зразків-свідків не лише встановлюється тренд критичної температури крихкості, але й визначаються механічні властивості матеріалу, які змінюються при експлуатації внаслідок нейтронного опромінення. В більшості розрахунків, направлених на оцінку міцності за критеріями опору швидкому руйнуванню, використовуються мінімальні гарантовані властивості матеріалу, які відповідають неопроміненому стану корпусу.

Остаточні розрахунки механіки руйнування виконуються, як правило, для піднаплавочних дефектів, що вимагає застосування пружньо-пластичної моделі поведінки матеріалу. При цьому часто припускається, що найбільш небезпечними є дефекти з більшими площами берегів (з меншим співвідношенням напівосей тріщини ( $a/c=0,3$ , а не  $a/c=0,7$ )). Для сценаріїв з різким і глибоким заходженням (типу LOCA), які характеризуються дуже швидкою і дуже сильною зміною температури теплоносія, вирішальний вплив на кінцеву оцінку міцності може здійснювати поведінка наплавлення. Найгірші (мінімальні) значення допустимої критичної температури крихкості для таких сценаріїв часто досягаються в точках, розташованих поблизу інтерфейсної поверхні «наплавлення-основний метал». Це пояснюється тим, що матеріал наплавлення є більш пластичним за основний метал. Отже, залишкові пластичні деформації для наплавлення вищі. Як показують розрахунки, максимум залишкових пластичних деформацій в наплавленні знаходиться в зоні розташування тріщини. Під час розхолодження, яке настає після події теплового удару, розтягнуте наплавлення не дає стискатися, а

отже розклинює основний метал. Внаслідок цього основний метал опиняється в розтягнутому, а наплавлення в стиснутому станах. Такий ефект призводить до високих значень напружень, перш за все, в околі точок, близьких до інтерфейсної поверхні. В цих точках діють максимальні напруження розтягу, які не зникають з часом. При цьому для сценаріїв, які характеризуються повторним навантаженням, а отже і високим рівнем накопичених пластичних деформацій, максимальні значення параметрів механіки руйнування ( $J$ -інтеграл) досягаються в точках, розташованих поблизу інтерфейсної поверхні. Причому, максимальні значення  $J$ -інтеграла можуть реалізовуватися для тріщин з співвідношенням напівосей  $a/c=0,7$ . Очевидно, що для матеріалів з більш високими значеннями властивостей міцності, даний ефект проявляється слабкіше і він повністю зникає при пружному розрахунку. При підвищенні механічних властивостей матеріалу (наприклад, за рахунок урахування зміцнення внаслідок нейтронного опромінювання), таким чином, більш небезпечними стають точки в околі самої глибокої точки фронту тріщини, більш небезпечними – тріщини з співвідношенням напівосей  $a/c=0,3$  і сценарії типу холодного опресування (низька температура і високий тиск). Така зміна може приводити до суттєвого підвищення розрахункових значень допустимої критичної температури крихкості, а отже забезпечувати додаткові можливості для продовження ресурсу. Про такі можливості свідчить досвід аналізу результатів, отриманих для енергоблоку №2 ЮУАЕС.

### **Інформація про авторів:**

**Куценко Олексій Григорович, Каденко Ігор Миколайович Харитонов Олексій Михайлович**- Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**Харитонова Леся Василівна**- Національний транспортний університет  
e-mail: [garonmail@gmail.com](mailto:garonmail@gmail.com); [kharytonov@univ.kiev.ua](mailto:kharytonov@univ.kiev.ua)

## **РАДИОЭКОЛОГИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА: СТУДЕНЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ**

Кушнер Татьяна, Волчек Анастасия

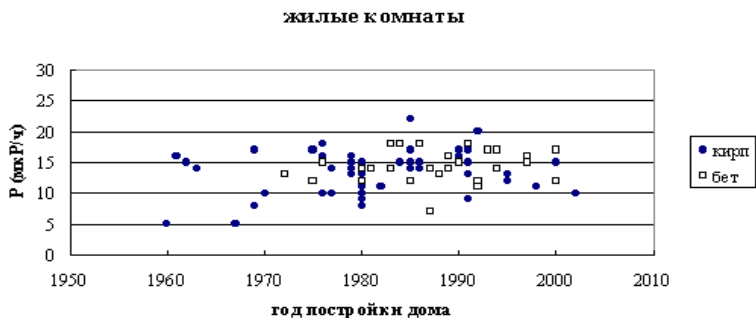
### **Введение**

В эру научно-технического прогресса человечество уже поняло, что его вторжения в механизмы взаимодействия биосферы и среды обитания, складывающиеся на протяжении миллионов лет, становятся все более опасными. Особенно это касается применения радиации в жизни

человека. Весомой составляющей образованности жителей Республики Беларусь, «отягощенной» последствиями аварии на Чернобыльской АЭС, с момента которой прошло уже более 30 лет, должна быть радиоэкологическая грамотность. Особое внимание уделяется повышению этой грамотности в студенческой среде. На протяжении многих лет в Брестском государственном техническом университете кафедрой физики проводится работа по вовлечению студентов в различные исследовательские проекты в области радиационной экологии и безопасности. На кафедре физики была организована научно-исследовательская работа студентов, базирующаяся на использовании имеющегося лабораторного оборудования и разработанных методик его применения. Далее приведем результаты некоторых студенческих исследовательских проектов.

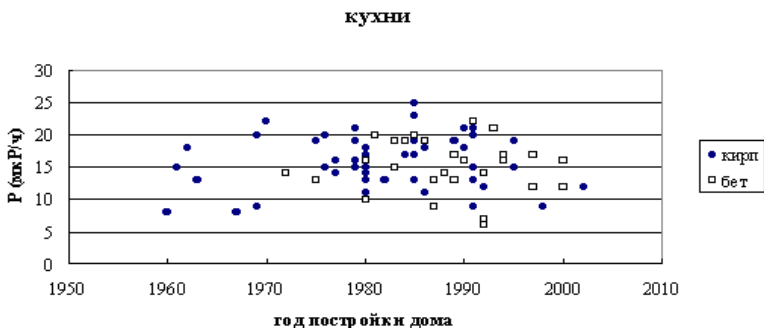
### Основная часть

При рассмотрении вопросов, связанных с ущербом, который наносит организму человека ионизирующее излучение, необходимо иметь данные об уровне радиационного фона, имеющего кроме природной составляющей и техногенное происхождение. Студентам строительного факультета было предложено измерить мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в квартирах, домах или общежитиях, где они проживают. Измерения проводились в жилых комнатах, кухнях и ванных комнатах, которые расположены в многоэтажных домах или коттеджах. Цель измерений – закрепить навыки оценки радиационной обстановки, собрать статистическую информацию. В измерениях приняли участие 90 человек. Результаты мониторинга приведены на рисунке 1. Информация о результатах измерений опубликована в сборнике студенческих научных статей [1]. Целью данной публикации являлось представление результатов проведенных исследований более широкому кругу студентов.

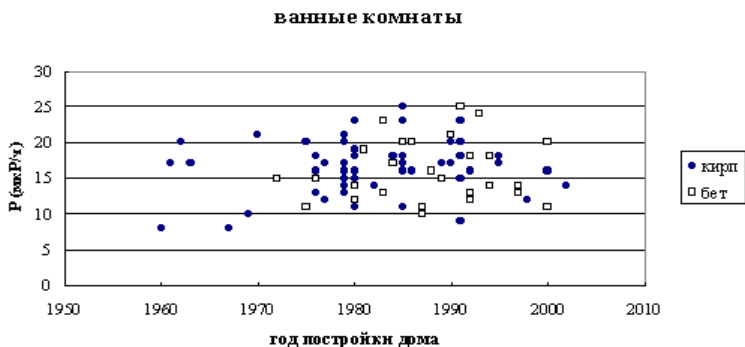


а)





б)



в)

Рисунок 1. Результаты мониторинга радиационного фона в жилых помещениях г.Бреста а) жилые комнаты; б) кухни; в) ванные комнаты

В комнатах уровень фона выше 20 мкР/ч обнаружен только в одном случае. Намного больше значений, превышающих 20 мкР/ч, имелось в ваннных комнатах и кухнях. Это могло быть связано с содержанием радона в данных помещениях, поскольку он растворяется в воде и является примесью природного газа, используемого для приготовления пищи. Кроме того, источником радона могут являться глиноземы, из которых производят керамическую плитку. Основной вывод работы – в условиях техногенного повышения радиационного фона целесообразно проводить измерения концентрации радона во всех помещениях и принимать соответствующие меры по уменьшению его содержания. Это поможет существенно снизить дозовую нагрузку на человека со стороны естественных источников радиации.

Ионизирующие излучения, как и любые другие факторы внешней среды, окружающие нас в повседневной жизни, зачастую не только не безразличны для человека, но и вредны. Основным документ в Республике Беларусь, регламентирующий воздействие ионизирующих излучений – гигиенические нормативы ГН 2.6.1.8-127-2000 «Нормы радиационной

безопасности». Нормирование ионизирующих излучений осуществляется по нескольким контролируемым параметрам, один из которых – объемная или удельная активность радионуклидов в воздухе, воде, продуктах питания, строительных материалах. Известно, что эффективная удельная активность в строительных материалах определяется по трем радионуклидам, которые имеют природное происхождение: Ra-226, Th-232, K-40. В рамках курса «Радиационная безопасность» студентами второго курса строительного факультета был реализован проект, тема которого «Исследование эффективной удельной активности природных радионуклидов в строительных материалах в зависимости от их класса». Цель работы – проведение радиационного мониторинга сырья и строительных материалов, применяемых в жилищном строительстве г.Бреста с целью разработки необходимых мер по снижению и смягчению радиационных рисков. В данной области проводятся измерения органами санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения Республики Беларусь (уполномоченный орган РУП «Сертиз»). В установленном порядке на строительный материал выдается сертификат, в котором указывается, что он соответствует НРБ по содержанию природных радионуклидов. Однако численные значения эффективной удельной активности не приводятся.

Студенты определяли конкретные значения эффективной удельной активности природных радионуклидов в пробах строительного сырья и материалов. Измерения проводились на радиометре «ADANI» 91M в лаборатории «Радиационная безопасность». Сбор данных в рамках студенческой исследовательской лаборатории дал возможность за короткий срок получить большой объем информации о содержании природных радионуклидов в строительных материалах в зависимости от исходного сырья и источника их поступления. Всего силами 35 студентов было исследовано более 50 проб. В таблице 1 приведены лишь некоторые результаты измерений.

Исследования, проведенные студентами, были важны и с педагогической точки зрения. Выпускникам технических вузов необходимо понимать, что технократическое мышление ведет к экологическому кризису [2]. Осуществленный проект развил у студентов элементы эгоцентрического сознания, и позволит будущим выпускникам строительного факультета «строить» среду обитания, применяя полученные знания в области радиационной экологии и безопасности. Результаты НИРС – представление широкому кругу общественности информации о содержании природных радионуклидов в строительных материалах; улучшение подготовки высококвалифицированных специалистов (инженеров-строителей) [3].

**Таблица 1. Результаты исследований студенческой лаборатории**

Материал	A(Ra-226)	A(Th-232)	A(K-40)	A <sub>эф</sub> , Бк/кг
Каолин (Гомельская обл.)	168±34	20±4	466±93	236±35
Каолин (Россия)	71±14	73±15	900±180	479±67
Глина (Брестская обл.)	21±4	53±10	618±124	146±18
Глина (Витебская обл.)	124±25	40±8	1288±258	293±35
Гранит (красный) (Микашевичи)	51±28	60±20	1143±450	221±53
Гранит (черный) (Микашевичи)	160±32	118±24	1400±280	445±50
Кирпич (красный) (Минск)	37±7	50±10	652±130	161±19
Кирпич (красный) (Брест)	0	60±23	70±40	135±63
Плитка (керамич.) (Минск)	120±24	55±11	306±62	220±28
Кирпич (силикат) (Брест)	0	13±3	1116±682	117±56
Керамзит (Минск)	125±25	105±21	1120±224	361±41

Практическая значимость – получение большого набора данных для эффективного статистического анализа. Результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования дозовых нагрузок населения при облучении, при выборе материалов потребителями, а также в промышленной строительной отрасли. Снижение доз радиации может достигаться ограничением облучения от природных источников. Например, при строительстве домов, в которых предполагается проживание людей с заболеваниями туберкулезом, «переселенцев» из районов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, желательно применение материалов с минимальной естественной загрязненностью радионуклидами.

Студентами факультета водоснабжения и гидромелиорации (ныне факультет инженерных систем и экологии) проведены фрагментарные исследования проб строительных материалов, применяемых в дорожном строительстве г.Бреста и Брестской области. Была измерена эффективная удельная активность природных радионуклидов, содержащихся в материалах. Сбор, приготовление проб, измерения проведены согласно ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение

эффективной удельной активности естественных радионуклидов» (принят МНТКС 17.06.2000). В ходе научно-исследовательской работы студентов был решен целый ряд задач: изучены основы радиэкологических знаний; развиты умения и навыки в области радиометрии и дозиметрии; активизирована деятельность по радиологическому мониторингу; усвоены нормы и правила радиационной безопасности. Результаты измерений приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Результаты измерений в рамках студенческих исследований**

Наименование населенного пункта, района	Наименование материала				
	Плитка бетонная тротуарная	Камни бортовые бетонные	Песчано-гравийная смесь	Песок	Щебень
Брестский р-н	57,3±11,5	56,2±11,2	100,8±20,8	36,8±7,4	—
г. Берёза	42,9±8,6	42,2±8,5	72,1±14,4	108,8±21,8	109±22
г. Барановичи	83,3±16,7	61,9±12,4	109,8±22,0	46,4±9,3	—
г. Дрогичин	91,5±18,3	59,5±12,0	—	79,3±15,9	—
г. Жабинка	75,8±15,2	65,9±13,2	—	47,1±9,4	—
г. Иваново	50,2±9,9	58,6±11,7	111,2±22,2	—	—
г. Кобрин	58,0±11,6	48,9±9,8	—	—	—
г. Лунинец	67,4±13,5	60,2±13,0	—	44,5±8,9	105±21
г. Ляховичи	—	—	105,2±31,8	71,8±8,4	—
г. Микашевичи	94,9±19,0	—	104,0±20,8	66,8±13,4	112±22
г. Пинск	—	188,7±37,7	103,3±20,7	143,0±30,7	140±28
г. Столин	84,8±16,9	—	—	120,2±24,0	95±19

С помощью доступного и достаточно простого мониторинга выполнен пусть небольшой, но законченный исследовательский проект [13]. В ходе его проведения были затронуты вопросы о необходимости распространения знаний в области радиэкологии. Реализация научных исследований в этом направлении дала возможность формировать у

будущих инженеров, специализация которых «Строительство гидромелиоративных систем и дорог», представления о влиянии некоторых экологических факторов на организм человека.

### **Заключение**

В типовые планы первой ступени высшего образования в Республике Беларусь введена интегрированная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека». «Радиационная безопасность» является частью интегрированного курса. На лекциях студенты узнают о системе радиационного контроля. Некоторые методики контроля изучаются в лабораторном практикуме. Однако у студентов есть возможность продолжить исследования во внеурочное время в рамках студенческой научной деятельности. Лаборатория радиационной безопасности в последние годы пополнилась еще одной установкой, гамма-бета-спектрометром МКС АТ1315, которая позволяет вести высокоточные измерения активности проб по многим радионуклидам. Данная установка может использоваться как для оснащения стационарного пункта радиационного контроля в случае возникшей необходимости, так и при реализации радиоэкологических проектов, в том числе и международных. Приведенные оригинальные разработки авторов в этой области, а также результаты их практического применения могут быть использованы для решения конкретных радиоэкологических задач.

Совершенствование профессиональной подготовки будущего инженера в современных условиях является одной из важнейших задач образовательного процесса. В процессе разработки той или иной технологии человек может как глобально, так и локально изменить радиационный фон среды обитания. В рамках научно-педагогической деятельности и с целью внедрения новых подходов в образовании на кафедрах физики и природообустройства и в будущем будет проводиться студенческая научно-исследовательская работа в области радиоэкологии.

### **Библиография**

1. Куликовский Д.Г. Мониторинг радиационного фона в жилых помещениях г. Бреста / Д.Г. Куликовский // Сборник конкурсных работ студентов и аспирантов БрГТУ. □Брест, 2005. – С. 156□–159.
2. Мамедов Н.М. Экологическая культура и образование / Н.М. Мамедов // Экологическое образование: концепции и методологические подходы: сб. науч. тр.: под ред. Н.М. Мамедова. – М.: Агентство «Технотрон», 1996. – С.10–23.
3. Кушнер Т.Л. Исследования студенческой лаборатории «Радиационная безопасность в строительстве» / Т.Л. Кушнер // Новое в методике преподавания химических и экологических дисциплин в региональном вузе: сб. ст. регион. науч.-метод. конф., Брест, 21 ноября 2008 г. / БрГТУ; редкол.: В.А.Халецкий [и др.]. – Брест, 2008. – С. 75–78.

### **Информация об авторах:**

**Татьяна Кушнер** – Брестский государственный технический университет, г. Брест Республика Беларусь e-mail: tkushner@bstu.by кандидат физико-математических наук, доцент. Основная область исследовательской деятельности – физика твердого тела и полупроводников

**Анастасия Волчек** – Брестский государственный технический университет, г. Брест, Республика Беларусь кандидат технических наук, доцент. Основная область исследовательской деятельности – природопользование, водоотведение и охрана водных ресурсов.

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

***Abstract:** The article shows the results of student's researches in radiation ecology at the physics department. The ecological problem of a modern society is one of the burning issues of the present time. These problems can be discussed with students during extracurricular activity. Partial investigations of mineral and production on its base have been carried out to reveal for a human being when appeal with mineral and building materials. The obtained results are to be discussed with the aim to reduce the radiation dose exercised by person from some building materials. The paper studies some problems and perspectives of the system of ecological education.*

***Keywords:** building materials, mineral raw samples, radiation ecology.*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСОСПРОМОЖНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ПРИ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ РАЙОНІВ**

Марина Лапа



**Анотація:** Розглянуто питання ревіталізації промислових об'єктів, прогнозування їх ресурсоспроможності.

**Ключові слова:** ревіталізація, ресурсоспроможність, гіпервипадкова величина.

## **Вступ**

Концепція сталого розвитку поселень полягає у динамічній і збалансованій єдності економіки, соціальної сфери, екології, ефективного територіально-просторового планування і землекористування на основі ресурсного підходу з урахуванням інтересів сучасного та майбутніх поколінь замість домінанти розвитку виробництва. Одним з перспективних напрямків будівельного бізнесу є ревіталізація промислових підприємств і територій. Комплекс робіт з ревіталізації дозволяє перетворити промисловий простір, що не використовується, в новий вид міської інфраструктури, корисної як для власника, так і для міста.

### **Ревіталізація промислових об'єктів як елемент планування і розвитку територій**

Ревіталізація дозволяє знайти нові, більш ефективні та рентабельні способи монетизації колишніх промислових споруд. Ревіталізація вимагає значно менших інвестицій, а відсутність капітальних будівельних робіт дозволяє помітно скоротити період від початку ревіталізації до запуску об'єкта в експлуатацію. Додатковою перевагою ревіталізації є і той факт, що в цьому випадку немає необхідності створювати нову інженерну інфраструктуру і вирішувати проблеми з підключенням до мереж. Через відсутність бачення подальшої долі таких об'єктів інвестиції заморожені, а об'єкти простоюють, руйнуються і приносячи збитки замість прибутку. Є чимало прикладів вдалих проектів ревіталізації промислових територій в світі: High Line park в Нью Йорку, арт-центр "Tramway" в Глазго, 798 Art Zone, Пекін, колишня мануфактурна фабрика Manufactura, розташована в м. Лодзь (Польща), та ін. В Чернігові - це територія «Ремзаводу», в розробці проекту ревіталізації брали участь студенти кафедри промислового та цивільного будівництва ЧДІЕУ (керівник - народний архітектор України доц. Павленко В.В.) та факультету архітектури Познанського Технічного університету (керівник проф. Тереза Бардзінська). Ревіталізація промислових територій включає:

- оцінку конкурентоспроможності території;
- аналіз об'єкта та його оточення;
- аналіз соціально-економічної ситуації в місті;
- аналіз ринку комерційної нерухомості в місті;
- прогнозування ресурсоспроможності об'єкта;
- вивчення рекреаційного потенціалу промислового об'єкта;
- вибір найбільш ефективного використання об'єкта;
- оцінка бюджету для проведення ревіталізації.

Ревіталізація промислових об'єктів як елемент планування і розвитку територій дозволяє:

- знайти інноваційні та, як наслідок, більш рентабельні способи монетизації промислових об'єктів;
- знизити капіталовкладення при перепрофілюванні території, виключивши широкий перелік капітальних робіт;

—мінімізувати екологічне навантаження на територію при проведенні реконструкції об'єктів ревіталізації;

—значно прискорити процес комерційного запуску і, відповідно, забезпечити більш швидке повернення інвестицій;

—зберегти історичний і культурно-соціальний фон міського середовища;

—підвищити ефективність управління нерухомістю.

Для прогнозування ресурсних характеристик об'єктів при ревіталізації промислових зон можливе використання теорії нечітких множин для експертного оцінювання ресурсних характеристик; кореляційно-регресійного аналізу для прийняття рішень про подальшу експлуатацію обладнання по відомим ресурсним характеристикам: гарантованому ресурсу,  $\gamma$ -процентному ресурсу, технічному ресурсу; інфологічних моделей предметної області для побудови причинно-наслідкових діаграм, оцінки показників довговічності, що дозволить виявити найбільш істотні фактори, що впливають на довговічність і ресурсоспроможність об'єктів [1], гіпервипадковими моделями. Математичний апарат теорії гіпервипадкових величин заснований на гіпотезі, що реальний світ носить гіпервипадковий характер. Гіпервипадкові явища можна описати за допомогою тетради  $(\Omega, I, G, P_g)$ , де  $\Omega$  - простір елементарних подій  $\omega \in \Omega$ ,  $\mathfrak{Z}$  - борелевське поле,  $G$  - множина умов експлуатації  $g \in G$ ,  $P_g$  - ймовірнісна міра підмножин подій, що залежить від умови  $g$  [2]. Множина умов  $G$  включає:

—події, ймовірність яких може бути чітко визначена;

—події, ймовірність яких не може бути визначена класичними методами;

—події, ймовірність яких можна спрогнозувати, враховуючи фактор невизначеності;

—неможливі події.

### **Висновки**

Аналіз Чорнобильської аварії, критичних подій на Фукусімі свідчить про наявність непередбачуваних явищ в процесі експлуатації обладнання критично важливих об'єктів інфраструктури, що відбуваються поза зв'язком із подіями, що відбувалися раніше та допускають можливість адекватного їх опису гіпервипадковими моделями при ревіталізації таких об'єктів.

### **Бібліографія**

1. Лапа М.В. Развитие научных основ повышения качества эксплуатации и ресурсоспособности критически важных объектов инфраструктуры: монография / М.В. Лапа, К.Н.Маловик. — Харьков: Изд-во "Индустрия", 2016. — 280 с.
2. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений/ Горбань И.И. – Киев, 2007. – 184 с.



### Інформація про автора:

**Марина Лапа** – Чернігівський національний технологічний університет, к.т.н., с.н.с., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Чернігів, Україна, e-mail: siver\_info@i.ua

Основні напрямки наукових досліджень: управління якістю при будівництві та експлуатації промислових об'єктів

### *Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

## **PREDICTION THE RESOURCE CAPACITY OF OBJECTS IN INDUSTRIAL AREAS REVITALIZATION**

*Maryna Lapa*

**Abstract:** *The paper considers the question of industrial facilities revitalization, predicting resource capacity of objects.*

**Keywords:** *revitalization, resource capacity, hyper random value.*

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ АЭС**

Лимарченко Олег Степанович

Поскольку в атомной энергетике из соображений безопасности практически недопустимо проводить эксперименты, а опытные данные накапливаются из практики эксплуатации станции и ее подсистем, в настоящее время существенно возрастает роль компьютерного моделирования развития ситуаций при внештатных воздействиях и режимах функционирования. Ранее компьютерное моделирование существенно вытеснило экспериментальную обработку объектов и режимов эксплуатации авиакосмических систем, прежде всего в условиях, создать которые в наземных лабораториях практически невозможно. Накопленный опыт работы с аэрокосмическими системами можно частично перенести на моделирование развития аварийных ситуаций в элементах конструкций АЭС.

Прежде всего отметим, что рассмотрение задач динамики конструкций в сложных режимах требует в математической постановке учитывать фактор совместности движения составных компонент систем. Такой учет приводит к необходимости переопределения собственных частот

колебаний системы, что важно для управления их движением, и позволяет уточненно оценить силовое и моментное взаимовлияние конструкций. Одной из важных целей такого моделирования является повышение эксплуатационной надежности и обеспечение безопасного проведения разного рода монтажных и транспортных работ. Прежде всего это относится к операциям с системами, содержащими большие объемы жидкости (резервуары охладительных систем), где подвижность жидкости предопределяет существенное проявление эффектов, связанных с совместностью движения компонент.

Были разработаны методики определения частот совместных колебаний конструкций, содержащих резервуары с жидкостью. Разработаны приемы, позволяющие за счет новых конструктивных решений существенно менять часть таких частот. Это прежде всего относится к замене способа фиксации резервуаров с жесткого на закрепление типа маятниковый подвес. В таких случаях изменение частот может происходить в 1,5-2 раза. Такое повышение частот приводит к значительному сокращению времени и амплитуд развития переходных процессов, поскольку убывание энергии в системе за счет диссипации пропорционально частоте. В тоже время маятниковый подвес способствует замене сдвигового действия внешних возмущений на квазитвердое поворотное движение объекта, что отводит часть энергии, идущей на деформацию, на энергию квазитвердых колебаний.

Разработана методика определения силового и моментного взаимодействия жидкости со стенками конструкций. Это позволяет развить новый подход к управлению движением конструкций с жидкостью, основанный на компенсации силового взаимодействия в системе. Такое управление не будет оптимальным, однако оно в итоге приведет к движению конструкции с жидкостью, в котором эффект внутреннего движения жидкости на колебания самой конструкции сведен до минимума, что повысит надежность проведения монтажных и транспортных работ. Рассматриваются варианты как предварительного определения компенсационных управлений при проведении заданных маневров, так и варианты приближенного определения компенсационных управлений на основе части данных о внутреннем движении жидкости.

Численно промоделирована также задача о соударении (атаке) самолета и защитного купола реактора АЭС. В качестве цели выбрана минимизация перегрузок, возникающих в результате такого соударения в реакторной зоне. В модели принимается балочное приближение для упругости конструкции защитной оболочки реактора, движение основания рассматривается с учетом подвижности фундамента и характеристики ползучести грунтов. Показана эффективность применения демпфера колебаний фундамента на основе системы с односторонним взаимодействием.

Изучено поведение трубопроводов с протекающей жидкостью в случае аварийного нарушения их целостности. Показано, развитие колебаний трубопровода на вибрирующем основании, изучены вынужденные и

параметрические колебаний трубопровода в зависимости от приближения скорости течения жидкости к критическим значениям.

Разработанные методики реализованы в виде пакетов программ и допускают дальнейшую модификацию и развитие в зависимости от содержания технических задач и типов воздействий на объекты АЭС.

### **Информация об авторе:**

**Лимарченко Олег Степанович**- Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор  
e-mail: olelim2010@yahoo.com

## **ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ $^{90}\text{Sr}$ , U та TUE В ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ В РАЙОНІ КОМПЛЕКСА НБК-ОУ**

І. А. Литвин, М. І. Панасюк, Г. В. Левін, П. А. Люшня, М. О. Сизов,  
І. П. Онищенко

Визначення вмісту  $^{90}\text{Sr}$ , U та TUE у пробах підземних вод зі спостережних свердловин проводиться в рамках радіогідроекологічного моніторингу в районі об'єкта «Укриття».

Основна мета проведення радіогідроекологічного моніторингу полягає в оцінці рівнів хімічного та радіоактивного забруднення ґрунтових вод, а також умов міграції радіонуклідів в оточуюче аварійний блок природне середовище для виконання ДСП ЧАЕС функцій безпеки, що стосуються обмеження розповсюдження радіоактивних речовин та іонізуючого випромінювання за встановлені межі.

На проммайданчику ДСП ЧАЕС розвинений безнапірний водоносний горизонт, приурочений до алювіальних пісків першої надзаплавної тераси р. Прип'ять. Потужність водоносного горизонту до початку виведення водойми-охолоджувача з експлуатації (травень - жовтень 2014 р.) становила 30 м. У даний час рівні ґрунтових вод знизилися на 2 м. Напрямок руху ґрунтових вод в районі об'єкта «Укриття» за останні 2 роки змінився з північного на північно - східний у бік заплави р. Прип'ять. На цьому фоні зросла швидкість руху підземних вод до 40 м/рік і, відповідно, зросли швидкості міграції радіонуклідів з підземними водами, які розвантажуються в р. Прип'ять, тим самим, додаючи свою частку в радіоактивне забруднення поверхневих вод.

За останні декілька років по окремим свердловинам, що розташовані нижче за потоком ґрунтових вод від об'єкта «Укриття», спостерігається значне зростання об'ємних активностей  $^{90}\text{Sr}$ , U та TUE. Таке підвищення тісно пов'язане зі змінами, перш за все величини рН та корелюють із

концентраціями у воді  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^{2-}$  і  $\text{CO}_3^{2-}$ . Зокрема, при рН вище 9 – 11 міграційна здатність  $^{90}\text{Sr}$  U та ТУЕ зростає на один - два порядки. Таким чином, на наш погляд, виявлено нові закономірності поведінки  $^{90}\text{Sr}$ , U та ТУЕ в сильнолужних підземних водах. Разом з тим, високі значення рН, ймовірно, формуються при контакті ґрунтових вод із бетоном заглиблених конструкцій, підземних комунікацій та фундаментів споруд. Тому, у разі підвищення рН ґрунтових вод до величин 10 - 11, за рахунок корозії пального фундаменту НБК, що перекриває частину водоносного горизонту, можливе значне збільшення об'ємних активностей  $^{90}\text{Sr}$ , U та ТУЕ нижче по потоку ґрунтових вод від фундаментів НБК.

### **Інформація про авторів:**

**І. А. Литвин, М. І. Панасюк, Г. В. Левін, П. А. Люшня, М. О. Сизов-** Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Кірова, 36а, Чорнобиль, 07270, Україна

**І. П. Онищенко-** Науково-інженерний центр радіогідроекологічних полігонних досліджень НАН України, вул. О. Гончара, 55б, Київ, 01054, Україна

## **МОДЕЛЬ АВТОМАТИЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВУЗЛІВ, ДАВАЧІВ ТА КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ**

В.В. Литвинов, О.О. Литвин О.І., Трунов

### **Введення**

Газотранспортна система (ГТС) України призначена для забезпечення надійного та безперебійного транзиту природного газу від країн постачальників до країн імпортерів та подачі газу внутрішнім споживачам. Основними елементами ГТС є магістральні газопроводи, газорозподільні, газовимірювальні станції, підземні сховища та компресорні станції з комплектом основного та допоміжного обладнання.

Одним із перспективних напрямків вирішення задачі підвищення ефективності характеристик газоперекачувального устаткування [2,3] щодо адаптивності до умов експлуатації та надійності ресурсу лежить в області інтегрованих систем автоматичного управління і контролю газотурбінних двигунів (ГТД), що безпосередньо використовуються в процесі транспортування природного газу.

### **Постановка задачі**

Розробка методів автоматичного діагностування стану давачів та каналів зв'язку вузлів газотурбінного двигуна (ГТД), що реалізується в

системі автоматичного діагностування (САД), дозволить в процесі функціонування ГТД [4,5] автоматично переходити до режиму управління, який буде найбільш оптимальним в заданих умовах.

Для ефективного аналізу датчиків та каналів зв'язку вузлів ГТД з метою виділення характерних складових ознак неспраностей, пропонуємо вдосконалити існуючі методи аналізу відмовостійкості давачів та каналів зв'язку за рахунок застосування банків вейвлет-фільтрів і крос-спектрального аналізу.

Проведені дослідження показали, що застосування вейвлет-фільтрації збільшує швидкодню і надійність постановки діагнозу в порівнянні з традиційними статистичними методами і методами, заснованими на застосуванні швидкого перетворення Фур'є (ШПФ). Крім того, отримані результати дозволяють зробити висновок про універсальність запропонованого методу і можливості його ефективного застосування для ідентифікації різних дефектів давачів та каналів зв'язку.

Пропонована модель автоматичного діагностування давачів та каналів зв'язку вузлів газотранспортного комплексу розроблена на основі існуючої моделі [1], що базується на використанні ШПФ. Модель була модифікована з урахуванням специфіки застосовуваних розроблених методів аналізу вібраційних сигналів на основі неперервного вейвлет-перетворення. На рисунку представлений загальний вид розробленої моделі.

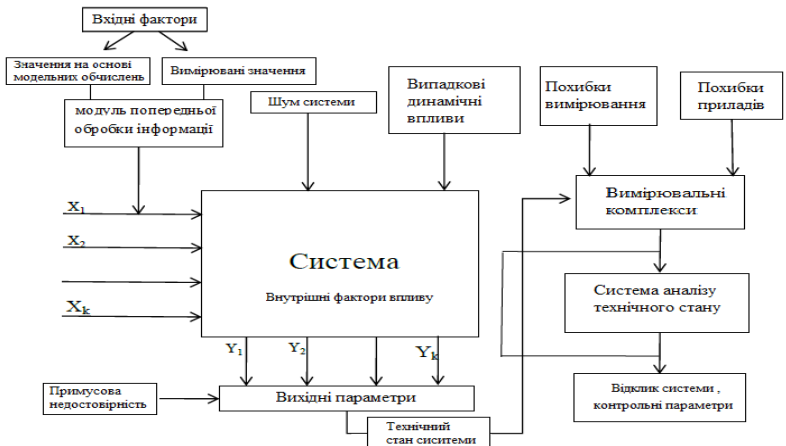


Рисунок. Принципова схема взаємозв'язків моделі автоматичного діагностування давачів та каналів зв'язку вузлів газотранспортного комплексу.

Вхідними даними моделі є інформація трьох видів:

- аналогова інформація від датчиків (аналізований сигнал)
- цифрові дані по частотах обертання роторів, крутним моментом на валу гвинта і ін.

— значення на основі модельних обчислень.

Вихідними даними моделі є повідомлення, надіслані САД до компресорного цеху стосовно стану системи.

У модуль попередньої обробки інформації визначається режим роботи двигуна як динамічної системи. Якщо отримані параметри знаходяться в стійко-незмінному стані в теперішньому часовому діапазоні, то такий режим вважається сталим, в іншому випадку режим вважається перехідним.

Характеристика режиму роботи ГТД важлива як на етапі підготовки даних визначення кількості точок у вибірці і кількості груп вибірок даних по давачам та каналам зв'язку, так і на етапі контролю і діагностики. Модуль попередньої обробки інформації здійснює оцифрування аналогового сигналу з вибракуванням збійних груп даних на основі допускового і перехресного контролю. Після чого дані проходять вейвлет-перетворення з подальшим спектральним аналізом отриманих вейвлет-коефіцієнтів. Зі спектрів виділяються складові шумів, типових деформацій сигналів, наведень на канали зв'язку та ін. Значення виділених складових спектрів передаються в модуль контролю за нормованими рівнями, де відбувається їх порівняння з трьома типовими рівнями.

Обмежувальні рівні «Небезпечний» і «Перед аварійний» встановлюються виходячи з комплексних вимог міцності конструкції ГТД і його комплектуючих агрегатів і їх довговічності протягом життєвого циклу. Тобто значення «Небезпечний» і «Перед аварійний» обумовлюються параметрами точності. Якщо поточне значення перевищить зазначені рівні і це перевищення постійно буде фіксуватися протягом певного часу, то в САД ГТД буде видано відповідне аварійне повідомлення.

Інформаційний рівень «Типовий» відображає залежність характеристики роботи двигуна, статистично максимально вірогідної від характеристик вузлів ГТД даного типу. Даний рівень використовується для встановлення нового або поверненого з ремонту ГТД на компресорну станцію на період формування індивідуальної моделі в модулі індивідуальних моделей. Одночасно в модулі контролю за нормованими рівнями первинних даних проводиться розрахунок поточних значень і співставлення їх з даними математичної моделі ГТД даного типу.

Модель для сталих режимів представляють собою набір піддіапазонів статистичних ймовірнісних оцінок (максимальних і мінімальних, середніх значень і меж кліпірування), визначених за першими  $N$  запусками. Модель для перехідних режимів представляє стале значення для всіх типів даних, визначене як максимально-досягнуте значення у всіх умовах експлуатації за першими  $N$  запусками. Оцінка трендів за часом вироблення ресурсу будується на обчисленні  $S$ -дискримінанту середніх значень моделей для сталих ресурсів. За умови, якщо поточне значення  $S$ -дискримінанту в довільному піддіапазоні перевищить заздалегідь

встановлене значення, то в САД компресорного цеху видається діагностичне повідомлення.

Модуль попередньої обробки даних для ідентифікації проводить розрахунок характеристик вузлів двигуна. На підставі інформації, що надходить з модуля вибору даних для контролю ГТД, формуються завдання ідентифікації спектрів вейвлет-коефіцієнтів і взаємних спектрів вейвлет-коефіцієнтів. Потім проводиться порівняння складових, виділених відповідно до завдання ідентифікації. У відповідності до завдання ідентифікації спектри вейвлет-коефіцієнтів і взаємні спектри вейвлет-коефіцієнтів проходять обробку в спеціальних узгоджувальних фільтрах. У загальному вигляді формула таких фільтрів:

$$\text{Conform Filter (CF)} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (V_i \cdot W_i)^2}, \quad (1)$$

де

$$W_i = \left[ \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k V_i(t) \right]^{-1}, \quad k < N. \quad (2)$$

Ці фільтри призначені для оцінки «бічних» і комбінаційних складових щодо основних характерних складових. Мета такої обробки - раннє виявлення змін у відповідних вузлах, а також змін в роботі давачів та каналів зв'язку. При відсутності або незначних змінах вихідне значення фільтра наближається до одиниці. У протилежному випадку - до нуля. Результати фільтрації і амплітудних порівнянь надалі проходять через процедури узагальнення в індивідуальних моделях і оцінку трендів. Передбачена в переліку завдань по розпізнаванню технічного стану вузлів і систем двигуна оцінка стану вимірювальних трактів «датчиків» заснована на порівняльній оцінці найвищих і середніх масштабах вейвлет-перетворень.

### **Висновок**

Таким чином, модель діагностування робить можливим виявлення ознак зносу вузлів ГТД, змін в роботі давачів та каналів зв'язку на більш ранніх етапах розвитку і дозволяє в автоматичному режимі стежити за ступенем і місцем розвитку дефектів. Розроблена модель діагностування може бути використана при проектуванні перспективних систем управління силових установок ГПА для аналізу особливостей нестационарних сигналів і діагностування стану деталей і вузлів ГТД.

### **Бібліографія**

1. Сиротин Н.Н., Коровин Ю.М. Техническая диагностика авиационных газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение. 1979. – 272 с.
2. Зарицкий С.П. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с газотурбинными приводами. М.: Недра. 1987. -198 с.
3. Кеба И.В. Диагностика авиационных газотурбинных двигателей. М.: Транспорт. 1980.- 248 с.
4. Хенли Д., Кумamoto X. Надёжность технических систем и оценка риска. М.: Мир, 1987. - 528 с.

5. Patent US 7013210 B2. Vibration monitoring system for gas turbine engines / McBrien, Gary M. (Glastonbury, CT), Gottwald, James (Amherst, NH); Goodrich Pump & Engine Control Systems, Inc. (West Hartford, CT, US). – filed on 16-Mar-2004, published on 14-Mar-2006.

### **Інформація про авторів:**

**Литвинов Віталій Васильович** – д.т.н., професор кафедри програмної інженерії Чернігівського національного технологічного університету (вул.Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна)

**E-mail:** [ylitvin@ukrsoft.ua](mailto:ylitvin@ukrsoft.ua)

**Литвин Олександр Олександрович**- аспірант кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії, Чернігівський національний технологічний університет

(вул.Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**E-mail:** [xpower4718@gmail.com](mailto:xpower4718@gmail.com)

**Трунов Олексій Ігорович**- студент, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна)

**E-mail:** [alexeytrunov1995@gmail.com](mailto:alexeytrunov1995@gmail.com)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **MODEL AUTOMATIC DIAGNOSTIC UNITS, SENSORS AND COMMUNICATIONS GAS TRANSPORTATION SECTOR**

*V.V. Litvinov, Dr. Science, Professor*

*O.O. Lytvyn, a graduate student*

*Chernihiv National University of Technology, Ukraine*

**Abstract:** *The model of turbine engine diagnostics of units using continuous wavelet analysis and S-discriminant has been proposed. The proposed model can be used in the design of diagnostic systems for the analysis of non-stationary signals and diagnostics of sensors and channels of communication of GTE nodes.*

**Keywords:** *model diagnosis, wavelet analysis, S-discriminant, GTE, sensors, communication channels.*



# ЗАЩИТА ВОДОЕМОВ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

Мажаренко Владислав

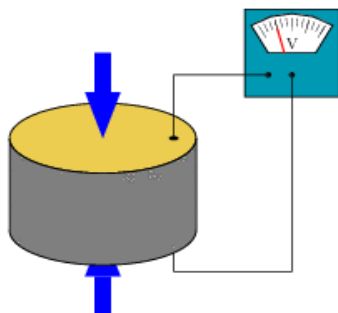
Руководитель - Чичикало Нина

**Аннотации.** Выполнен анализ датчиков, которые можно использовать в системе защиты пресного водоема. Проанализировано устройство разработано для обнаружения людей в непрямой видимости. Также проведен анализ IP камер с индикатором движения, которые используются для обнаружения несанкционированного доступа к водоемам. Наведены примеры моделей звукоснимателей и их разработчиков.

## Теоретические сведения

**Пьезоэлектрический эффект** — эффект возникновения [поляризации диэлектрика](#) под действием механических напряжений (*прямой пьезоэлектрический эффект*). Существует и [обратный пьезоэлектрический эффект](#) — возникновение механических деформаций под действием [электрического поля](#). При прямом пьезоэффекте деформация пьезоэлектрического образца приводит к возникновению электрического напряжения между поверхностями деформируемого твердого тела, при обратном пьезоэффекте приложение напряжения к телу вызывает его деформацию.

Пример пьезоэффекта(рисунок)



Прямой пьезоэффект используется:

- в пьезогенераторах электроэнергии различного назначения;
- в [пьезозажигалках](#), для получения высокого напряжения на разряднике от движения пальца;
- в контактом пьезоэлектрическом взрывателе (например, к выстрелам [РПГ-7](#));
- в [датчиках](#):

-в качестве чувствительного к силе элемента (чем больше сила, тем выше напряжение на контактах), например, в силоизмерительных датчиках, датчиках давления жидкостей и газов;

-в качестве чувствительного элемента в микрофонах, гидрофонах, головках звукоснимателя электрофонов, приёмных элементов сонаров;

Обратный пьезоэлектрический эффект используется:

-в акустических излучателях:

-в пьезокерамических излучателях звука (эффективны на высоких частотах и имеют небольшие габариты; такие например встраиваются в музыкальные открытки, различные оповещатели, применяемые во всевозможных бытовых устройствах от наручных часов до кухонной техники);

-в ультразвуковых излучателях для увлажнителей воздуха, ультразвуковой гидроочистки (в частности, ультразвуковых стиральных машин и промышленных ультразвуковых ванн);

-в излучателях гидролокаторов (сонарах);

-в системах механических перемещений (активаторах):

-в системах сверхточного позиционирования, например, в системе позиционирования иглы в сканирующем туннельном микроскопе или в позиционере перемещения головки жёсткого диска<sup>[4]</sup>;

-в адаптивной оптике, для изгиба отражающей поверхности деформируемого зеркала.

-в пьезоэлектрических двигателях;

-для подачи чернил в струйных принтерах.

**Пьезоэффект для защиты водоемов.** Для того чтобы воспользоваться пьезоэффектом для защиты водоемов от несанкционированного доступа будет использован обратный пьезоэлектрический эффект. Пьезоэлектрические датчики будут располагаться по всему периметру через определенное расстояние (это зависит от чувствительности датчика). Датчики будут реагировать на распространение звуковых колебаний (если приближается объект) и будет преобразовывать их в электрические импульсы которое в дальнейшем могут заноситься в базу данных или обрабатываться в любом другом удобном виде.

Компании занимающиеся изготовлением звукоснимателей

1. ЗВУКОСНИМАТЕЛИ КОМПАНИИ B-BAND
2. ЗВУКОСНИМАТЕЛИ КОМПАНИИ L.R.BAGGS
3. ЗВУКОСНИМАТЕЛИ КОМПАНИИ SCHERTLER
4. КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ "МИКРОФОН-ЗВУКОСНИМАТЕЛЬ" КОМПАНИИ SD SYSTEMS
5. ЗВУКОСНИМАТЕЛИ КОМПАНИИ SHADOW

Рассмотрим некоторые виды звукоснимателей

-V.I.P.2

-SH460

-SH 470

Звукосниматель V.I.P.2

**V.I.P.2** - Сигналы от датчика и микрофона поступают на специальный прибор, также входящий в состав системы V.I.P.2, в котором имеются следующие блоки: микшер сигналов, регулируемый ВЧ-фильтр для подавления обратной связи и фиксированный ВЧ-фильтр во избежание нежелательных шумов. Прибор питается либо от батареи 9В, либо от АС/DC адаптера 12В, либо от источника фантомного питания 48В. Выход - балансный, разъем - XLR.

Звукосниматель SH460

SH460- Модель состоит из независимого магнитного и пьезозвукоснимателя. Оба датчика имеют индивидуальные предварительные усилители с возможностью независимой регулировки громкости звукоснимателей, баланса между ними и переключения фазы пьезодатчика. В комплект входит встроенный держатель для элементов питания(рисунок)

Звукосниматель SH 470

**SH 470** - Звукосниматель обладает тремя способами съема звука: с помощью активного хамбакера, пьезозвукоснимателя и конденсаторного микрофона. Хамбакер и пьезозвукосниматель имеют независимые предварительные усилители, также имеются независимые регуляторы громкости звукоснимателей и микрофона, регулятор баланса между магнитным и пьезозвукоснимателем и переключатель фазы на пьезозвукоснимателе. В комплект входит встроенный держатель элементов питания.

**WiZ для защиты водоемов**

Ученые из Массачусетского технологического университета сообщили о разработке устройства, способного видеть людей сквозь стены и одновременно фиксировать их пульс и дыхание.

**Особенности WiZ.** Установка, получившая название WiZ, состоит из USRP-радиостанции N210 с массивом направленных антенн, которые излучают пилообразный сигнал, меняющийся от 5,46 до 7,25 гигагерц каждые 2,5 миллисекунды. Сигнал каждой из антенн немного сдвинут по фазе, что позволяет отличать их друг от друга. Приемник улавливает отражения этих сигналов от людей и вычисляет расстояние до них, измеряя задержку отраженного сигнала.

Система способна распознавать простые жесты, например определять, куда указывает рука человека. Кроме того, WiZ умеет следить за дыханием - в 97% экспериментов, длившихся в среднем по несколько минут, система пропустила не более одного вдоха или выдоха. Это новое устройство можно использовать для защиты водоемов. Его можно фиксировать в местах не прямой видимости и получать требуемый результат. Этот прибор не чувствителен к ветру и разного рода помехам. Он распознает только человеческие движения и их последствие. Данные с прибора можно заносить в базу данных а также обрабатывать в другом виде.

**IP-камеры с датчиком движения.** Развитие технологий, в том числе в сфере оказания услуг по обеспечению безопасности, позволяет сегодня

вести статичное наблюдение, а также дает возможность камере реагировать на движение. Для выполнения такой функции видеокамеры оснащают датчиками движения. Датчик представляет собой отдельное устройство, элемент в системе.

Камера реагирует на движение, и способна вести запись только в присутствии людей, сохраняя полученные видеоролики на карту памяти. В отсутствие людей камера с детектором движения переходит в режим ожидания, позволяя существенно увеличить срок автономной работы.

Особенно популярны сейчас IP камеры с датчиком движения, которые работают через WIFI, тем самым имеют возможность дистанционного управления и просмотра.

**IP камеры для защиты водоемов.** Такие IP камеры могут устанавливаться на высоких точках по всему периметру водоема, чтобы охватывать весь необходимый участок. Необходимо чтобы к камерам было подключено постоянное питание(так как действие батареи ограничивается несколькими часами работы). Они реагируют только на движение, остальное время находятся в не рабочем состоянии. Данные можно получать как в настоящие время, так и в записи. Управление видеокамерой можно проводить удаленно.

### **Источники информации**

1. <http://www.gradusnik.ru/rus/doctor/physio/w-pef/>
2. <http://www.worldvision.com.ua/articles/videokameri-s-datchikom-dvizheniya.html>
3. <http://press.lv/post/video-razrabotali-pribor-sposobnyj-videt-lyudej-skvoz-steny-i-fiksirovat-ix-puls/#!>
4. [http://guitar.ru/articles/pickup/sound-pickup\\_319.html](http://guitar.ru/articles/pickup/sound-pickup_319.html)

### **ПРИПЯТЬ.**

Мазко Андрей, 02.05.2011.

В субботу у меня было четыре урока. Родителей дома не было. Я сам собрался во время, надел рубашку, взял с собой спортивную форму, и пошел в школу.

Довольно самостоятельное, и благоразумное решение для двенадцатилетнего подростка. Особенно учитывая мой темперамент. Обычно, в таких ситуациях оставшись один, в субботу, я прогуливал школу. И занимался своими «более важными» делами. Как то лазанье по крышам домов, по соснам, выше крыш этих пятиэтажных домов... Изучение растительности окрестных, любимых, озер.... Да мало ли, интересного вокруг...

Но особые ожидания были связаны с сегодняшним днём. Учительница географии предупредила, что ей нужно уехать на выходные. Но урок будет. Она договорилась с физруком и у нас будет две физкультуры подряд. Один урок по расписанию, и второй в место географии. По такому случаю, мы в свою очередь, договорились с физруком, и он нас пустит на большое поле играть в футбол.

Уже стало достаточно тепло, чтоб проводить физкультуру на улице. Спортивный зал нам порядком надоел за зиму. Да и за один урок в футбол толком не набегаетесь, а тут сразу два урока, и первый раз на улице – здорово, наконец то, свежим воздухом надышимся. Футбол на улице – это первые признаки лета.

Все пришли вовремя, мы так договорились, не опаздывать. И сразу пошли в спортзал, (по расписанию первый урок география). Но физрук нас не пустил в раздевалку.

Учительница географии должна была уехать пятичасовой электричкой. Она не уехала, а пришла в школу, на работу. Электрички не было. И никакого другого транспорта выезжающего, не было.

– Город закрыли.

На первом, неожиданном для нас уроке географии все мои одноклассники были скучны и недовольны. Учительница понимая, что никто этого не ожидал, не спрашивала у нас ничего, не ставила оценок. А провела урок, как положено, рассказывала всё время что-то интересное. С начала, как бы извиняясь, объяснила, что пришла на вокзал в пять утра к электричке, но поезд не пустили. Без объяснений, как всегда у нас бывает в стране. И вообще выезд закрыт. Почему она и пришла на работу, а не стала дожидаться следующего по расписанию транспорта. Расписание есть, только поезда по нему не ходят, никакие. И междугородний телефонный узел, тоже закрыт. Единственное что нас радовало – хотя бы следующий урок на улице проведем.

Физрук нас из спортзала не выпустил. Занятия на улице проводить ему запретил директор.

Что мы делали в спортзале, я не помню. Настолько мне это тогда было не интересно. В футбол не играли.

Третий и четвёртый урок были одинаковы. Уже ближе к обеду, яркое солнце так радостно напоминало о приближающемся лете. Стало жарко и душно. Очень хотелось свежего воздуха. Но окна, все, были закрыты. Еще вчера, мы спокойно открывали одно, два окна в классе, по желанию. – Становилось тепло на улице. Сейчас, когда, казалось бы, все окна надо открыть, учительницы их наоборот плотно позакрывали. Они вообще не замечали духоты. Их мысли были далеко отсюда. И все они заметно были взволнованы.

Учителя, а это практически все женщины, о проведении урока как положено, не могли и думать. Все уже знали, ночью на станции произошла авария. Их она почему-то беспокоила. Нас не особо. Все привыкли к авариям. Месяц назад тоже была авария небольшая. А

полгода назад, большая авария. И всех наших отцов авралом забирали на станцию. На много времени, всегда не известно на сколько. Учительницы – жены работников станции. Ночью их мужей вызвали. И это было первый раз, так чтоб ночью – в три, четыре часа. Одна учительница попросила поднять руки нам, ученикам, у кого ночью родителей вызвали на станцию. Подняли руку почти все. Тогда мы поняли, что такого еще не было. Что-то серьезное происходит. И никто уже не возмущался, не требовал открыть окна.

Делегации учителей и медсестёр ходили по классам и раздавали таблетки.

Как я позже узнал с йодом, для защиты щитовидки. Мы знали, что сейчас ходят и раздают какие-то таблетки в четвертой школе. Моя школа пятая, самая новая. «Нам наверно не хватит» – сожалели учителя. Но на последнем, четвертом уроке дошли и до класса, где я сидел. Внимательно проследили, чтоб все проглотили таблетки, и пошли дальше. Интересно, откуда взялся, такой большой запас йода в городе?

На последних двух уроках, ни о каких математиках и русском языке речи не могло идти. Нам рассказывали, чтоб сразу после школы мы шли домой. И продолжали вещать надоевшую информацию из гражданской обороны.

Я домой шел не спеша. Никто в школе не проронил этого магического слова – радиация. Все учителя в школе неоднократно повторяли – нужно беречься пыли, любой. Почему, не объясняли. О том, что пыль радиоактивна, и прилетела со станции, все боялись подумать. И боялись говорить вслух это слово – радиация. Дозиметра, понятное дело, ни у кого не было.

Занятия по «Гражданской обороне» у нас проводились очень часто, и им уделялось большое внимание. Сопоставив всё, что мне известно о ядерных бомбах, Хиросиме, станциях, гражданской обороне... Я предположил, что вокруг меня сейчас радиация. Самое непонятное из того что мне говорили – это как же человек ее не чувствует? Она, радиация вредна, даже убивает, а человек её не чувствует ?

Вот я шел домой, и пытался что-то почувствовать. Спрятаться от неё все равно не возможно. Я это знал точно, из уроков по гражданской обороне, так зачем спешить? Но всё равно – такой переполох... Я ничего не чувствовал. Ничего нового, мне неизвестного, кроме жары. Палило первое, сильное солнце. В кармане у меня была линза. И дойдя до подъезда, я не захотел идти домой в такой замечательный день, так быстро. Надоело сидеть в душной школе, когда ещё с утра готовился к футболу на улице. Сел на детской качалке и стал выжигать линзой на дощечке какие-то узоры. Солнце было сильное. Небо безоблачное. Я без очков, довольно быстро нахватался «зайчиков», и пошел домой.

Родителей дома не было. И это меня уже не радовало.

## • Мама

Неожиданно приехала мама. Вчера в пятницу, мама уехала в Чернигов к родственникам. Вообще в Чернигов мы ездили очень часто. Несколько раз в месяц. И так делали все в городе. У кого не далеко родня жила. Почему и не удивителен был планируемый отъезд учительницы географии. У нас родня по близости в Чернигове. Я там родился. Там мои бабушки, тети, двоюродные, троюродные братья, друзья...

Мама уезжала на все выходные, как обычно. Должна была вернуться в воскресенье на последней электричке.

Но в субботу, неожиданно и для самой себя, она сорвалась и приехала назад.

После обеда. Мама что-то почувствовала, и не смогла быть далеко от нас. Без объяснений никому и никак, взяла и приехала.

– Город открыли.

Я подумал, что учительница географии наконец то может уехать. Но пункт связи – междугородний телефонный узел ещё закрыт. Мама проходила мимо него и обратила внимание. Позвонить в Чернигов не возможно.

## • Отец

К шести вечера, вернулся с рыбалки отец. Уверенный, и как всегда всё знающий, но ничего не говорящий. Обычно он приезжает с рыбалки на своем велосипеде по темну. А тут вернулся рано. Не слова не говоря, занес велосипед на балкон. Закрыл балкон. Скомандовал закрыть все окна. Одежду спрятал. Долго мылся в ванной. – Все это было не обычно.

Первым делом он спросил, что говорили в новостях по радио и телевизору?

– Ничего. Или мы пропустили.

Пошли спрашивать у соседей. Это не сложно оказалось. В каждой второй двери нашего дома живут знакомые сотрудники родителей, или мои одноклассники.

– Никакой информации. Оказалось, что уже давно люди дежурят у радио, телевизора и слушают, сменяя друг друга, не пропуская ни одного слова, ждут разъяснения ситуации. Пол города на станцию забрали ночью.

– Никакой новой информации. Только традиционный бред о выплавленной стали... И перевыполнение планов к первому Мая... Рабочая смена моего отца по расписанию, приходилась как раз на субботу, начинаясь с вечера пятницы. Это была третья смена, для него и всей бригады которой он заведовал – в семьдесят человек. Он работал мастером ЦЦР (Цех Централизованного Ремонта).

В Киеве, в субботу, был какой-то футбол. И рабочие бригады моего отца попросили взять себе отгул. Поехать посмотреть на футбол. Никаких авралов не было и не намечалось. Станция организовывала автобус. Режим работы на станции такой был всегда, что если есть необходимость – все работают. Не взирая ни на какие смены. А потом переработка у каждого, выходных не хватает. Пока спокойно – нужно отдыхать.

Отец дал всем своим рабочим отгул. И себе взял. На футбол не поехал. Поехал на рыбалку. Рыбалкой он занимается всё свободное время. Отец взрыв слышал. Готовил снасти ночью, и услышал гром. Выглянул в окно, увидел звёзды. – Значит, туч нет. Значит это не гром, и дождя нет. А гром – это не гром с молнией, а хлопок. Отец вспомнил, что четвертый блок собирались останавливать. Всегда при остановке блока хлопки громopodobные у нас слышны были. Это пар так выпускают. Блоков много, каждый останавливают раз в месяц, для проверки. Все к хлопкам привыкли.

Я спал и ничего не слышал.

Отец на звезды посмотрел, на станцию не посмотрел. Она как раз к нам четвертым блоком развернута. Для себя он задачу выяснил – дождя нет, можно ехать на рыбалку.

И с утра он поехал не на водохранилище станции, как планировал, а в противоположную сторону. Это была вторая удача. Первая – то что он дал отгул всем своим работникам. И себе взял. Место, где он планировал рыбачить, было практически под четвёртым блоком. У нас не было телефона дома. Мы недавно переселились с третьего в пятый микрорайон. Это самый дальний микрорайон от станции.

Моего отца не вызвали, не могли вызвать.

Новости смотрели внимательно весь вечер. Телетрансляция прекратилась, пошли спать.

#### • Воскресенье

Я вскочил от жуткого грохота. Казалось, меня выкинуло с постели вибрацией. Дрожал пол. Сильнее всего, ходуном ходило стекло большого окна. Непонятно, как оно не вылетело, выдержало. Уши от звука закладывало.

Было очень рано. Часы у меня в комнате не ходили. Я в них недавно футбольным мячом попал. Но по низкому солнцу, а главное по ощущениям, я понимал, что очень рано. Я в школу просыпаюсь позже.

Я никогда не просыпаюсь мгновенно. А тут – сразу вскочил. Ничего не понимаю. Кинулся к окну – источнику шума, посмотреть, что происходит. Стекло бьется больно, вибрирует. Ничего не понятно. Страхи, навешанные занятиями гражданской обороной стали воплощаться в реальность.

И тут не спеша, сверху, буквально в метре надо мной, выплывает дно корпуса военного вертолета МИ8. Я жил на шестнадцатом этаже. Последнем этаже нашего шестнадцатизэтажного дома. Наверно ему мой дом препятствие на пути представлял, и он его перелетел нехотя. Так низко, всего лишь в метре от крыши. А может он радиацию на крыше мерил – не знаю.

Действия вертолета были не логичны. Дальше он полетел вперёд от моего окна, и начал опускаться. Приблизился к большому футбольному полю, опустился к самой земле. Но не сел, а «завис», на минут десять-пятнадцать. Мощные винты поднимали облака пыли с натоптанного, сухого футбольного поля. Облако пыли поднималось всё выше, оно было



реально заметно и всё увеличивалось, приближаясь к моему дому. Той самой пыли, от которой нас предостерегали в школе.

Наконец, что-то «сработало» в вертолете, и он начал подниматься, полетел к следующей, доступной для него точке. Предыдущая точка была крыша надо мной. Мест без проводов достаточно мало между домов. Судя по всему, он мерил радиацию. Но люди в вертолете не вышли из него на футбольном поле. Остались за броней вертолета. Им известен фон. – И они не хотят выходить из вертолета?... На футбольном поле, что они там мерили не понятно, всю пыль в воздух подняли. И зеленый, камуфляжный вертолет, в городе, так просто летает среди домов?... Я на его винт с верху мог смотреть...

Потом вертолеты начали летать часто, и где угодно. Но так низко как первый, не опускались. Мы к ним начали привыкать. Солнце светило как прежде очень ярко. По улицам ездили машины поливалки, мыли асфальт очень часто. Асфальт практически не успевал высохнуть, как приезжала новая поливалка. Они беспрерывно колесили по городу.

Телевизор и радио работали постоянно. Информации никакой.

Со станции никто не возвращается. Никаких дозиметров ни у кого не было.

Приходят люди, к нам, поднимаются на шестнадцатый этаж. С общего балкона что-то рассматривают в бинокль. Так мой дом расположен: От станции дальше всех, почти. Но с него ЧАЭС лучше всего видно – он один из самых высоких. С низу видно весь город как на ладони, а за ним станцию. И я к этому виду привык уже давно. Другие заходят в гости – восхищаются, завидуют. А я горжусь. Но все больше привык на природу смотреть, речку, солнце. На станцию не особо внимания обращал – она редко меняется. А тут люди с биноклями куда-то смотрят – на станцию. Я присмотрелся – ужас. Совсем угла здания нет. Вчера вечером там что-то светилось. Но полнота разрушений стала заметна днем. Как раз самая информационная фотография развалившегося четвертого блока, это практически вид из моего окна. Только фотографировали ближе, с вертолета.

В воскресенье, в двенадцать дня первый раз объявили что-то о случившемся. По радио. Понятно, трансляция шла только в пределах города. Женский голос спокойно два раза объявил о необходимости «временно» организованно выехать из города. «В связи с возможным ухудшением ситуации». С собой необходимо взять документы, деньги и ценные вещи. Персонал для ликвидации аварии определен и работает в штатном режиме. В два часа к каждому подъезду подойдет автобус, и все будут вывезены. Куда – никто не знал.

Все как будто и ждали этого сообщения. Нужна была хоть какая-то определенность. Все начали собираться, хотя и так уже готовы были. Просто ходили и спрашивали друг у друга, кто как понял сообщение по радио? – Что с собой брать. Только самые ценные вещи. Вроде одежды и продуктов на три дня сказали брать можно (от этого позже родилась легенда, что вывозят только на три дня), и не больше. Однако сумок

больших никаких не брать ни в коем случае. Вывозить будут в ближайшие сёла области.

Нам в область непонятно куда ехать не надо. У нас родственников в Чернигове сколько угодно. Но туда автобусы возить не будут. Зато туда ходит электричка. По расписанию. Ведь город уже открыли, если на автобусах вывозить людей собрались.

По расписанию ближайшая электричка в Чернигов уходит в пять вечера. А эвакуация, сбор возле подъездов, объявлен на два дня. Из документов – всё что у меня было на тот момент, спортивное удостоверение общества «Авангард». Я положил его в металлический портсигар – подарок деда. Туда же положил ключи от моего дома, из которого непосредственно выезжал. – Более ценных вещей у меня не было. Отец вообще был без сумки. Мама с женской сумочкой, забитой под завязку, как обычно. И в два часа мы вышли на улицу. Только не остались у подъезда ждать автобусов, а пошли на вокзал.

#### • Эвакуация

Первое что бросилось в глаза – милиция. Я с окна, до выхода, наблюдал за всем, что происходило на улице. Это было моей обязанностью. Главное задание – увидеть, когда автобусы ехать будут. На улице ничего не происходило. Не было никаких автобусов. Но и милиции не было.

Только мы вышли – они появились. И я никогда, ни до, ни после не видел такого количества милицейских офицеров в старших званиях. Только майоры, подполковники и полковники. Они между собой не разговаривали, и почти не ходили. Каждый стоял напротив вверенного ему дома, так чтоб было ему видно все подъезды.

И их лица... Очень жесткие лица. Не наши. Мы знали всех своих милиционеров, как впрочем всех других людей в городе в лицо. Наш город небольшой. Эти милицейские офицеры явно появились тут впервые, и это было видно. Но это не мешало им с абсолютной точностью ориентироваться. Они знали город. И это как-то пугало.

Оружия на них не было. Но у каждого через плечо висела противогазная сумка. Так хорошо мне известная из занятий гражданской обороны. Мы шли втроем – отец, мама и я. Проходить никто не мешал, но спрашивали, куда мы идем.

Некоторые семьи уже вышли к подъездам, и ждали автобусов. Но очень мало пока еще, семей. Я автобусов так и не увидел. До вокзала идти полчаса, не спеша. Город казался полупустым, если идти по наружной, лицевой стороне домов, где нет подъездов. Там мы и шли. Но на вокзале оказался полный аншлаг. Это пришли все такие же как мы, с родственниками в Чернигове. Единственная ближайшая отбывающая электричка – в пять вечера на Чернигов. И как-то заметно, что все люди которых мы видим в поезд могут не влезть. Настолько их много. Милиции на вокзале не было никакой.

Кто-то организовал делегацию к начальнику вокзала, с просьбой-требованием, пустить электричку в Чернигов прямо сейчас. А потом в пять вечера еще одну по расписанию.

Сбоку от перрона стоит два пустых поезда. Один наш, который поедет в пять вечера. Другой только что пригнали на наших глазах. Раньше никогда не было тут двух пустых поездов в это время. Понятно, что его – для эвакуации пригнали. А в два поезда мы точно влезем. Начальник вокзала..., не знаю, о чем он думал. Больше всего все начальники боялись паники. Никакой паники не было. Почти все взрослые люди города работали на станции. И с организованностью и грамотностью у них было все в порядке.

Начальник вокзала не разрешил ехать поезду прямо сейчас. А только по расписанию, в пять вечера.

Мы, и все остальные люди пришедшие на вокзал по объявлении эвакуации с двух часов простояли под открытым небом на перроне три часа дожидаясь подачи электрички, которая стояла рядом на нашем виду. Территориально вокзал расположен ближе всех к станции.

Люди вели себя спокойно. Некоторые выделялись. Помню одну барышню, в шикарном ярко зеленом платье, с мелко драпированной юбкой. На ней была огромная под стиль, зеленая шляпа с перьями. А в глазах – жуткая обреченность. Видно было, что это самое дорогое её платье, и она его никогда не надевала, все ждала случая. И вот одела. Дождалась. Она была одна.

Вообще мужиков было мало. Очень много мам с детьми. Мне и маме с отцом повезло, в том смысле что он был в тот момент с нами. Еще помню я удивился увидев одно семейство в марлевых повязках. Помню кто-то нес клетку с птицами. Большую клетку, и там было много разных разноцветных птиц.

В пять с чем-то, по расписанию подали поезд. И мы начали заходить. Мужики остались сзади, и мой отец тоже. Перспектива попасть в поезд стала более очевидна. Я с мамой зашел в вагон. Так плотно мы еще никогда не забивались. Внутри вагона все спрессовывались. Если раньше я на правах еще ребенка мог претендовать на сидячее место, то сейчас не могло быть об этом и речи.

Как это ни странно, смогли войти все желающие. Это была не последняя электричка. Позже была следующая, по расписанию в восемь, примерно. Вошел и мой отец, но я его не видел, он был в тамбуре. Мы поехали. Сразу закрыли все окна. Стало нечем дышать. Сейчас будем проезжать мимо станции и все это знали. Поезд шел медленно, и можно было рассмотреть довольно страшные вещи. Валяющиеся в разброс бетонные столбы, какие-то плиты. – Последствия взрыва. А раньше тут был видимый порядок.

Станцию проехали, женщине в другом конце вагона стало плохо, она начала паниковать. Воздуха не хватало. Решили открыть окна, противоположные от стороны где только что видели развалины. Женщину

посадили и успокоили. Небольшое количество мужиков было в вагоне, и они могли контролировать ситуацию.

Спокойно, по расписанию прибыли в Чернигов. Вышли из электрички, и пошли ночевать к родственникам. На вокзале никто нас не останавливал, и не проверял.

Позже, через несколько дней, на вокзале в Чернигове был организован пункт радиометрического контроля. И всех приезжих со стороны аварии через него пропускали. Мама меня сводила туда, и нас омерили. Свечения сверх допустимых норм не было. Отец уже тогда был на станции.

## **ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ В ПУНКТАХ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ**

А. М.Максименко, М. Д. Бондарьков, Б. Я. Осколков

Ликвидация последствий радиационной аварии неизбежно приводит к образованию радиоактивных отходов. Наиболее тяжелые аварии приводят к разрушению активной зоны реакторной установки и выходу из тела реактора не только радиоактивных материалов, но и фрагментов ядерного топлива. То есть в окружающую среду могут попасть и затем быть захороненными как радиоактивные отходы делящиеся материалы. К сожалению, в истории мировой атомной энергетики примеры таких аварий уже не редкость. К одной из таких аварий относится катастрофа на Чернобыльской АЭС. При ликвидации последствий аварии на ЧАЭС радиоактивные отходы в зависимости от уровня их активности размещали в различных пунктах захоронения, расположенных на территории зоны отчуждения, в том числе буртах ПЗРО «Малая стройбаза», ПЗРО «3-я очередь ЧАЭС», ПЗРО «Подлесный».

Целью настоящей работы был поиск делящихся материалов в теле упомянутых захоронений, исследование их радиационных характеристик. Сложность выполнения такого рода работ обусловлена прежде всего большими размерами исследуемых объектов захоронения, отсутствием полной информации об их конструкции, точных местах размещения радиоактивных отходов. Для достижения поставленных целей был применен ряд неинвазивных и инвазивных методов исследований, в том числе геофизические, дозиметрические, радиохимические, спектрометрические, буровые работы и другие, которые позволили достигнуть поставленных целей.

Полученные результаты позволили сделать заключение о наличии либо отсутствии в обследованных пунктах захоронения делящихся материалов, их радионуклидном составе и уровне удельной активности. Также в ходе проведения исследований были получены результаты,

которые дали возможность оценить конструктивные особенности захоронений и физической доступности хранящихся в них радиоактивных отходов.

### **Информация об авторах:**

**А. М.Максименко, М. Д. Бондарьков, Б. Я. Осколков-**  
Государственное научно-исследовательское учреждение  
«Чернобыльский центр по проблемам ядерной безопасности,  
радиоактивных отходов и радиоэкологии», г. Славутич

## **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИНФОРМАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Александр Моисейкин

**Аннотация:** При анализе данных возникает необходимость критической оценки отслеживаемых объектов после получения расчетов. Результатом исследования стала разработка алгоритма оптимизации потоков данных и их обработки с использованием алгоритма векторной растеризации. Описанный метод позволяет использовать преобразование для построения вспомогательных изображений в системах анализа потоков движущихся объектов.

**Ключевые слова:** анализ, движение, видеопоток, оптимизация, графика, алгоритм брезенхема.

### **Введение**

Информация, полученная через электронные каналы передачи данных, в мультимедийных системах обработки информации, может требовать дополнительной обработки или создавать значительную нагрузку на сеть в процессе передачи. Путём классификации и структурирования через стандартизирующий интерфейс, можно добиться повышения производительности. В некоторых случаях, конечный результат не может считаться достоверным, поскольку полученные массивы данных являются результирующими и не отображают состояния в процессе их формирования.

### **Описание проблемы**

В рассматриваемой ситуации источником данных выступает камера видеонаблюдения, фиксирующая движущиеся объекты на оживленной городской улице. Полученный видеопоток передается на программный интерфейс специализированного компьютерного модуля, отвечающего за обработку данного потока. Как показано на изображении ниже (Рисунок 1), модулем зафиксировано 8 движущихся объектов. Каждый формирует

набор точек (треков), относительно системы координат и времени фиксации.



А

Б

Рисунок 1. Определение движущихся объектов.

А) сравнение соседних кадров; Б) выявление смещений.

Таким образом, формируется текстовый массив соответствующий следующей структуре.

```
Array = [  
  name: 'Object1',  
  points: {  
    [x0, y0, datetime_x0y0]  
    [x1, y1, datetime_x1y1]  
  }  
]
```

Поскольку передача самого видеопотока является ресурсо-затратным процессом, движущиеся объекты кодируются в текстовые последовательности, пригодные для быстрой передачи на сервер анализа. Однако, в таком виде, информация имеет лишь статистическую пользу, предоставляющую количественную характеристику проведенных измерений.

### Основная часть

Для подтверждения достоверности полученных данных предлагается использовать графический метод. Изначально камерой фиксируется область проведения измерений без движимых объектов. Такое изображение сохраняется на сервере как «кадр». По описанной выше структуре, производится выборка данных за  $n-1$  единиц времени, не превышающих предыдущую выборку. Учитывая, что последовательность значений  $x$  и  $y$  в массиве *points* соответствуют одному треку одного объекта, для выявления полного пути следования к каждому двум соседним парам координат по алгоритму Брезенхема применяется формула определения координат между точками.

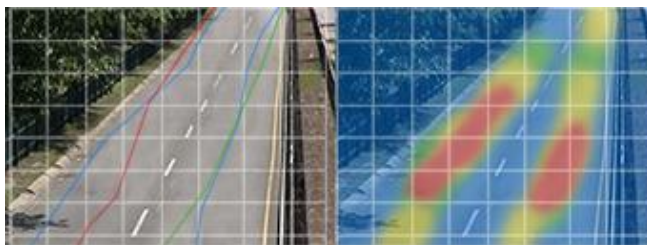
$$y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) + y_0 \quad (1)$$

Программная реализация алгоритма позволяет получить массив всех координат, по которым вероятнее всего перемещался объект.

```
public function getFullTrack() {
    $matrix = [];
    for ($i = 1; $i < dx; $i++) {
        $matrix[$x][$y]++; // put weight to result matrix
        while (t >= 0) {
            if ($changeFlag) {
                $x += $s1;
            } else {
                $y += $s2; // increase by 1 unit
            }
            $t = $t - 2*$dx; // correction
        }
        if ($changeFlag) {
            $y += $s2;
        } else {
            $x += $s1;
        }
        $t = $t + 2*$dy; // next step correction
    }
    return $matrix;
}
```

Вероятность появления идентичных точек может быть достаточно велика, поэтому для конечного суммирования используется увеличенная сетка координат. В данном случае, кадр разбивается на равные области по формуле, описывающей принадлежность полученной точки к увеличенной сетке. Следовательно, исходные координаты  $x = 7$  и  $y = 35$ , преобразуются к 0 и 3 соответственно.

Как показано ниже (Рисунок 2), используя данные из первого массива производится отрисовка спрогнозированных треков. Треки наносятся по одному пикселю, без учета скоплений точек.



А

Б

Рисунок 2. Графическое подтверждение формирования данных.

А) треки перемещений; Б) места наибольшего скопления.

Во втором случае, суммированные точки треков наносятся по областям увеличенной сетки, что позволяет отобразить места наибольшего скопления движущихся объектов. Использование увеличенной сетки обусловлено большим разбросом начальных координат. Исходная сетка кадра соответствует разрешению графического файла. Поэтому, объекты разных размеров, движущихся в реальном мире по одному пути, будут иметь сильно отличающиеся цифровые треки.

Описанный подход предоставляет возможность преобразовать данные и привести их графическому виду без потерь. Что в свою очередь позволяет, лицу принимающему решение, наглядно оценить реальную ситуацию в отслеживаемой зоне. В данном примере это можно использовать для анализа плотности трафика, равномерности использования транспортной сети, изнашиваемости дорожного полотна и другой аналитической информации.

### **Выводы**

В процессе разработки систем анализа перемещений динамических объектов, выявлена необходимость разработки методов оценки полученных результатов, сопоставимых с реальным наблюдением. Поскольку результаты демонстрируют только появление объектов в заданной области, графические методы подтверждения, позволяют представить информацию в виде, близком к исходному. Построение карт наибольшего скопления являлось ключевой задачей, в процессе поиска решения был выявлен недостаток алгоритма суммирования из-за большого разброса координат при использовании видеопотока высокого разрешения.

Подтверждение данных графическим методом позволяет более точно взглянуть на процесс формирования конечного результата. Данная разработка используется в система контроля пропускной способности и подсчета автомобильного и человеческого трафика.

### **Литература**

1. David F. Rodgers. Procedural Elements for Computer Graphics / D. Rodgers. Mc Graw Hill, 1998.
2. Ester Martinez-Martin. Robust Motion Detection in Real-Life Scenarios / E. Martinez-Martin, A. del Pobil, Springer London, 2012.

### **Информация об авторе:**

**Александр Моисейкин** – Национальный авиационный университет, Киев; Основные направления научных исследований: разработка программного обеспечения, веб-приложения реального времени, оптимизация алгоритмов передачи данных  
e-mail: alexmois@live.com



*Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

**CONFIRMATION OF THE INFORMATION RELIABILITY BY USE GRAPHICAL METHODS**

*Alexander Moiseykin*

**Abstract:** *In data is analyze process, it becomes necessary to critically evaluate the monitored objects after was calculations receive. The result of the research discover the development of an algorithm for optimizing data flows and processing them, by using the vector rasterization algorithm. This approach allows to using transform information for helpful images build.*

**Keywords:** *analysis, transfer, streaming, optimization, graphics, algorithm of brezenchem.*

**ЗМІНА РАДІАЦІЙНИХ УМОВ НА ОБ'ЄКТІ “УКРИТТЯ” ПІСЛЯ  
УСТАНОВКИ АРОЧНОЇ КОНСТРУКЦІЇ В ПРОЕКТНЕ  
ПОЛОЖЕННЯ**

В.В. Єгоров, Ю.В. Морозов, Л.І. Павловський, А.О. Холодюк

Проведено окремі вимірювання величин потужності дози (ПД) на зовнішніх поверхнях (покрівлі) об'єкта "Укриття" і в локальній зоні до і після установки арочної конструкції в проектне положення, а також дослідження характеристик кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання в цих зонах. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів.

У всіх точках вимірювання після установки Арки в проектне положення було зафіксовано зниження величини ПД від 3% до 50% від вихідної величини ПД, в залежності від зони проведення досліджень.

Вимірювання виконані в період з 16.11.2016г по 18.01.2017г.

На наступному етапі перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно-безпечну систему передбачається виконання робіт з демонтажу нестабільних конструкцій ОУ та поводження з радіаційно-забрудненими бетонними конструкціями, металоконструкціями та змішаними матеріалами. Подальше перетворення ОУ передбачає, діяльність по вилученню та поводженню з високоактивними відходами (ВАВ), паливовмістними матеріалами (ПВМ), а також з довгоіснуючими радіоактивними відходами (ДПРАВ) та іншими радіоактивними відходами (РАВ), які будуть утворюватися у процесі цієї діяльності.

## **Інформація про авторів:**

**В.В. Єгоров, Ю.В. Морозов, Л.І. Павловський, А.О. Холодюк-**  
Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Чорнобиль

[yuvmorozov27@gmail.com](mailto:yuvmorozov27@gmail.com)

[vegor@ukr.net](mailto:vegor@ukr.net)

[kholodyuk.andriy@gmail.com](mailto:kholodyuk.andriy@gmail.com)

[l\\_pavlovsk@ukr.net](mailto:l_pavlovsk@ukr.net)

## **ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОУСТОЧИВОСТИ ОХЛАДИТЕЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ АЭС**

Нефедов Александр

Современные проблемы атомной энергетики, систем нефте- и газохранилищ, химической промышленности, ставят задачу обеспечения сейсмической устойчивости резервуаров с жидкостью. Использование классического, жесткого, закрепления резервуара при сейсмических нагрузках нередко приводит к значительным разрушениям элементов конструкции, большим возмущениям колебаний жидкости, что в свою очередь порождает дополнительные проблемы. Одной из таких систем, где стоит задача повышения эксплуатационной надежности, является система аварийного охлаждения реакторов АЭС.

В последнее время активно развиваются исследования, в которых закрепление резервуара с жидкостью дает системе дополнительные степени свободы с последующим целенаправленным перераспределением энергии. Прежде всего для резервуаров с жидкостью это приводит к частичному динамическому разделению движения основания и резервуара с жидкостью. На практике данный эффект достигается расположением резервуара в специальном ложементе, тогда как в моделировании данный сценарий рассматривается как резервуар на маятниковом подвесе. Часть энергии, которая перенаправляется на квазитвердое движение всей системы в целом, уменьшает деформационную составляющую энергии, которая уходит на колебания жидкости и упругое деформирование резервуара. Заметим также, что при таком виде закрепления резервуара значительно уменьшаются именно наиболее опасные перезывающие силы.

Для исследования задачи была разработана новая математическая модель, в которой поступательное движение основания рассматривается как заданное, а угловое движение резервуара с жидкостью рассматриваются как связанные. Фактически задача сводится к задаче движения резервуара с жидкостью на маятниковом подвесе с точкой

подвеса, совершающей заданное движение. Такого рода модели в современной литературе практически отсутствуют, к тому же исследования динамики системы при угловых движениях также являются мало изученными. Разработанная модель позволяет изучать особенности поведения цилиндрического резервуара с жидкостью при сейсмической активности, как на маятниковом подвесе с разными длинами подвеса, так и жестко закрепленного резервуара в нелинейном диапазоне возмущений. Важным аспектом является то, что в модели рассматривается совместное движение системы, и именно это позволяет учесть эффект перераспределения энергии между деформационным и квазитвердым движением составляющих компонент.

В данной работе выполнено сравнение поведения резервуара на маятниковом подвесе разной длины и жестко закрепленного резервуара при импульсном возмущении основания. Поскольку сейсмическое воздействие представляет собой совокупность импульсного и вибрационного воздействий, были исследованы разные варианты сейсмического кинематического возмущения. Установлено, что в системе наиболее значительно проявляются динамические явления на резонансных частотах, которые соответствуют частоте квазитвердых колебаний системы и частоте колебаний жидкости по первой (главной) форме колебаний. В свою очередь эти частоты существенно зависят от длины маятникового подвеса. Более того, было ранее установлено, что для коротких длин подвеса происходит не только изменение частот с изменением длины подвеса, но и смена очередности расположения частот при их расположении в порядке возрастания.

Была проведена серия вычислительных экспериментов, где в качестве варьируемых параметров рассматривались импульсы длительностью половина и один период синусоиды для разных частот возмущений, а также длина маятникового подвеса. Частоты возмущений основания рассматривались в широком диапазоне: от частот значительно ниже резонансной частоты маятникового подвеса до частот, превосходящих частоты колебаний жидкости по основному тону.

Для случая поступательного движения и для случая движения системы с фиксированной точкой маятникового подвеса было проведено сопоставление результатов с данными, приведенными в других работах.

По результатам анализа кинематических и динамических параметров квазитвердого движения системы и волнового движения жидкости можно сделать вывод, что закрепление резервуара на маятниковом подвесе позволяет в значительной мере снизить нагрузки на стенки резервуара, уменьшить волновое движение жидкости. При этом, как свидетельствуют результаты расчетов, применение коротких подвесов, когда наблюдается смена очередности расположения частот колебаний жидкости и частота колебаний по основному тону уже перестает быть низшей частотой, не является эффективным, а предпочтение должно быть отдано средним длинам подвеса – для рассматриваемых в данной работе

параметров резервуара – длинам маятникового подвеса более 5 радиусов свободной поверхности жидкости.

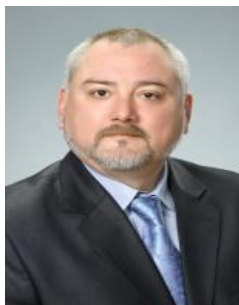
### **Информация об авторе:**

**Нефедов Александр-** Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко.

e-mail: [garonmail@gmail.com](mailto:garonmail@gmail.com)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЬ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ АЭС**

Валентин Анатольевич Нехай, Валентин Валентинович Нехай



**Аннотация.** На данный момент существует неопределенность в отношении будущего ядерной энергетики. Все большую обеспокоенность во всем мире вызывают вопросы по поводу безопасности АЭС, проблема захоронения радиоактивных отходов, распространение материалов ядерных отходов, а основной причиной является техногенные катастрофы. Ядерная энергетика в ряде стран сталкивается с проблемами общественного признания в сфере экологической, социальной и экономической политики. Жизненный цикл любой системы, в том числе и реакторной установки, состоит из этапов проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации. Прекращение эксплуатации может быть осуществлено как по экономическим, эксплуатационным, технологическим причинам, так и в результате аварии. В данной ситуации возникает необходимость создания новой парадигмы взаимодействия государства, бизнеса, социума и природы. Поэтому информационная открытость предприятий атомной энергетики выходит на первый план. Решением данной проблемы мы видим в использовании информационных технологий в формировании показателей корпоративной социальной ответственности.

**Ключевые слова:** информационные технологии, корпоративная социальная ответственность, ядерная энергетика

### **Вступление**

Современный мир называют эпохой глобализации, основываясь, прежде всего, на тесной взаимосвязи социальных, политических и экономических изменений практически во всех точках Земли. Примером тому есть, использование единой расчетной валюты, единый рынок потребления материальных ресурсов, энергоресурсов и т.д.

Однако в погоне за неконтролируемым потреблением ресурсов, человечество забывает, что кроме экономического и политического пространства, его объединяет единая и неделимая природа.

В системе «человек-природа» это означает, что в соответствии с законами сохранения энергии на все действия человека природа дает ответ, что приводит к необратимым изменениям, которые сопровождаются рядом естественных следствий, результаты которых затрагивают все человечество сразу гораздо чаще и сильнее, чем политические или экономические аномалии.

Для удовлетворения потребностей человека необходимо наличие разного вида энергии, причем с минимальными затратами на ее получение.

Одним из альтернативных источников производства электроэнергии есть – ядерная энергия, которая сочетает в себе преимущества безопасности, надежности, практически равной нулю количеству выбросов парниковых газов и ценовой конкурентоспособности. В течение длительного времени АЭС представлялись как наиболее экологически чистый вид электростанций и как перспективная замена ТЭС, оказывающих влияние на глобальное потепление.

В настоящее время предполагается, что атомные электростанции смогут работать в течение 60 лет, а в будущем даже больше. Международное энергетическое агентство (The International Energy Agency - IEA) прогнозирует рост глобального спроса на электроэнергию на 1,9% в год на период до 2040 г.[1].

### **История развития атомной энергетики**

Первая АЭС была запущена и официально введена в действие 27 июня 1954 года на территории Советского союза, в городе Обнинске (реактор АМ-1, предельная мощность 5МВт.).

В Британии (Calder Hall) первая АЭС была запущена в октябре 1956 года (реактор WAGR, предельная мощность 46 МВт).

26 мая 1958 года атомная станция Шиппингпорт (Shippingport Atomic Power Station) была введена в эксплуатацию на северо-востоке США (реактор PWR, предельная мощность 68 МВт).

Началом эпохи атомной энергетики Украины можно считать 1970 год, когда в мае месяце началось строительство Чернобыльской АЭС, а 26 сентября 1977 года был введен в эксплуатацию первый энергоблок Чернобыльской АЭС. На сегодняшний момент в Украине работают 4

АЭС: Запорожская (6 энергоблоков), Ровненская (4 энергоблока), Южно-Украинская (3 энергоблока), Хмельницкая (2 энергоблока). Причем, на Ровненской АЭС двум энергоблокам (№1, №2) продолжен срок эксплуатации на двадцать лет, на Южно-Украинской АЭС срок эксплуатации энергоблока №1 продлен на 10 лет.

### **Проблемы развития ядерной энергетики**

По данным МАГАТЭ по состоянию на 02.04.2017 г. В мире действуют 449 АЭС из них: 291 энергоблок находится в эксплуатации 30 и более лет, 90 – 40 лет и более. [2]

На данный момент существует неопределенность в отношении будущего ядерной энергетики, в связи с рядом вопросов, которые могут замедлить развитие новых атомных мощностей. Все большую обеспокоенность во всем мире вызывают вопросы по поводу безопасности АЭС, проблема захоронения радиоактивных отходов, распространение материалов ядерных отходов, а основной причиной является техногенные катастрофы (1957 г. – Великобритания, Уиндскейлский пожар (Windscale Fire); 1979 г. – Три-Майл-Айленд (Three Mile Island), США; 2011 г. – «Фукусима-1», Япония). Авария, которая произошла в ночь на 26 апреля 1986 года на Чернобыльской станции, всеми экспертами признана и классифицирована Международным агентством по атомной энергии как самая худшая катастрофа в истории атомной энергетики.

Тем не менее, ситуация сложившаяся в ядерной отрасли в глобальном масштабе является сложной задачей. Ядерная энергетика в ряде стран сталкивается с проблемами общественного признания в сфере экологической, социальной и экономической политики. Но, несмотря на жесткие экономические условия для производителей атомной электроэнергии, вопрос увеличения доли возобновляемых энергетических технологий, субсидируемых государством, независимо от того, требуется ли их электричество или нет, рассматриваются варианты продления сроков эксплуатации АЭС.

Проведенное исследование Агентством по ядерной энергии (OECD), опубликованное в 2017 году, определило ожидаемые суммарные затраты на вывод из эксплуатации для реакторов США от \$ 544 до \$ 821 млн., для блоков более 1100 МВт.[1].

Прямые убытки и расходы из всех источников финансирования, связанные с Чернобыльской катастрофой, по подсчетам для периода 1986-1989 годов, составляли примерно \$ 12600 млн.

Прямые убытки (потери материально-имущественных комплексов и отдельных объектов экономики) лишь в зоне отчуждения на территории Украины составляют \$ 1385 млн.

По расчетам украинских специалистов, суммарные экономические убытки для Украины до 2015 года составили не менее \$ 180 млрд., включая размеры косвенных убытков вследствие неиспользования загрязненных сельхозугодий, водных и лесных ресурсов, а также

сокращение производства электроэнергии, уменьшение производства товаров, оказания услуг и тому подобное [3].

С другой стороны. Комиссия по ядерному регулированию (NRC) США 8 декабря 2015 года продлила на 20 лет срок действия эксплуатационных лицензий для блока №1 АЭС "Davis Besse", таким образом, общее число американских блоков, чьи эксплуатационные лицензии были продлены до 60 лет, равняется теперь 81 (всего в Соединённых Штатах эксплуатируется 99 атомных блоков).

Федеральное агентство по ядерному контролю Бельгии (FANC) выдало разрешение двум блокам АЭС "Doel" работать до 2025 года

("World Nuclear News"). АЭС "Doel" состоит из четырёх энергоблоков (блоки №№1-2 были сданы в эксплуатацию в 1975 году). Несмотря на то, что в 2003 году в Бельгии был принят закон, ограничивающий срок службы атомных энергоблоков 40 годами. Однако в июле 2015 года к закону была принята поправка, разрешающая блокам №№1-2 АЭС "Doel" работать до 50 лет при условии получения согласия регуляторов (в июле 2015 года было достигнуто предварительное соглашение, в соответствии с которым эксплуатирующая организация будет выплачивать ежегодно дополнительный сбор в размере 20 миллионов евро).

Британский офис ядерного регулирования (ONR) одобрил 2 февраля 2015 года заявку компании "EDF Nuclear Generation Ltd." на продление срока эксплуатации энергоблока "Sizewell B" до 2025 года (блок "Sizewell B" сдан в сентябре 1995 г.).

Компания "Kansai Electric Power Co." В 2015 году вела подготовку к проведению проверки состояния блоков №№1-2 АЭС "Takahama" (Япония) в рамках возможного продления срока их службы свыше 40 лет, в июне 2016 года срок продлен на 20 лет [4].

### **Снятие с эксплуатации атомных электростанций**

Жизненный цикл любой системы, в том числе и реакторной установки, состоит из этапов проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации. Прекращение эксплуатации может быть осуществлено как по экономическим, эксплуатационным, технологическим причинам, так и в результате аварии. Следует отметить тот факт, что вывод из эксплуатации любого объекта связан с большими затратами всех видов ресурсов (20-30 % стоимости нового объекта), и как показала практика не все проекты предусматривали ликвидацию по тем или иным причинам.

«Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских реакторов» утверждённые приказом Министерства охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности Украины № 2 от 09.01.1998 вводят следующие определения [5]:

Снятие с эксплуатации – комплекс мероприятий после удаления ядерного топлива и прекращения эксплуатации установки, который делает невозможным ее использование в целях, для которых она была построена, и обеспечивает безопасность персонала, населения и окружающей среды.

Прекращение эксплуатации – заключительный этап эксплуатации установки, который реализуется после принятия решения о снятии ее с эксплуатации и в течение которого она приводится в состояние, когда ядерное топливо отсутствует на его территории или, находясь в пределах этой территории, размещено только в хранилищах отработанного ядерного топлива, предназначенных для долгосрочного безопасного хранения.

Процесс снятия установки с эксплуатации делится на следующие этапы:

Окончательное закрытие – этап снятия установки с эксплуатации, в течение которого она приводится в состояние, исключающее возможность использования данной установки в целях, для которых она была построена;

Консервация – этап снятия установки с эксплуатации, во время которого она приводится в состояние, соответствующее безопасному хранению в течение определенного периода источников ионизирующих излучений;

Выдержка – этап снятия установки с эксплуатации, в течение которого она находится в законсервированном состоянии, соответствующем безопасному хранению источников ионизирующих излучений, которые находятся в ней;

Демонтаж – этап снятия установки с эксплуатации, в течение которого источники ионизирующих излучений, которые находятся в ней, изымаются из установки или размещаются на ее территории в хранилищах радиоактивных отходов [6].

В настоящее время основным документом МАГАТЭ, посвященным непосредственно выводу из эксплуатации, являются Общие требования безопасности GSR Part 6 «Вывод установок из эксплуатации». Общие требования безопасности GSR Part 6, которые были опубликованы в 2014 году, пришли на смену Требованиям безопасности WS-R-5 «Снятие с эксплуатации установок, в которых используется радиоактивный материал» – МАГАТЭ. Общие требования безопасности – это документ более высокого уровня в иерархии МАГАТЭ, что отражает повышение внимания ко всем аспектам, связанным с выводом из эксплуатации. Общие требования безопасности GSR Part 6 по сравнению с WS-R-5 претерпели ряд важных и существенных изменений. В Требованиях безопасности WS-R-5 МАГАТЭ в качестве стратегий вывода из эксплуатации предусматривало следующие подходы: немедленный демонтаж, отсроченный демонтаж и изоляцию (в искусственном сооружении).

Изоляция – это стратегия, в рамках которой радиоактивные загрязнители помещаются в оболочку из структурно долгоживущих материалов до тех пор, пока не произойдет снижение радиоактивности за счет распада до такого уровня, при котором может быть разрешено неограниченное использование установки или ее использование с



ограничениями, установленными регулирующим органом. Данную стратегию также называют захоронением на месте.

Актуальной задачей для атомной энергетики Украины является осуществление работ по снятию с эксплуатации энергоблоков Чернобыльской АЭС.

В связи с большим количеством отходов, накопленных в результате аварии на ЧАЭС в 1986 году, а также возникшие и возникающие в процессе снятия с эксплуатации ЧАЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему, в Зоне отчуждения создается комплексная инфраструктура обращения с отходами ядерного топлива и радиоактивными отходами, которая предусматривает безопасное обращение с ними от их изъятия в долговременного хранения и захоронения. Для обеспечения вышеуказанных задач, включая создание инфраструктуры обращения с РАО, работают две общегосударственные программы: Общегосударственная программа снятия с эксплуатации Чернобыльской АЭС и преобразования объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему и Общегосударственная целевая экологическая программа обращения с РАО.

Таким образом, атомная энергетика решает не только проблемы энергетической безопасности, но и поднимает вопросы экономического, социального и экологического характера.

#### **Использование информационных технологий при формировании показателей корпоративной социальной ответственности: экологический аспект**

По мере развития технологий и экономических отношений возникает необходимость создания новой парадигмы взаимодействия государства, бизнеса, социума и природы. Решением данной проблемы становится развитие концепции социальной ответственности бизнеса или корпоративной социальной ответственности (КСО). Зарождение концепции социальной ответственности бизнеса, связывают с работой Роберта Вуда Джонсона «Испытай реальность», опубликованной в США в 1935 г., в которой впервые была сделана попытка определить ответственность и обязательства компании перед стейхолдерами. Но мировое признание и рассмотрение проблем, сначала социальной и чуть позже экологической ответственности бизнеса, получили во второй половине XX века: 1961 г. создана Организация экономического сотрудничества и развития; 1972 г. Программа ООН United Nations Environment Programmed; 1990 г. начал функционировать Международный Форум лидеров; 1995г. Создан Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию и т.д.

Основными нормативными документами по корпоративной социальной ответственности в мировом масштабе считаются:

- Стандарт социальной отчётности компаний AA1000 AS разработан британским Институтом социальной и этической отчётности (Institute of Social and Ethical Accountability) в 1999

- году. Основная направленность измерение результатов деятельности компаний с этических позиций.
- Руководство по социальной ответственности ISO 26000 было выпущено Международной организацией по стандартизации (ИСО) в 2010 году.
- Стандарт SA 8000 корпоративной социальной ответственности, разработанный международной некоммерческой организацией Social Accountability International в 1997 году. Особенность стандарта заключается в его узкой направленности на соблюдение компаниями прав человека и совершенствование условий труда наемных работников.
- GRI (The Global Reporting Initiative, 2000 г.) – Руководство по отчётности в области устойчивого развития. В Руководстве предложен список конкретных показателей для отчётности по социальной, экологической и экономической деятельности предприятия. Впервые сделан акцент на экологическую составляющую.
- ISO 14001:2015 акцентирует внимание на стратегическом подходе к экологическому менеджменту. Появилось новое требование – учитывать контекст организации при решении внешних и внутренних вопросов, касающихся ее деятельности и окружающей среды. Также должны быть определены действия, направленные на решение: защиты окружающей среды; определение результативности в области охраны окружающей среды; рассмотрение всего жизненного цикла предприятия.

Одной из системных проблем в области вывода из эксплуатации и ядерного наследия в целом являлось отсутствие практического опыта, необходимого для отработки всех элементов работ по выводу из эксплуатации и управления работами подобного масштаба на уровне отдельных проектов и отрасли в целом. Поэтому информационная открытость предприятий атомной энергетики выходит на первый план. Изменения делового и общественного климата в мире, растущие ожидания различных заинтересованных сторон, оказывающих влияние на деятельность предприятий энергетического комплекса, способствуют росту качества процессов управления, повышению прозрачности деятельности компаний, развитию процедур и инструментов, которые обеспечивают эти процессы. В числе таких инструментов, получающих все большее применение в корпоративной практике в мире и в Украине, свое место прочно занимает корпоративная социальная ответственность, одной из составных частей которой является экологическая составляющая.

Целью экологической политики любой компании является обеспечение такого уровня безопасности, при котором воздействие на окружающую среду, персонал и население на ближайшую перспективу и в долгосрочном периоде обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций.

Учитывая специфику деятельности АЭС, основными направлениями обеспечения экологической безопасности должны быть: обоснование и обеспечение экологической безопасности проектируемых и сооружаемых АЭС; осуществление производственного экологического контроля и оценка состояния экологической безопасности для выработки своевременных и эффективных решений по минимизации негативного воздействия на окружающую среду; соблюдение экологических норм и правил на площадках сооружения атомных станций.

### **Выводы**

Наличие информационных систем по информированию о состоянии экологической безопасности и составление на ее основе отчетов о экологической ответственности позволит:

- контролировать соблюдение всех норм и требований по безопасности и ограничения негативного воздействия на персонал, население и окружающую среду ядерных установок АЭС, объектов, предназначенных для обращения с радиоактивными отходами на АЭС, на завершающем этапе их жизненного цикла и отходов, которые могут возникнуть на этом этапе (приоритет безопасности);
- обеспечить контроль эффективности использования ранее вложенных средств;
- минимизировать за пределами планируемого периода негативные экономические, социальные, экологические и другие последствия принятых решений и деятельности по снятию с эксплуатации в течение планируемого периода (приоритет защищенности следующих поколений).

### **Литература**

1. Nuclear Power Economics and Project Structuring 2017 Edition [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.world-nuclear.org/our-association/publications/online-reports/nuclear-power-economics-and-project-structuring.aspx> (дата обращения 09.04.2017)
2. The Database on Nuclear Power Reactors [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.iaea.org/pris/> (дата обращения 09.04.2017)
3. Насвіт О.І. Політика України щодо подолання наслідків Чорнобильської катастрофи: історія формування, проблеми реалізації та перспективи підвищення її ефективності: аналітична доповідь / – К. : НІСД, 2016. – 45 с. Електронна версія: <http://www.niss.gov.ua> (дата обращения 09.04.2017)
4. Информационное агентство Киодо. Жизнь после "Фукусимы-1": Япония разрешила продлить службу АЭС «Такахама» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://regnum.ru/news/economy/2147631.html> (дата обращения 09.04.2017)
5. «Общие положения обеспечения безопасности при снятии с эксплуатации атомных электростанций и исследовательских реакторов»,

приказ Министерства охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности Украины № 2 от 09.01.1998 [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://search.ligazakon.ua/1\\_doc2.nsf/link1/REG2487.html](http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/REG2487.html) (дата обращения 09.04.2017)

б. Сайт з питань ядерної безпеки, радіаційного захисту та нерозповсюдження ядерної зброї [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://uatom.org/index.php/uk/zagalni-vidomosti/> (дата звернення 09.04.2017)

### **Информация об авторах:**

**Нехай Валентин Анатолієвич** – Чернігівський національний технологічний університет (ул. Шевченко, 95, г. Чернігів, 14027, Україна). [valentin\\_nehai@meta.ua](mailto:valentin_nehai@meta.ua)

Основні напрями наукових досліджень: бухгалтерський учет, корпоративна соціальна відповідальність

**Нехай Валентин Валентинович** – Чернігівський національний технологічний університет (ул. Шевченко, 95, г. Чернігів, 14027, Україна). [zamoruw@yandex.ru](mailto:zamoruw@yandex.ru)

Основні напрями наукових досліджень: інформаційні технології, захист комп'ютерних інформаційних систем сільськогосподарських підприємств

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN FORMATION INDICATOR OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY NPP**

*Valentyn A. Nekhai, Valentin V. Nekhai*

**Abstract:** *At the moment, there is uncertainty about the future of nuclear power. Increasing concern around the world raises questions about the safety of nuclear power plants, the problem of dumping radioactive waste, the distribution of nuclear materials waste, and the main cause is man-made disasters. Nuclear power in a number of countries is facing problems of public recognition in the sphere of environmental, social and economic policy. The life cycle of any system, including the reactor installation, consists of the design stages, construction, operation and decommissioning. The termination of operation can be carried out both for economic, operational, technological reasons, and as a result of an accident. In this situation, there is a need to create a new paradigm of interaction between the state, business, society and nature. Therefore, the information openness of nuclear power enterprises comes to the fore. The solution to this problem we see in the use of information technology in the formation of indicators of corporate social responsibility.*

**Keywords:** *information technologies, corporate social responsibility, nuclear energy*

### Authors' Information:

Valentyn A. Nekhai – Chernihiv National University of Technology, 95 Shevchenko St., 14027 Chernihiv, Ukraine; e-mail: valentin\_nehai@meta.ua  
Major Fields of Scientific Research: Accounting, corporate social responsibility

Valentin V. Nekhai – Chernihiv National University of Technology, 95, Shevchenko St., Chernihiv-27, Ukraine, 14027; e-mail: zamoruw@yandex.ru  
Major Fields of Scientific Research: Information Technology, protection of computer information systems of agricultural enterprises

## **РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННАЯ ВОДА В ОБЪЕКТЕ «УКРЫТИЕ» ПЕРЕД НАДВИЖКОЙ «АРКИ» НБК**

Одинцов Алексей, Хан Валерий

Основными источниками формирования водных потоков и скоплений радиоактивно загрязненной воды (РЗВ) внутри объекта «Укрытие» до надвижки «Арки» были атмосферные осадки, технологические растворы системы пылеподавления и конденсат, образующийся в помещениях на нижних отметках объекта «Укрытие» в летние месяцы. Водные потоки попадают в помещения, где локализованы топливосодержащие материалы (ТСМ). Взаимодействие воды с конструкционными материалами и ТСМ приводит к образованию РЗВ, содержащие уран, продукты деления (ПД) и трансурановые элементы (ТУЭ). В результате протечек внутри объекта «Укрытие» с верхних отметок на нижние в помещениях, расположенных ниже отметки +12,5 м, наблюдаются постоянные скопления РЗВ. Суммарный объем РЗВ в контролируемых помещениях в зависимости от периода года составляет 320 – 340 м<sup>3</sup>. В период таянья снега и интенсивных осадков небольшие временные скопления воды образуются и на более высоких отметках. Определены объемы РЗВ и динамика их сезонных изменений. Экспериментально определено содержание макрокомпонентов, урана, продуктов деления (ПД) <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, <sup>154,155</sup>Eu и трансурановых элементов (ТУЭ) <sup>238</sup>Pu, <sup>239+240</sup>Pu, <sup>241</sup>Am, <sup>244</sup>Cm в РЗВ объекта «Укрытие» в период 1996 – 2016 гг. Концентрация урана в РЗВ объекта «Укрытие» составляла 0,5 – 190 г/м<sup>3</sup>. Объемная активность ПД в РЗВ находится в пределах  $n \cdot 10^7$  -  $n \cdot 10^{11}$  Бк/м<sup>3</sup>, а ТУЭ в пределах  $n \cdot 10^4$  -  $n \cdot 10^8$  Бк/м<sup>3</sup>. Показано, что сезонные колебания концентрации урана и объемных активностей радионуклидов в РЗВ могут составлять до одного порядка величины. Отношения между активностями <sup>137</sup>Cs/<sup>90</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr/<sup>239+240</sup>Pu, <sup>241</sup>Am/<sup>239+240</sup>Pu и <sup>244</sup>Cm/<sup>239+240</sup>Pu в РЗВ объекта «Укрытие»

значительно отличаются от аналогичных отношений радионуклидов в топливосодержащих материалах объекта «Укрытие». Отношение активностей  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$  для всех исследованных скоплений РЗВ выше, чем в ЛТСМ и облученном топливе 4-го блока ЧАЭС, и изменяется от 1,9 до 46 за исключением северной части помещения 012/13, где это отношение составляет 290.

В период 1996 – 2015 гг. наблюдался устойчивый тренд увеличения концентрации урана и объемных активностей радионуклидов в наибольшем скоплении РЗВ в помещении 001/3.

Для оценки ядерной и радиационной безопасности скоплений РЗВ необходимо знать не только валовое содержание урана, но и его изотопный состав, в частности массовую долю  $^{235}\text{U}$ . Содержание изотопов урана в РЗВ объекта «Укрытие» определяли масс-спектрометрическими и  $\alpha$ -спектрометрическими измерениями изотопов урана, выделенных из проб РЗВ. Массовые доли урана  $^{235}\text{U}$  и  $^{236}\text{U}$  в пробах РЗВ помещения 001/3 составляют 0,91 – 1,05 % и 0,175 – 0,212 %, что хорошо согласуется с расчетными значениями для среднего выгорания топлива 4-го блока ЧАЭС.

### **Информация об авторе:**

**Одинцов Алексей, Хан Валерий**- Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Кирова, 36а, Чернобыль, 07270, Украина

**E-mail:** [aaodin@mail.ru](mailto:aaodin@mail.ru)

(04593)5-17-72

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

#### ***RADIOACTIVE CONTAMINATE WATER IN OBJECT «SHELTER» BEFORE PULLING DOWN OF «ARCH» OF NSC***

*Odintsov Oleksii, Khan Valeriy*

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS of Ukraine, Kirova str., 36a, Chernobyl, 07270, Ukraine*

**Keywords:** *radionuclides, uranium, plutonium, americium, liquid radioactive waster, object “Ukryttya”.*

*The results of the long-term monitoring of the unorganized accumulations of radioactive contaminated water (RCW) are presented on the lower marks of object « Ukryttya». The volumes of RCW and dynamics of their seasonal changes are certain. Maintenance of activity is experimentally determinate uranium, fission products of  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{154,155}\text{Eu}$  (FP) and transuranium of  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{244}\text{Cm}$  (TUE) in RCW of object « Ukryttya» in the period of 1996 – 2016. Concentration of uranium in RCW of object « Ukryttya» was made by 1 – 190 g/m<sup>3</sup>. By volume activity of FP in RCW is within the limits*

of  $n \cdot 10^7 - n \cdot 10^{11}$  Bq/m<sup>3</sup>, and TUE within the limits of  $n \cdot 10^4 - n \cdot 10^8$  Bq/m<sup>3</sup>. It is showed that the seasonal variation of concentration of uranium and by volumes activity of radionuclides in RCW can make sizes to one order. Correlations between activity <sup>137</sup>Cs/<sup>90</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr/<sup>239+240</sup>Pu, <sup>241</sup>Am/<sup>239+240</sup>Pu and <sup>244</sup>Cm/<sup>239+240</sup>Pu in RCW considerably differ from similar correlations of radionuclides in fuel-carrying materials of object «Ukryttya». In the period of supervisions of 1996 – 2015 there was steady line of multiplying the concentration of uranium and by volumes activity radionuclides in most accumulation of RCW in the apartment 001/3.

For the estimation of nuclear and radiation safety of accumulations of RCW it is necessary to know not only gross maintenance of uranium but also his isotopic composition, in particular mass of <sup>235</sup>U. Table of contents of isotopes of uranium in RCW of object «Shelter» was determined by mass-spectrometer and  $\alpha$ - spectrometric measuring of isotopes of uranium, RCW abstracted from tests. Mass of uranium <sup>235</sup>U and <sup>236</sup>U in the samples of RCW of apartment 001/3 make 0,91 – 1,05 % and 0,175 – 0,212 %, that well comports with the calculations values for the middle burning down of fuel of 4th block of ChNPP.

## **ПОБУДОВА АДАПТИВНОГО МЕНЮ ТАКТИЛЬНО-ЗВУКОВОЇ МНЕМОСХЕМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПНОГО СЕРЕДОВИЩА ЛЮДЯМ З ВАДАМИ ЗОРУ**

Панфьоров О.В.



В тезах розглянуто метод побудови адаптивного меню для забезпечення доступу до інформації людей з вадами зору. З огляду на специфіку сприйняття типовий підхід структурованої передачі інформації необхідно доповнити. Тестування розробленого підходу було проведено на створеній натурній моделі тактильно-звукової мнемосхеми, що є необхідним атрибутом доступного середовища сучасного міста.

Мнемосхема так само як і піктограма або табличка з тактильними буквами це один з видів показчиків для людей з вадами зору - об'ємні

таблички зі схемами розташування офісів, кабінетів і необхідними приміщеннями в конкретному будинку, прилеглої території, автобусної зупинки або перехресті. Опитування людей зі слабким зором свідчать, що це найбільш затребувані покажчики для людей з вадами зору.

Мнемосхема дозволяє людям з інвалідністю значно простіше орієнтуватися в будівлі або на території об'єктів, зупинках і завдяки їй вони зможуть самостійно дістатися до необхідного об'єкту. Однак, схема має значний недолік, що полягає у значному збільшенні площі схеми при збільшенні корисної інформації, через великий розмір букви шрифтом Брайля – 2.5x10мм.

Додатковим каналом передачі інформації зазвичай стають аудіоповідомлення. Пристрій, що поєднує обидва підходи – тактильно-звукова мнемосхема, що може надати значну кількість інформації забезпечуючи зручність у користуванні та відносно малий розмір.

Для вирішення проблеми зручності користування тактильно-звуковими пристроями навігації пропонується впровадження технології адаптивного меню, що буде підлаштовуватись до потреб користувачів.

Таким чином, більш релевантна та затребувана інформація буде надаватись користувачам швидше, тоді як дані з низькою частотою запитів будуть розміщені після.

Існують рішення для представлення матеріалу підручника у вигляді структурованого дерева, що надає можливість більш швидкої навігації між розділами книги. На рисунку 1 наведено приклад такої структури. Для користувача типового дисплею Брайля читання книги може бути виключно послідовним, з можливістю переходу між сторінками або через зміст документу. Структуроване дерево матеріалу дозволить користувачу прогортати книгу до необхідної частини, з точністю до абзацу, виконувати пошук за ключовими словами, тощо.

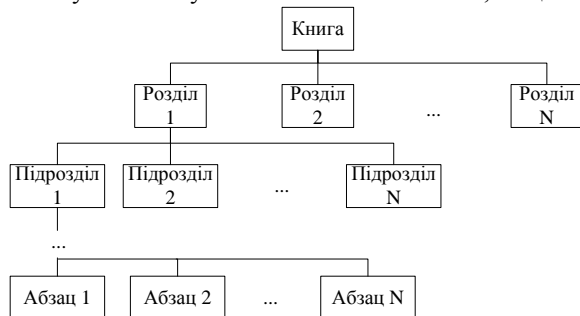


Рисунок 1 – Структуроване дерево матеріалу підручника.

Розробка програмного забезпечення, здатного до генерації подібних структур відкриває нові можливості в різних сферах застосування, у тому числі і для тактильно-звукових мнемосхем. Більш простим рішенням поставленої задачі може стати голосове меню, що базується на



структурованому дереві матеріалу. Користувач, що працює з пристроєм виведення отримує голосові повідомлення, що доповнюють прочитаний ним текст. Одним із варіантів вирішення поставленого завдання є представлення кожного блоку інформації у вигляді аналогічного структурованого дерева, кожен з вузлів якого може бути охарактеризовано використовуючи наступні параметри:

- Кількість зв'язків з іншими вузлами ( $n$ )
- Список цих зв'язків ( $ZB[n]$ )
- Тривалість звукового файлу ( $t$ )
- Кількість запитів до вузла ( $k$ )
- Кількість кроків для переходу у вузол з кореневого вузла ( $s$ )
- Рівень меню ( $l$ )

З вищезазначених параметрів будується формула розрахунку коефіцієнта значущості вузла ( $K$ ). Значення цього коефіцієнту визначає порядок виведення вузлів в межах одного рівня, а також дублювання вузла у найвищому рівні меню, розділ «Найчастіші запити». Користувач також отримуватиме голосові повідомлення про дані, що можуть його зацікавити з огляду на вузли, що було відтворено. Оскільки тактильно-звукові мнемосхеми розташовано у місцях загального доступу, авторизація не є можливою, тому зібрані про сеанс використання дані матимуть усереднений характер.

$$K = \frac{n * k}{l}$$

Окрім застосування в пристроях виведення, адаптивне голосове меню може використовуватись в пристроях, що не мають дисплеїв для виведення тексту шрифтом Брайля, або друкованих схем. Серед таких пристроїв більшість застосовується в рамках проектів щодо безбар'єрного середовища для людей з інвалідністю:

- Навчальні пристрої;
- Аудіопристрої;
- Побутові прилади.

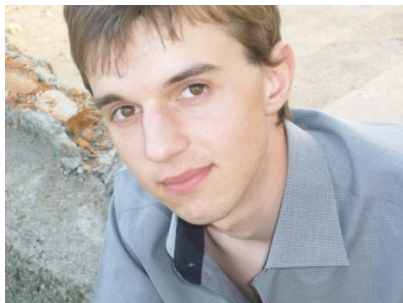
Голосове меню, наряду із структурованим деревом матеріалів застосовуються в пристрої для спрощення взаємодії користувача з приладом. Звукові повідомлення роз'яснюють користувачу, яких дій необхідно ужити для виконання тих чи інших задач, таких як налаштування гучності пристрою, тощо. Голосове меню дозволить виключити необхідність сторонньої допомоги, адже користувач буде спроможний самостійно взаємодіяти з приладом, отримуючи необхідну інформацію.

Впровадження розробленого рішення заплановано на виготовлених прототипах тактильно-звукових мнемосхем, приклад якої зображено на рис.2



# РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ МИТТЄВИХ РАДІОАКТИВНИХ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ВІД ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА, ТА ЇЇ ПОРІВНЯННЯ З ІСНУЮЧИМИ МЕТОДАМИ РОЗРАХУНКУ

М.В. Пашинов, А.О. Сізов, А.О. Холодюк



М.В. Пашинов

Представлена модель розрахунку викиду радіоактивних аерозолів в атмосферу, розроблена на базі моделі Гауса. Модель розраховувалась і програмувалась в програмному комплексі Matlab. Результати розрахунків розробленої програми порівнювались з отриманими даними програми Hotspot. При моделюванні використовувались підходи, аналогічні з підходами, що використовуються в програмі Hotspot. Нова модель дає оцінку викидів аналогічну програмі Hotspot, але в своєму комплексі має функції, які в програмі Hotspot недоступні. Зокрема це – можливість знаходження максимальних значень щільності поверхневого забруднення, поглиненої дози, часового інтегралу об'ємної активності; отримання точних даних в визначених точках; збереження результатів розрахунків роботи в тих форматах, які необхідні (підтримка більш ніж 10 форматів, для збереження результатів).

Результати розрахунків нової моделі порівнювались з результатами отриманими за програмою Hotspot на прикладі  $^{238}\text{U}$ , задаючи однакові параметри.  $^{238}\text{U}$  був вибраний з тих міркувань, що його дозовий коефіцієнт співпадає з дозовим коефіцієнтом суміші радіонуклідів зруйнованого 4-го енергоблоку ЧАЕС в перерахунку на 2017 рік. В результаті розрахунків було отримано однакові значення для всіх параметрів, що визначаються. Це вказує на правильність виконання моделі і можливість її використання для майбутніх розрахунків.

Суттєвою перевагою цієї моделі є можливість на базі моделі для розрахунків миттєвих викидів, розробити моделі для розрахунків короточасних і постійних викидів, аналогів яких на даний момент не існує. Це є нагальним питанням, вирішення якого дасть змогу розширити функціональні можливості даної програми, а також підвищити комфортність проведення розрахунків і обробки їх результатів, які стосуються оцінки викидів, як короточасних так і постійних

## **Інформація про авторів:**

М.В. Пашинов, А.О. Сізов, А.О. Холодюк - Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, м. Чорнобиль

[pachinov01@gmail.com](mailto:pachinov01@gmail.com)

[asizov@gmail.com](mailto:asizov@gmail.com)

[kholodyuk.andriy@gmail.com](mailto:kholodyuk.andriy@gmail.com)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*Abstract. Development of mathematical models instantaneous radioactive emissions from a point source, and its comparison with existing methods of calculation.*

*The article contains a description of the models for calculating emissions of radioactive aerosols in the atmosphere. The most effective model calculations of emissions of radioactive aerosols in the atmosphere are Gaussian model. It is the most practical and engineering calculations has sufficient accuracy assessment.*

*As an example of gender calculate emissions of radioactive aerosols in the atmosphere. Comparison estimate emissions of new model developed based software system Matlab, a program used to estimate emissions Hotspot was performed using radioactive element  $^{238}\text{U}$ , because the dose rate matches the dose ratio mixture of radionuclides destroyed 4th power unit Chernobyl. These two programs show the same result. In contrast Hotspot program, developed a new model has a number of new features to the program Hotspot is not available. It has the following features: an easier way to input more flexible calculation, accurate data in certain points, obtaining maximum values of emission estimates the time integral of volume activity, Save A new model made it possible to start developing more complex models to calculate not only instant but short-term and permanent reductions.*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ БИОТЫ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Юлия Пилькевич, Георгий Розоринов

### **Введение**

Как известно, рыба и морепродукты являются важнейшими компонентами пищи человека. Они имеют огромное значение как источники белков, жиров, минеральных веществ, а также содержат такие физиологически важные элементы, как калий, кальций, магний, железо, фосфор и комплекс необходимых для организма человека витаминов. По оценкам государственной статистики, потребление рыбы и

морепродуктов в Украине на душу населения значительно отстает от уровня международных медицинских норм. На одного среднестатистического украинца 15 лет назад ежегодно приходилось 18,5–20 кг выловленной и выращенной рыбы. Этот показатель приближался к потребительской норме. В 2001 г. на душу населения в нашей стране приходилось лишь 10 кг рыбы (в середине 90-х гг. объем ее ежегодного потребления составлял 3–4 кг). Для сравнения: потребление рыбы и морепродуктов на одного человека в Испании – около 40 кг, в Португалии – около 50 кг, в Японии – около 70 кг [1, 2].

Основными факторами низкого уровня потребления рыбы в Украине являются:

- низкий уровень покупательской способности на фоне роста цен на основные виды потребляемой рыбы;
- недостаточное использование внутренней инфраструктуры отечественного рыбного рынка;
- продолжающееся сокращение вылова рыбы и морепродуктов в мировом океане. По мнению экспертов, в Украине вылов рыбы сокращается ежегодно на 14%, а темпы падения вылова в самое ближайшее время достигнут 25%;
- нерациональное использование имеющихся производственных площадей;
- несовершенство налогообложения отечественных производителей;
- несоответствие украинских и европейских стандартов по безопасности продукции;
- наличие теневого рынка (по оценкам специалистов, около 60%);
- низкая безопасность инвестиций, что влечет за собой недостаточное инвестирование в рыбную отрасль в целом;
- общая экономическая ситуация в стране и другие причины.

Исходя из этого, можно твердо сказать, что Украина по-прежнему остается импортозависимым государством на рынке рыбы, и эта тенденция может сохраниться и в будущем.

В связи с этим в Украине необходимо развивать рыбное хозяйство. К сожалению, в настоящее время вопросу промышленного разведения рыбы во внутренних пресных водоемах уделяется очень мало внимания.

### **Основная часть**

Прудовое рыбоводство – это подотрасль рыбного хозяйства, которая обеспечивает выращивание товарной рыбы в прудах, небольших озерах и других малых водоемах для снабжения населения живой или охлажденной рыбой.

Прудовое рыбоводство относится к экстенсивным видам рыбоводства. Возможности регулирования условий выращивания рыбы в прудах ограничены. На результатах выращивания сильно сказываются погодные условия (перегрев или низкие температуры), резкие колебания концентрации кислорода в воде пруда в зависимости от количества водорослей, ветра, температуры.

В водоемах другого типа занимаются разведением рыбы, которой необходима обогащенная кислородом проточная вода, которая прогревается летом до 15-18°C. Это, например, радужная форель, паляя и другие виды. Тепловодные и холодноводные прудовые хозяйства могут быть как полносистемными так и неполносистемными.

1. Полносистемные хозяйства выращивают рыбу со стадии икринки до стадии товарной рыбы (или производителей).


2. Неполносистемные хозяйства содержат производителей, инкубируют полученную от них икру, подращивают личинок до стадии сеголеток и продают их для дальнейшего выращивания (т.е. это хозяйства – рыбопитомники). Помимо этого, такие хозяйства выращивают сеголеток, купленных в других питомниках, до товарного состояния и затем продают их (нагульные хозяйства).

У рыб по месту обитания и отношению к окружающим условиям выделяют такие экологические группы: пресноводные проходные, солоноватоводные и морские. Пресноводные рыбы (около 8,3 тыс. видов) всю жизнь проводят в пресной воде. Среди них выделяют:

- реофильные, обитающие в текучей воде (форель, хариус, маринка);
- лимнофильные, предпочитающие стоячие водоемы (карась, линь, красноперка);
- общепресноводные, обитающие как в стоячей, так и в текучей воде (осетр, щука, окунь, плотва, густера, синец).

Во внутренних водоемах Чернобыльского региона формирование поголовья выращиваемой рыбы в основном складывается из таких видов, как белый и пестрый толстолобик, карп, белый амур, судак, сом, карась (табл. 1–3).

Таблица 1. Характеристика видов рыб

Виды рыб		Естественная кормовая база	Рыбопродуктивность, кг/га
	Белый толстолобик	Фитопланктон (растительный)	300
	Пестрый толстолобик	Зоопланктон (животный)	100
	Карп	Бентос (донные организмы)	200
	Белый амур	Водная растительность	100


	Судак	Сорная (мелкая рыба)	100
--	-------	-------------------------	-----

Таблица 2. Характеристика карпа








Карп – основной объект прудового рыбоводства		
	Чешуйчатый	Теплолюбивая рыба, хорошо растет при температуре 22–29°C. Питается донными организмами и искусственными кормами. Размножается при температуре 16–20°C. Созревает в возрасте 4–5 лет. Плодовитость 450–900 тыс. икринок. Максимальная длина тела 100 см, масса 20 кг (до 45 кг). Карп изменчив по форме тела, окраске, виду чешуйчатого покрова. Наряду с обычным типом (чешуйчатый) может быть разбросанным, линейным и голым.
	Разбросанный	
	Линейный	
	Голый	

Таблица 3. Характеристика видов рыб

Добавочные объекты прудового рыбоводства	
	Неприхотливая рыба. Может обитать в заросших, заиленных водоемах. Питается зоопланктоном, фитопланктоном, бентосом, мягкой водной растительностью. Растет медленно. Сеголетки достигают массы 15 г, двухлетки –150 г, трехлетки –300 г. Максимальная длина 45 см, масса 1 кг. Рыбодуктивность прудов за счет карася можно увеличить на 100-150 кг/га. Созревает в возрасте 2–7 лет. Плодовитость до 400 тыс. икринок. Чрезмерное размножение карася в пруду следует регулировать с помощью рыб-мелиораторов: судака или сома европейского.
	Судак - обитатель водоемов с чистой водой и достаточным содержанием в ней кислорода. Растет быстро: сеголетки 30–40 г, двухлетки 350–400 г, трехлетки до 1 кг. Максимальная длина 120 см, масса 12 кг (до 20 кг). Созревает в возрасте 3–4 лет. Нерестится при температуре 15°C. Плодовитость до 1 млн. икринок. За счет судака можно увеличить продуктивность прудов до 100–150 кг/га. Выступает естественным санитаром.

 <p>Сом европейский</p>	<p>Сом теплолюбив. Может нагуливаться в небольших по площади прудах. Хорошо переносит неблагоприятные условия выращивания и пересадку из одного пруда в другой. Быстро растет (сеголетки 50–100 г, двухлетки 400–1000 г, трехлетки 3–3,5 кг). Питается сорной рыбой, лягушками, головастиками, пиявками, водными насекомыми и их личинками. Рыбой начинает питаться при длине 3–5 см. Устойчив к заболеваниям. Плодовитость самок 10–20 тыс. икринок на 1 кг веса самки. Разведение и инкубация икры в прудах относительная.</p>
---	--

Кислород в водоемах образуется за счет фотосинтеза микроводорослей в дневное время, а ночью все живые организмы его интенсивно поглощают. В прудовом хозяйстве и в бассейнах, где содержатся рыбы, желательно применять искусственную аэрацию воды.

Содержание растворенного в воде кислорода зависит от ее температуры. Так, при температуре 1°C равновесные концентрации кислорода в воде составляют 14,3 мг/л, при 5°C — 12,8; при 10°C — 11,3; при 15°C — 10,0; при 20°C — 9,0; при 25°C — 8,2 и при 30°C — 7,4 мг/л. При температуре воды, близкой к замерзанию, уровень насыщенности кислородом в два раза выше, чем при 30°C.

В условиях дефицита кислорода снижается выживаемость и скорость роста молоди рыб.

Контроль за средой обитания – важнейшее условие успешного выращивания и содержания рыб. Гидрохимический и бактериологический анализ должен осуществляться регулярно не реже 1 раза в месяц, а в критических ситуациях – ежедневно.

Водная масса в водоеме не однородна по глубинам и по площадям, застойные зоны могут сильно отличаться от областей с высокой проточностью.

Как показывает статистика, около 90% всех случаев гибели рыбы в рыбхозах вызвано нарушениями кислородного режима, 5% являются следствием токсикозов, и 5% вызвано заболеваниями. Концентрация кислорода в природных водоемах обычно колеблется в течение суток. Самое низкое содержание – ранним утром, когда растения в водоеме еще не начали вырабатывать кислород, а запасы его за ночь сократились.

Наиболее чувствительны к кислороду холодноводные рыбы: лососевые, сиговые, осетровые, а также окунь, судак, другие хищные рыбы. Наименее требовательны – карась, линь, карп. Зона физиологического комфорта для большинства видов рыб – от 70% до 100% от нормального насыщения. Если содержание кислорода ниже, рыба хуже растет, менее продуктивно использует корма, снижается ее физиологическая активность.



Все рыбы чувствительны к изменениям **температуры**. Температура воды воспринимается рыбами с помощью терморцепторов (свободных нервных окончаний), расположенных в поверхностных слоях кожи. Небольшие отклонения в температуре воды могут изменить пути миграций и сроки нереста рыб. Костные рыбы способны различать перепады температур в  $0,4^{\circ}\text{C}$ .

Рыбы являются пойкилотерными животными, и температура их тела близка к температуре окружающей среды. У большинства видов она на  $0,5\text{--}1^{\circ}\text{C}$  выше температуры воды.

В зависимости от пределов температур рыб разделяют на:

- теплолюбивых (сазан, линь, кефаль и др.);
- холодолюбивых (лосось, форель, сиг, навага и др.).

Каждому виду свойственны предельные и оптимальные температуры воды. Например, для карася нижняя предельная температура составляет  $0^{\circ}\text{C}$ , верхняя –  $30^{\circ}\text{C}$ , оптимальная –  $25^{\circ}\text{C}$ .

Температура влияет на время и продолжительность созревания половых продуктов, сроки нереста, длительность инкубационного периода икры и т.д.

У рыб нерест обычно наступает при определенной температуре. Так, судак начинает размножаться при температуре  $17\text{--}18^{\circ}\text{C}$ , налим – при  $0,2\text{--}4^{\circ}\text{C}$  и т.д. Большое влияние оказывает температура воды и на выживание икры,

Рыбы воспринимают в воде **звуки** в диапазоне от 5 Гц до 15 кГц, ультразвуки рыбами не воспринимаются. Рыбы издаю звуки разной тональности. В зависимости от того, для чего звуки им служат, характер звучания меняется: одни звуки рыбы издаю при питании, другие при движении, есть звуки испуга и т. д.

Рыбы способны воспринимать изменения **электрического поля** в воде. В зависимости от напряженности электрического поля у рыб наблюдаются несколько вариантов реагирования:

- пороговая реакция (рыба вздрагивает при включении и выключении тока);
- реакция возбуждения (рыба проявляет беспокойство и стремится выйти из электрического поля);
- анодная реакция (рыба поворачивается головой к аноду и плывет по направлению к нему);
- электронаркоз (рыба теряет подвижность, при увеличении напряженности поля и гибнет).

Способность рыб реагировать на электрическое поле используется для управления поведением рыб при создании электрозаградений, а также при организации электролова.

Классические методы и средства контроля параметров биоты пресных водоемов (рис. 1) обладают рядом существенных недостатков, а именно:



Рис.1. Методы анализа параметров биоты пресных водоемов

- несистематичностью контроля информационно важных параметров;
- низкой точностью контроля параметров;
- большим объемом ручных операций;
- необходимостью знания математических основ метода;
- низкой интерпретируемостью результатов;
- необходимостью использования дополнительного обслуживающего персонала.

Недостатки известных методов могут быть устранены при автоматизированном способе получения и обработки информативных параметров за счет использования современных информационных технологий и разработки методов, ненаблюдаемых в рыболовной среде [3].

На рис. 2 показана предлагаемая структурная схема процесса получения отобранных для анализа параметров биоты и предпочтительный алгоритм их обработки.

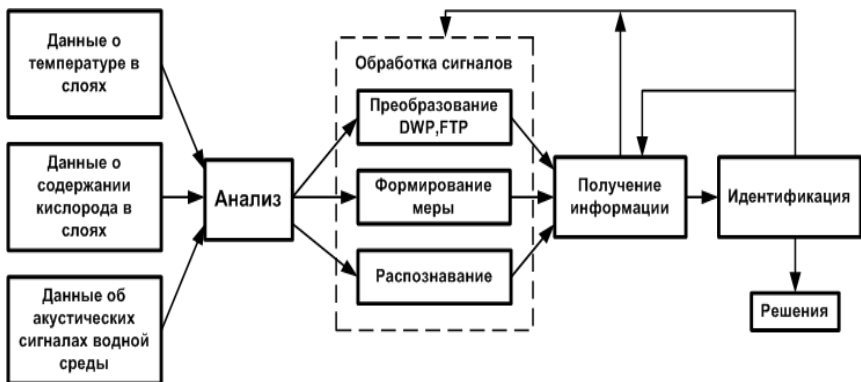


Рис. 2. Общая схема процесса идентификации состояния биоты

В процессе измерений выделяют задачу обработки данных, собственно задачу получения информации и задачу управления процессом измерения и выдачи рекомендаций на управление биотой водоема.

Для исследования характера распределения температуры в водных слоях и обоснования минимально необходимого количества датчиков была разработана и изготовлена восьмиканальная подсистема измерения температуры. Основными узлами подсистемы являются восьмиразрядный АЦП типа AD-7715-5 и микроконтроллер серии AVR.

Задача контроля параметров биоты и охраны водоема выполнена по схеме преобразования звукового сигнала с помощью датчика и стандартной звуковой карты.

В процессе экспериментальных исследований установлена линейная зависимость температурных изменений в водных слоях. Поэтому достаточно было измерять температуру в трех точках: верхняя, средняя и нижняя. Верхняя и нижняя точки выбирались на расстоянии 50 см от верхнего и нижнего уровней воды.

Также выявлена непригодность полупроводниковых датчиков температуры в условиях водоема по причине их быстрого зарастания. Кроме того в них появлялась случайная погрешность, которую невозможно идентифицировать из-за интегрального исполнения датчика.

В связи с этим в разработанной схеме использован оригинальный датчик температуры. Чувствительным элементом датчика служит термочувствительный сердечник индуктивной катушки. При изменении температуры изменяется магнитная проницаемость сердечника, а следовательно, индуктивность катушки.

Для построения подсистемы оценки кислородного режима водоема достаточно контролировать кислород в трех точках. Индикатором растворенного кислорода выбран датчик типа 3830 (рис. 3).



Рис. 3. Внешний вид датчика растворенного кислорода

Принцип действия датчика – оптический. Он измеряет с высокой точностью, радиус действия 6000 м. Имеет стандартный цифровой интерфейс RS 232C.

Преимущества данного датчика перед электрохимическими:

– почти полная нечувствительность к внешнему загрязнению и обрастанию;

– минимальное влияние давления;

– невосприимчивость к мутности (он не поглощает кислород).

На рис. 4 показаны схема установки измерительных средств и система связи с управляющим комплексом.

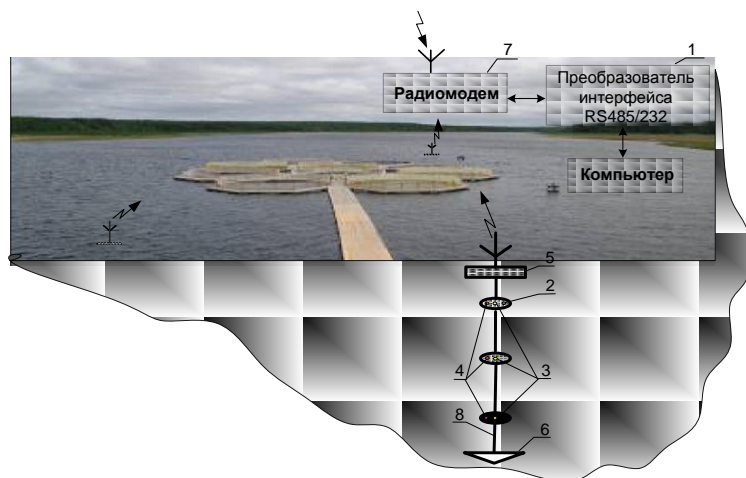


Рис. 4. Схема установки измерительных средств: 1 – преобразователь интерфейса; 2 – акустический датчик; 3 – датчик концентрации кислорода; 4 – датчики температуры (верхний, средний, нижний); 5 – радиобуй; 6 – якорь, 7 – радиомодем; 8 – кабель передачи и крепежный трос

Линия связи с измерительными устройствами, расположенными на понтонах – кабельная, а от устройств, расположенных в водоеме – беспроводная. Всего рыбопитомник может содержать до пяти и более водохранилищ. Сбор данных осуществляется в такой последовательности. Сигнал с датчика поступает на вход модуля ввода-вывода, который в определенные моменты времени выполняет первичную его обработку [4, 5]. После этого модуль ввода-вывода по запросу от ведущего контроллера формирует информационную последовательность о параметрах сигнала. Контроллер анализирует информацию, полученную от всех модулей, и выдает управляющие сигналы в зависимости от настроек. Параллельно с этим контроллер формирует информационный пакет, в котором собраны данные, интересующие рыбовода, и выдает их на компьютер, то есть, на пульт контроля.

### **Выводы**

1. Обоснован выбор датчиков для пресных водоемов, обеспечивающий критерий минимизации контролируемых параметров при максимуме информативности.
2. Предложена структура информационно-измерительной системы контроля биоты водоема с ненаблюдаемым в водной среде интерфейсом и беспроводной линией связи.
3. Разработан способ установки датчиков контроля параметров в рыбоводной среде.

### **Литература**

1. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – ИЭВБ РАН, Тольятти, 2003. – 463 с.
2. Соломичев Р.И. Разработка математической модели измерителя /Р.И. Соломичев // Известия Южного федерального ун-та. Технические науки. – №5(142). – 2013. – С. 75 – 96.
3. Ларин В.Ю. Концепции профессионального проектирования приборов и систем: учебник: в 2-х книгах. Книга 1. / В.Ю. Ларин, Е.Ю. Ларина, Я.А. Савицкая, Г.Н. Розоринов, Е.Е. Федоров, Н.И. Чичикало. – К.: Кафедра, 2016. – 468 с.
4. Олексенко П.Ф. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах / П.Ф. Олексенко, В.В. Коваль, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, О.О. Скопа. – К.: Наукова Думка, 2014. – 152 с.
5. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 992

## **Authors' Information:**

**Julia Pilkevich** – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute", Ukraine;

e-mail: lulya-kiev@yandex.ru

Major Fields of Scientific Research: Automated System Life Circle Models, System Analysis, Electroacoustics;

**Heorhii Rozorinov** – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute", Ukraine;

e-mail: hnroz@ukr.net

## **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

### ***AUTOMATED CONTROL SYSTEM BY THE BIOTA PARAMETERS OF THE CHERNOBYL REGION FRESH BASINS***

*Julia Pilkevich, Heorhii Rozorinov*

**Abstract:** *It is rotined that one of major tasks in the modern terms of development of Ukraine economy there is creation of the information-measuring system of determination of the biota state of fresh basins, which provides the receipt of commodity fish of high quality set type. The choice of sensors for fresh basins, providing the criterion of controlled parameters minimization at a maximum of information, is grounded. The structure of the information-measuring control system of biota basin is offered with a no-observed in a water environment interface and off-wire flow line. The method of sensors setting of parameters control is developed in a piscicultural environment.*

**Keywords:** *biota, fresh basin, information-measuring system, fish, sensor*

### **ЗБІРНИЙ КОНТЕЙНЕР ДЛЯ БЕЗПЕЧНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ РАДІОАКТИВНИХ УЛАМКІВ 4 РЕАКТОРА ЧАЕС**

Протасевич Олег

Керівник: Чичикало Ніна

**Анотація.** На сьогоднішній день актуальною є проблема ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, а саме утилізація високорадіоактивних уламків четвертого енергоблоку з застарілого об'єкту "Укритие", далі, з розробленої компанією "NOVARKA" та встановленої ізоляційної арочної

споруди "New Safe Confinement", в якій передбачено напрямні для підйомного механізму. Об'єктом дослідження у даній статті є метод упакування радіоактивних уламків енергоблоку (далі – уламків) для їх подальшого безпечного транспортування за межі ааточної споруди та утилізації.

В ролі середи моделювання використано САПР "Autodesk Inventor"

Упакування уламків відбувається у 5 етапів:

– Розміщення поблизу уламку нижньої частини контейнеру (рис. 1);

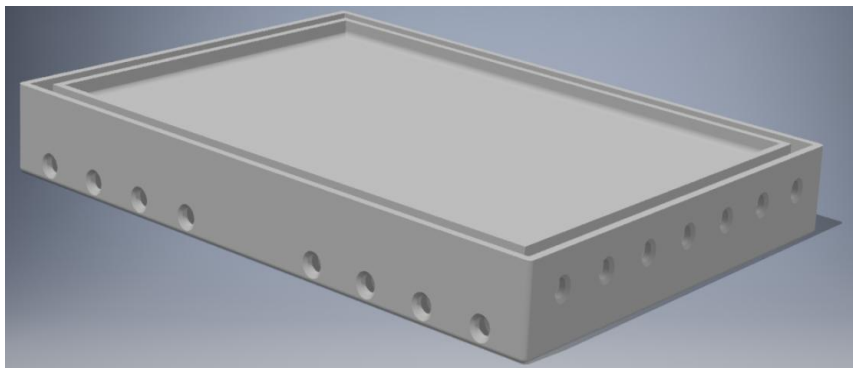


Рис. 1. Нижня частина контейнеру

– Розміщення уламку на нижній частині контейнеру;

– Встановлення бічних стінок у спеціальні пази (рис. 2,3);

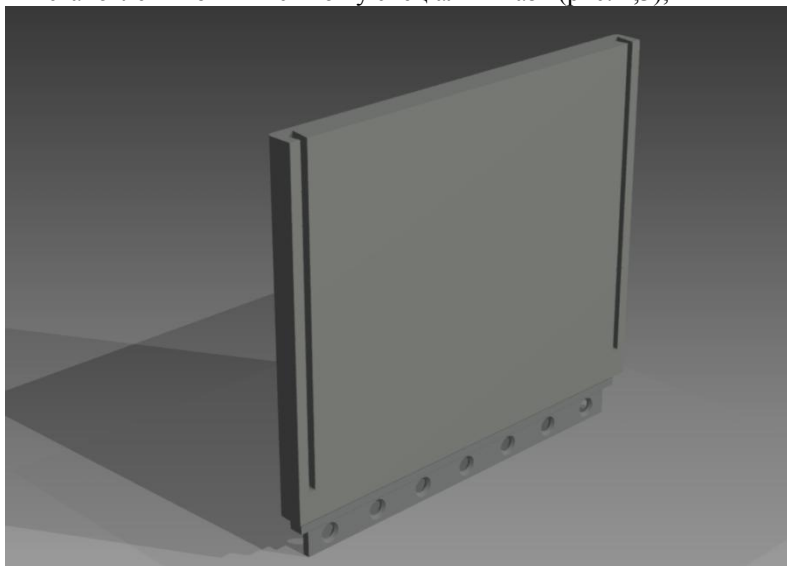


Рис. 2. менша бічна стінка контейнера

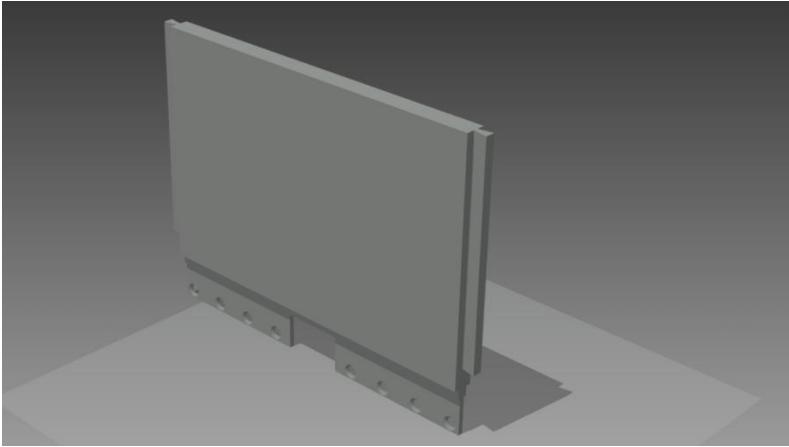


Рис. 3. більша бічна сторона

– Закріплення бічних стінок у нижній частині за допомогою стержнів (рис. 4);



Рис. 4. закріплювальний стержень

– Заповнення пустот контейнера бетонним розчином за допомогою бетононасосу та системи бетоноводних гофрованих труб [1].

Модель контейнеру у розібраному стані зображено на рис. 5



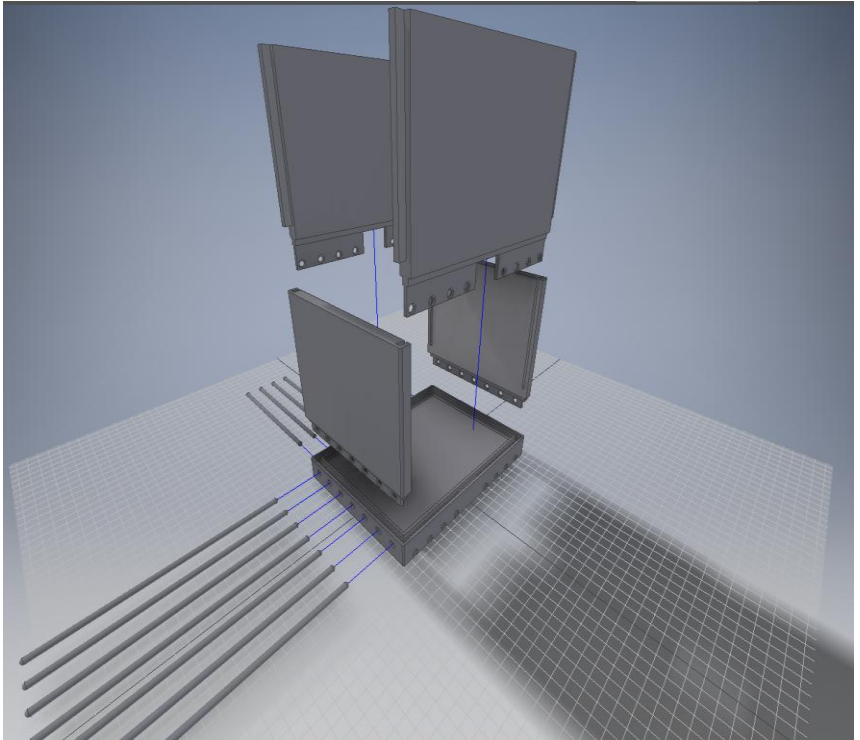


Рис. 5. контейнер у розібраному стані

Модель контейнеру у зібраному стані зображено на рис. 6

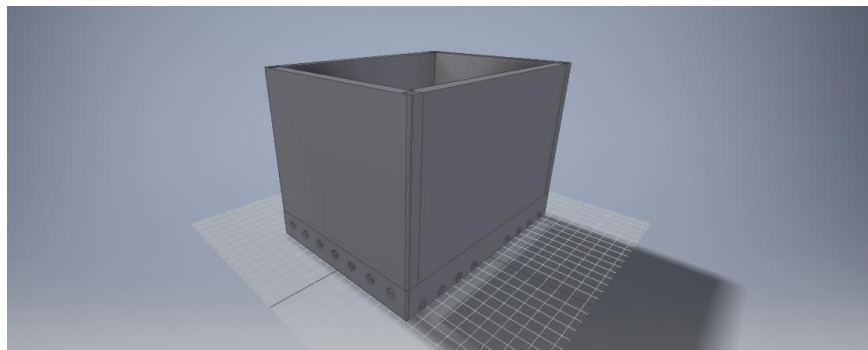


Рис. 6. контейнер у зібраному стані

Матеріал конструкції оберемо відповідно до 3 вимог:  
 – рівень фізичного захисту від гамма-випромінювання;  
 – відносно невисока ціна;  
 – простота в обробці.

Для визначення рівня фізичного захисту наведемо порівняльну таблицю (табл. 1) [2].

Таблиця 1

**Порівняння матеріалів за рівнем фізичного захисту від гамма випромінювання**

<b>Матеріал</b>	<b>Шар половинного послаблення, см</b>	<b>Щільність, г/см<sup>3</sup></b>	<b>Маса 1 см<sup>2</sup> шару половинного послаблення, г</b>
Збіднений уран	0,2	19,1	3,9
Свинець	1,8	11,3	20
Сталь	2,5	7,86	20
Бетон	6,1	3,33	20
Злежаний ґрунт	9,1	1,99	18
Вода	18	1,00	18

Деревина	29	0,56	16
Повітря	15000	0,0012	18

Як бачимо, найкращі параметри фізичного захисту наявні у збідненого урану, але враховуючи такі параметри як ціна, простота виготовлення, можливість співпраці з електромагнітними системами обрано сталь. Для усунення повітряних прошарків заповнимо контейнер бетонним розчином. Після застигання бетонного розчину контейнер є достатньо безпечним для недовготривалого переміщення за межі арочної споруди та утилізації за існуючими міжнародними стандартами.

### Перелік посилань

1. Nеrudr.ru – Как работает бетононасос – [Електронний ресурс] – [http://nеrudr.ru/staty/kak\\_rabotaet\\_betononasos.php](http://nеrudr.ru/staty/kak_rabotaet_betononasos.php)
2. Гончаренко Е. Н., Кудряшов Ю. Б. Химическая защита от лучевого поражения- М.: Изд-во МГУ, 1985

## **СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ДИСТАНЦІЙНОМУ ЗОНДУВАННІ ЗЕМЛІ.**

П'янило Ярослав, П'янило Галина

В праці досліджено існуючі та побудовано нові методи розв'язування задач оброблення цифрової інформації. Отримані теоретичні результати використані для розв'язування задач ідентифікації сигналів та фільтрації мультиплікативних шумів.

Суть спектральних методів розв'язування задач полягає в представленні відомих функцій та шуканих розв'язків ортогональними рядами в деяких базисах та побудові алгоритмів для обчислення коефіцієнтів цих рядів (узагальнених спектрів).

Порівняльний аналіз спектральних методів в базисах Фур'є, Хаара та Уолша показав, що часто задовольняються не всі критерії, які ставляться до розв'язків сформульованих задач. Тому в літературі розвиваються спектральні методи в інших ортогональних базисах – Якобі, Чебишева–Лагерра, Ерміта тощо.

Спектральні методи дають можливість розв'язувати задачі в тому випадку, коли функції, що входять в математичну модель опису фізичного процесу, зображаються збіжними рядами за даним базисом. Серед спектральних базисів заслуговують на увагу базиси многочленів Якобі  $P_n^{(\alpha, \beta)}(x)$  та Чебишева-Лагерра  $L_n^\lambda(t)$ , де  $\alpha > -1$ ,  $\beta > -1$  – вільні

параметри,  $n$  – порядок многочлена, ( $\lambda > -1$ ,  $t \in [0, \infty)$ ). Перетворення Чебишева-Лагерра узагальнено наступним чином  
Нехай

$$f_n = \int_0^\infty t^{\nu\lambda + \nu - 1} e^{-\mu t^\nu} L_n^\lambda(\mu t^\nu) f(t) dt,$$

де  $\mu > 0$ ,  $|\nu| < \infty$ ,  $\nu \neq 0$ . Тоді  $f(t)$  буде обчислюватися за формулою

$$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{n! f_n}{\Gamma(n + \lambda + 1)} L_n^\lambda(\mu t^\nu).$$

Багато прикладних задач (зокрема обробки інформації, лідарні рівняння і т.п.) зводяться до інтегральних рівнянь типу згортки. При цьому вхідні дані задаються в дискретному виді.

В праці побудовано алгоритм розв'язання інтегральних рівнянь

$$\alpha f(t) + \mu \int_0^t k'(t-\tau) f(\tau) d\tau = y(t), \quad \mu \int_0^t k(t-\tau) f(\tau) d\tau = y(t)$$

в базисі Чебишева-Лагерра  $L_n^\lambda(t)$ ,  $\lambda > -1$ . Тут  $\alpha, \mu$  – деякі сталі,  $f(t)$  – шукана функція,  $k(t)$  – ядро рівняння. Вважається, що функції, які входять в інтегральні рівняння (5.23) і (5.24) задовольняють умови, що дозволяють зобразити їх рядами Фур'є-Лагерра. Відновлення шуканого розв'язку зводиться до визначення невідомих коефіцієнтів  $f_n$ .

### **Використання спектральних методів в дистанційному зондуванні рослинності.**

Шляхом дистанційних спектрометричних зйомок можна виявити певні відхилення в спектрах відбиття рослин від їх фонових значень. Це дає можливість проводити картування ділянок рослинності з аномальними спектральними характеристиками, знаючи дані наземних звірково-калібрувальних робіт. Виконання таких задач вимагає розробки ефективних методів обробки спектрів відбиття рослин, отриманих при дистанційних зйомках. Для вирішення цих задач використовується алгоритм апроксимації функції ортогональними рядами.

Відбитий сигнал апроксимуємо  $N$ -ою частинною сумою ряду

$$\varphi(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\varphi_n}{r_n} u_n(x), \quad x \in [a, b],$$

де многочлени  $u_n(x)$  ортогональні на проміжку  $[a, b]$ . Відомо, що  $N+1$ -ий ортогональний многочлен має  $N+1$  дійсний корінь, який належить до проміжку ортогональності. Тоді для обчислення узагальнених

спектрів  $\varphi_n$  має місце оптимальна в  $L_2$  квадратурна формула

$$\varphi_n \square \sum_{j=0}^N \rho_j^2 u_n(x_j) \varphi(x_j),$$

де  $x_j$  - корені рівняння  $u_{N+1}(x_j) = 0$ , а  $\rho_j^{-2} = \sum_{i=0}^N u_i^2(x_j)$ . і функція  $\varphi(x)$

подається ортогональним рядом за даними многочленами

### **Обернення одновимірної вольтеррівської згортки.**

Багато прикладних задач (зокрема обробки інформації, лідарні рівняння і т.п.) зводяться до інтегральних рівнянь типу згортки. При цьому вхідні дані задаються в дискретному виді. На базі побудованих алгоритмів апроксимації побудовано методи розв'язування наступних рівнянь

$$\alpha f(t) + \mu \int_0^t k'(t-\tau) f(\tau) d\tau = y(t),$$

$$\mu \int_0^t k(t-\tau) f(\tau) d\tau = y(t).$$

в базисі Чебишева–Лагерра  $L_n^\lambda(t)$ ,  $\lambda > -1$ . Тут  $\alpha, \mu$  – деякі сталі,  $f(t)$  – шукана функція,  $k(t)$  – ядро рівняння. Вважається, що функції, які входять в інтегральні рівняння (5.23) і (5.24) задовольняють умови, що дозволяють зобразити їх рядами Фур'є–Лагерра.

Шляхом дистанційних спектрометричних зйомок можна виявити певні відхилення в спектрах відбиття рослин від їх фонових значень. Це дає можливість проводити картування ділянок рослинності з аномальними спектральними характеристиками, знаючи дані наземних звірково–калібрувальних робіт. Виконання таких задач вимагає розробки ефективних методів обробки спектрів відбиття рослин, отриманих при дистанційних зйомках. Для вирішення цих задач використаємо побудований раніше алгоритм апроксимації функції ортогональними рядами.

### **Інформація про авторів:**

**П'янило Ярослав, П'янило Галина**- Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я.С.Підстригача НАН України, Україна, Львів, 79005, вул.Дж.Дудаєва. 15

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*In the work the existing methods are investigated and new ones are constructed for solving problems of processing of digital information. The obtained theoretical results are used for solving the problems of signals identification and filtration of multiplicative noise.*

## ТАКТИЛЬНО ЗВУКОВА МНЕМОСХЕМА ЯК ЗАСІБ НАВІГАЦІЇ НЕЗРЯЧИХ ТА СЛАБОЗОРИХ В УМОВАХ СУЧАСНОГО МІСТА

Панфьоров. О.В. Радченко К.М.



Панфьоров О.В.



Радченко К.М.

В тезах розглянуто проблему навігації людей з вадами зору в сучасних містах, де представлена велика кількість громадських місць та організацій, які постійно відвідує маса різних людей, в тому числі люди з вадами зору, або безпосередньо дана категорія людей. Представлено пристрій, який поєднує в собі як звичайний план приміщення для будь-якої людини, так і план яким можуть користуватись люди з вадами зору, не залежно від їхнього вміння читати шрифтом Брайля, та попереднього уявлення про таке приміщення.

Згідно з офіційною статистикою київського міського Центру соціальної, професійної та трудової реабілітації інвалідів, в Україні мешкає близько 70 тисяч незрячих людей. В світових масштабах ця цифра сягає 45 мільйонів, проте неофіційні джерела називають цифру в три рази більшу. І це тільки статистика тотально незрячих, а ще в рази більше слабозорих, основна частина яких, також потребує уваги та підтримки суспільства. Але це ще не все, головною проблемою є те, що лише 10% незрячих вміють читати шрифтом Брайля, який є показником грамотності серед даної категорії людей.

Напевно, не мало хто бачив, в громадських місцях тактильні схеми з описом приміщення або його планом описаним шрифтом Брайля. Але, так як не всі незрячі володіють шрифтом Брайля, то такі схеми допомагають не всім, і згідно наведеної вище статистики, лише 10% людей з вадами зору зможуть орієнтуватись за допомогою таких схем. Тим паче, такі таблички не так легко знайти у громадських місцях, якщо людина не бачить....

Для вирішення перелічених проблем було розроблено пристрій на основі даних табличок, який дозволяє за допомогою аудіо режиму надати людям з вадами зору, можливість самостійно орієнтуватись в громадських приміщеннях і з легкістю знаходити такі схеми (рис. 1).

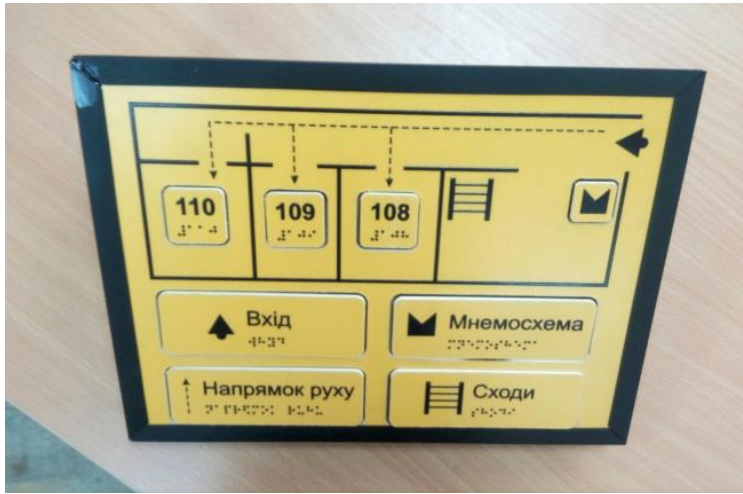


Рис. 1. Тактильно-звукова мнемосхема.

Розроблений пристрій являє собою велику тактильну схему з планом одного поверху будівлі, на якому відображені всі ключові приміщення необхідні для вільного переміщення по будинку та аварійної евакуації. Кожне приміщення на схемі, може бути позначено номером, назвою або символом, що можуть бути продубльовані шрифтом Брайля, та являються механічною кнопкою, при натисненні на яку, пристрій озвучує що знаходиться в тому чи іншому приміщенні або кімнаті. Також пунктиром позначені шляхи, якими можна дістатись до певного приміщення. Так вирішується проблема неосвіченості більшості людей з вадами зору.

Також цей пристрій має спеціальний звуковий маячок, на який зможуть орієнтуватися люди, подібний до того що знаходиться на вході в метро або залізничний вокзал.

Для того щоб мнемосхема повноцінно виконувала своє призначення, необхідно встановлювати в приміщенні спеціальну підлогу, у вигляді, наприклад, плитки зі спеціальними пухирцями, які відбиваються тростиною. Розміщена вона має бути в вигляді ліній які дублюють лінії на мнемосхемі та допомагають зорієнтуватися відповідно до неї в даному приміщенні.

Отже, розроблений пристрій - це тактильна мнемосхема призначена для відображення місця розташування об'єктів та приміщень в громадських місцях, в зручному для людей з інвалідністю по зору вигляді. Виготовляється для кожного об'єкта індивідуально шляхом розробки відповідної місцю загального користування схеми.

### **Інформація про авторів:**

**Панфьоров. О.В. Радченко К.М.-** Національний авіаційний університет, Україна

## *Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

*In the article the problem of navigating people with visual impairments in modern cities with a large number of public places and organizations that are constantly visited by many different people, including people with visual impairments, or only this category of people is described. The device that combines both conventional room plan for any person and a plan that can be used by people with visual disabilities, regardless of their ability to read Braille and preliminary idea of a room is presented.*

### **УПРАВЛІННЯ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИМИ ЗЕМЛЯМИ: МЕТОДОЛОГІЧНИЙ І ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ**

Сакаль Оксана

Управлінські рішення щодо використання забруднених територій, земель (хімічно, біологічно чи радіоактивно) приймаються, зважаючи можливість подальшого розвитку території, ризики і наслідки забруднення, а також його поширення на території. При цьому наявність забруднення не обов'язково означає неприйнятний рівень ризику. Ризик має місце за умов, коли джерело (забруднююча речовина) і вразливі рецептори (населення, природні ресурси, інші компоненти й елементи ландшафту) існують на ділянці та наявний шлях їх зв'язку, тобто є т.зв. зв'язки забруднення (pollutant linkage). Відтак розвиток території може збільшити, або спричинити, ризик через появу як нових шляхів, так і нових рецепторів, що необхідно враховувати при прийнятті управлінського рішення. Особлива роль при цьому відводиться процесу планування, що забезпечує придатність і відповідність території встановленим критеріям. Планування відбувається у кілька етапів. На першому етапі проводиться оцінка можливості використання техногенно забруднених територій. Оцінка полягає, насамперед, у виявленні історичних передумов, характеристики поточного стану та потенціалу як на досліджуваній території, так і за її межами. Насамперед оцінюються такі параметри території [1]: локація території, її устрій (включаючи план); поточне землекористування на території та прилеглих територіях; попереднє землекористування на території та прилеглих територіях за різними джерелами даних; гірничодобувна діяльність; типи забруднень, які можуть мати місце; інформація про випадки забруднення; ґрунти і геологічні характеристики; екологія та археологія; підземні й поверхневі води; розташування дозволених, стихійних і розчищених звалищ; дозволи на викиди, розміщення або добування. На основі зазначеної оцінки параметрів території формується її початкова концептуальна модель. Концептуальна модель території ілюструє потенційні зв'язки забруднення



і охоплює джерела будь-якого потенційно значного забруднення, шляхи переміщення забруднюючих речовин, рецептори, які в кінцевому рахунку зазнають впливу забруднення. При цьому не кожне джерело забруднення повинно мати зв'язок з кожним рецептором через визначені шляхи. Модель дозволяє визначити первісну оцінку ризику і повинна переглядатися на основі оновлених даних з відповідною періодичністю.

На другому етапі визначається характер і ступінь забруднення, де воно має місце, а також незабруднені ділянки за встановленими показниками оцінки, контролю, моніторингу, методів аналізу. Важливо зіставити такі дані з концептуальною моделлю території з метою повного врахування можливих зв'язків забруднення. Ризик оцінюється за багаторівневим підходом шляхом порівняння виявлених рівнів забруднення, зокрема, щодо ґрунтів, і критеріїв оцінки, встановлених уповноваженими органами державної влади, а також міжнародною спільнотою.

На завершальному етапі визначаються і вживаються чітко визначені заходи для досягнення конкретних цілей задля кінцевої мети – зменшення забруднення та мінімізація його негативних наслідків, що дозволяє подальше використання території.

Техногенно забруднені землі характеризуються еколого-економічною специфікою, що проявляється у неможливості їх господарського використання звичайними способами, небезпекою таких земель для перебування населення, а також часткове їх вилучення. Це зумовлює необхідність спеціального правового режиму техногенно забруднених земель як окремої категорії земель за основним цільовим призначенням зі встановленням відповідних спеціальних норм землекористування [2].

Наведений підхід до управління техногенно забрудненими землями в Україні, насамперед, стосується зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення як частини території, що зазнала найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, з особливою формою управління, землі якої виведені з господарського обігу і відмежовуються від суміжної території. Екологічна небезпека в зоні відчуження зумовлена не лише наявністю ядерно- та радіаційно-небезпечних об'єктів і загрозою поширення радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи на значну територію, але і ймовірністю виникнення таких катастрофічних явищ, як лісові пожежі, неконтрольоване підтоплення й осушення ґрунтів, епіфітотії та епізоотії, інших негативних процесів у навколишньому природному середовищі. Природні ресурси зони відчуження, які виконують функцію природного бар'єра на шляху розповсюдження радіоактивного забруднення за її межі, потребують постійного контролю, обслуговування і використання з дотриманням вимог радіаційної безпеки [3].

Потенціал території зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення, враховуючи еколого-економічні обмеження на господарське використання земель звичайними способами, можна відзначити у контексті збереження і відтворення біорізноманіття. Україна, займаючи менше 6 % площі Європи Україна володіє 35 % її

біорізноманіття [4]. На глобальному рівні світовою спільнотою відзначено роль біологічного різноманіття для добробуту суспільства і заходи, які покликані для збереження і сталого використання біорізноманіття [5], зокрема щодо системи природоохоронних територій для збереження біорізноманіття. Важливо відзначити, що біорізноманіття та його ресурси і функції продукують значний обсяг екосистемних послуг, багато з яких є позаринковими. Відтак будь-які управлінські рішення мають неповне обґрунтування, якщо належним чином не враховують вплив антропогенної діяльності на ресурси і функції біорізноманіття та відповідні екосистемні послуги, що обумовлює виснаження біорізноманіття. З метою збереження у природному стані найбільш типових природних комплексів Полісся, забезпечення підтримки та підвищення бар'єрної функції Чорнобильської зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення, стабілізації гідрологічного режиму й реабілітації територій, забруднених радіонуклідами, сприяння організації та проведенню міжнародних наукових досліджень указом Президента України від 26.04.2016 р. № 174/2016 створено Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник [6]. Створення біосферного заповідника на техногенно забрудненій території забезпечує для національної економіки України низку екстерналій, методи оцінки яких та шляхи інтерналізації потребують додаткових досліджень, створюючи прецедент розвитку територій з еколого-економічними обмеженнями на господарське використання земель звичайними способами.

### Літературні джерела

1. Development on Land Affected by Contamination: YANPAS Technical Guidance for Developers, Landowners and Consultantsю – YANPAS, 2009. – 23 р.
2. Мартин А. Г. Сучасні проблеми класифікації та встановлення цільового призначення земельних ділянок / А. Г. Мартин; Земельна спілка України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zsu.org.ua/andrij-martin/71-2011-01-14-13-51-16>.
3. Концепція реалізації державної політики у сфері розвитку діяльності в окремих зонах радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 липня 2012 р. № 535-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/535-2012-%D1%80>.
4. П'ятий національний звіт України про виконання положень Конвенції про біорізноманіття / Міністерство екології та природних ресурсів України, 2015. – 68 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.cbd.int/doc/world/ua/ua-nr-05-uk.pdf>.
5. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 05.06.1992 р., ратифіковано Законом № 257/94-ВР від 29.11.1994 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030/print1361280240144740](http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995_030/print1361280240144740).

6. Про створення Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника: указ Президента України від 26.04.2016 р. № 174/2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/1742016-19957>.

### **Інформація про авторів:**

**Сакаль Оксана**- Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», місто Київ  
o\_sakal@ukr.net

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*An approach to decision-making regarding the use of technogenic contaminated territories based on analysis of the European experience governance of contaminated land is proposed. Governance decision is made in three phases considering pollutant linkage. The final goal of such a decision is to reduce pollution and minimize its negative effects that allow further use of the territory. This approach to governance technogenic contaminated territories in Ukraine, first of all, actual concerning the exclusion zone and zone of unconditional (obligatory) resettlement as part of the territory that has suffered the most radioactive contamination from the Chernobyl catastrophe, with a particular form of government, which land removed from economic circulation and dissociate it from contiguous territories. The potential of the exclusion zone and zone of unconditional (obligatory) resettlement, taking into account environmental and economic limitations on economic land use by conventional methods can be noted in the context of conservation and restoration of biodiversity. Establishment of the Biosphere Reserve on technogenic contaminated territory provide for the national economy of Ukraine a number of externalities, methods of assessment and ways internalization of which require additional research, create a precedent for development territories with environmental and economic limitations on economic land use by conventional methods.*

## **ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРУ З МІКРОТВЕЛАМИ**

Сімейко К.В.

Частка атомної енергетики в системі електропостачання України приблизно складає 54 %, однак доцільно зауважити, що частина енергоблоків працюють в режимі подовженого терміну експлуатації. Дане

положення має економічне обґрунтування, однак, с точки зору безпеки АЕС є ризик великих аварій. На даний момент у розвинутих країнах Світу проводяться пріоритетні дослідження з розробки та експлуатації ядерних реакторів IV покоління. МАГАТЕ дозволяє введення в експлуатацію даних реакторів лише з 2020 року, а у провідних країнах Світу з новітніх технологій введено в електромережу реактори покоління «III +». Науковий потенціал України та співпраця з провідними світовими компаніями з сфери розробки та будівництва АЕС дозволяють створити технопарк для дослідження та подальшого впровадження ядерного реактору IV покоління.

Відповідно, до досліджень установ Російської Федерації та Німеччини, застосування у якості ядерного палива мікротвелів дозволяє суттєво підвищити безпеку АЕС, у тому числі при терористичній загрозі (падіння важкого літака або дії диверсійного персоналу) [1], що в період війни для України є вкрай актуальною загрозою. Враховуючи консультації експертів ДП НАЕК «Енергоатом» доцільно застосовувати мікротвели в ядерних реакторах IV покоління.

В Інституті газу НАН України створені установки для одержання ключового продукту для мікротвелів – піровуглецю [2-3]. Проведено ряд досліджень, які дозволяють одержувати піровуглець на моделі мікротвела [4-6]. Завдяки впливу плазми мікророзряду та напруженості поля [7] одержано матеріал з широким спектром вмісту піровуглецю (від 2 до 97%<sub>мас.</sub>).

Вибір зони відчуження обумовлений віддаленістю від населених пунктів, будівництвом у сховища відпрацьованих ядерних відходів та наявністю у місті Славутич великої кількості висококваліфікованих спеціалістів (науковців, інженерів, конструкторів) які працювали у атомній енергетиці та мають досвід виводу з експлуатації АЕС.

Можливі джерела фінансування даного проекту: програма Generation IV International Forum, програма EURATOM, Міжнародний проект розробки інноваційних ядерних реакторів і паливних циклів (INPRO).

### **Список використаних джерел**

1. Семейко К.В. Перспективы использования микротвэлов в атомной энергетике / К.В. Семейко // Энергетика и ТЭК. – Минск. – 2015. – № 7/8. – С. 14 – 16.
2. Пат. 86131 Україна, МПК (2013.01) B01J 8/18(2006.01), B01J 12/00. Реактор для высокотемпературних процесів / В.О. Богомолов, Б.І. Бондаренко, О.П. Кожан, К.В. Сімейко; заявник і патентовласник: Інститут газу НАН України. – № u201309320; заявл. 25.07.2013; опубл. 10.12.2013, Бюл. №23. – 7 с.
3. Пат. 83147 Україна, МПК C10G 9/32 (2006.01). Реактор для піролізу газоподібних вуглеводнів / В.О. Богомолов, Б.І. Бондаренко, О.П. Кожан, К.В. Сімейко; заявник і патентовласник: Інститут газу НАН України. – № u201303318; заявл. 18.03.2013. опубл. 27.08.2013, Бюл.№16. – 7 с.

4. Богомолов В.А. Капсулирование кварцевого песка пироуглеродом в электротермическом псевдоожигеном слое / В.А. Богомолов, А.П. Кожан, Б.И. Бондаренко, А.И. Ховавко, К.В. Семейко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2013. – № 5. – С. 36–40.
5. Семейко К.В. Использование электротермического псевдоожигеного слоя в качестве внешнего нагревательного элемента реактора / К.В. Семейко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2015. – № 1. – С. 58 – 64.
6. Семейко К.В. Исследование процесса осаждения твердого углерода при пиролизе углеводородных газов / К.В. Семейко, В.К. Безуглый, А.П. Кожан, Б.И. Бондаренко // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2015. – № 2. – С. 18 – 24.
7. Simeiko K. Thermal influence of microdischarge plasma on the process of receiving of quartz sand encapsulated by pyrocarbon / K. Simeiko // Proceedings of the National Aviation University. – 2014. – N 2. – P.131 – 135.

#### **Інформація про автора:**

**Сімейко К.В.** - к.т.н.- Інститут газу НАН України, м. Київ, вул. Дегтярівська, 39, 03113 Київ, Україна,  
e-mail: [k\\_simeyko@ukr.net](mailto:k_simeyko@ukr.net)

### **ОЦІНКА БЕЗПЕКИ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДИФІКОВАНОЇ МЕТОДИКИ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ**

Скітер Ігор

**Анотація:** Роботу присвячено вирішенню питань оцінки стану та рівня безпеки розподілених інформаційних систем з використанням модифікованої методики вейвлет-аналізу, в якій використовується як апроксимуюча функція Фур'є, оцінка безпеки проводиться за наявності відхилень реального профілю мережі від «ідеального» та за поведінкою деталізуючих коефіцієнтів.

**Ключові слова:** вейвлет-аналіз, апроксимуюча функція, ряд Фур'є, деталізуючі коефіцієнти, профіль мережі, аномалії.

**Постановка проблеми.** В процесі створення та експлуатації розподілені інформаційні системи (РІС) можуть піддаватися зовнішнім впливам, які можуть характеризуватися як технічні збої, вторгнення, аномальна поведінка, атаки на РІС.

Розглядаючи в якості основного критерію оцінки безпеки РІС аналіз трафіку та його аномальної поведінки на прикладі реальної комп'ютерної

мережі можна на основі виявлення відхилень трафіку мережевих пристроїв від «ідеальної» поведінки проводити оцінку безпеки мережі та системи вцілому.

Методи аналізу стану РІС чи комп'ютерної мережі проводяться на основі аналізу сигнатур [1] або статистичного аналізу параметрів мережі [2].

Використання для оцінки безпеки РІС методів аналізу сигнатур недоцільно у зв'язку з низькою ефективністю, необхідністю постійного оновлення та невідповідністю вимог до своєчасності.

Перевагами використання статистичних методів є їх універсальність та адаптованість, висока швидкість, виявлення нових методів впливу на РІС.

Недоліками статистичних методів є достатньо велика ймовірність помилок першого та другого роду при виявленні аномалій трафіку.

Методи вейвлет-аналізу є перспективними для виявлення аномальної поведінки мережевого трафіку, так як в їх основу покладений принцип декомпозиції динамічного ряду, який підлягає аналізу [1]. Поряд з достатньо розробленими алгоритмами вейвлет-аналізу існують проблеми використання відповідних утворюючих функцій для вейвлет-перетворень та способів визначення коефіцієнтів деталізації, апроксимації. Також проблемою є встановлення та перевірка гіпотез про аномальність поведінки трафіку [2,3] та використання відповідних типів вейвлетів в залежності від обраного рівня достовірності результатів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вейвлет-аналіз (ВА) мережевого трафіку [5;6] включає в себе наступні алгоритми:

- алгоритм на основі дискретного вейвлет-аналізу мережевого трафіку;
- алгоритм Бродського-Дарховського;
- алгоритм на основі суми квадратів вейвлет-коефіцієнтів;
- алгоритм на основі максимуму квадратів вейвлет-коефіцієнтів.

Наведені вище алгоритми аналізують такі параметри як: помилки першого роду, помилки другого роду, кількість правильно виявлених аномалій.

Дискретний ВА [7] проводиться на основі моделі, яка передбачає аналіз параметрів трафіку мережі за певний інтервал часу  $\Delta t_i$  і має наступний вигляд:

$$Y(t_i) = \sum_{k,\tau} b_{k,\tau} \varphi_{k,\tau}(t_i) + \sum_{k,\tau} d_{k,\tau} \psi_{k,\tau}(t_i), \quad k, \tau = \overline{1, \infty}$$

(1)

де,  $\varphi_{k,\tau}(t_i)$  - функція апроксимації мережевого трафіку;

$\psi_{k,\tau}(t_i)$  - вейвлет-функція деталізації мережевого трафіку;

$b_{k,\tau}$ ,  $d_{k,\tau}$  - деталізуючі коефіцієнти з параметрами масштабу  $k$  та лагу  $\tau$ .

Перша сума в (1) характеризує тренд і циклічні складові трафіку, а друга - значення флуктуацій на даних інтервалах, що характеризують активність (аномальність) суб'єктів мережі, з урахуванням стохастичної компоненти

В роботах [5, 8] визначення аномальної поведінки трафіку в РІС проводиться шляхом порівняння «ідеального» та реального трафіку шляхом оцінки абсолютного значення їх різниць.

Аномальність трафіку РІС в [9] запропоновано оцінювати на виявленні зміни середнього значення випадкової величини у моделі виду (2). Перевагами таких моделей є їх незалежність від розподілів, відсутність необхідності наявності апріорних даних і можливість організувати кореляційний ряд з вибірових значень.

$$\left\{ \begin{array}{l} Y(n) = \left[ \frac{n}{N} \left( 1 - \frac{n}{N} \right) \right]^v \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i - \frac{1}{N-n} \sum_{i=N+1}^n Y_i \right) \\ n_0 = \arg \max |Y(n)| \end{array} \right. \quad (2)$$

де  $n$  - крок, на якому проводиться оцінка;

$n_0$  - оцінка моменту виникнення аномалії.

$$0 \leq v \leq 1$$

Висновок про наявність аномального викиду приймається не в усій реалізації, а в кожному конкретному кроці. Дана схема дозволяє динамічно відстежувати зміни в мережі і швидше реагувати на них. Алгоритм чітко визначає момент початку і кінця розбалансування трафіку при відсутності шуму і рівні шуму, що дорівнює рівню сигналу.

В роботі [11] наголошується, що одним з перспективних методів виявлення аномалій мережевого трафіку являються методи ВА, що здійснюються на основі вейвлет-декомпозиції аналізованого, в загальному випадку нестационарного, сигналу. Вейвлет-декомпозиція дозволяє представити аналізований мережевий трафік у вигляді набору вейвлет-коефіцієнтів, які представляють собою нову статистичну вибірку, що має свої власні характеристики.

Алгоритм, заснований на сумі квадратів вейвлет-коефіцієнтів має велику ефективність. Найбільший ефект виявляється при використанні коефіцієнтів апроксимації для вейвлетів Хаара на верхніх рівнях розкладання. Але збільшення розміру вікна аналізу може привести до зростання ймовірності правильного виявлення аномалії, але при цьому також зростає ймовірність помилкового виявлення.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.**

Проблема використання алгоритмів пов'язана з частковою нездійсненністю виявлення помилок другого роду в алгоритмах пов'язаних із аналізом вейвлет-коефіцієнтів та значною складністю та ресурсоемністю алгоритмів дискретних перетворень та алгоритму Бродського-Дарховського.

Крім того, запропоновані методи виявлення аномалій будуть максимально ефективними при аналізі трафіку в режимі реального часу за умови, коли буде запропонована технологія вибору максимально адекватної апроксимуючої функції та трактовці апроксимуючих та деталізуючих коефіцієнтів, які утворюють окрему статистичну вибірку з параметрами масштабу  $k$  та зсуву  $\tau$ .

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є використання в якості апроксимуючої функції Фур'є при проведенні вейвлет-аналізу трафіку РІС, що дасть змогу значно зменшити ресурсоемність методу при максимальній достовірності та мінімальній затримці оцінювання ідеалізованого профілю РІС та відхилення його від «ідеальності», що можна класифікувати як аномальну поведінку.

**Виклад основного матеріалу.** В роботі пропонується використання в якості апроксимуючої функції ряду Фур'є:

$$\varphi_{k,\tau}(t_i) = \frac{b_0}{2} + \sum_{i=1, k=1}^{n,\infty} \left[ b_{k,\tau} \cos\left(\frac{2\pi}{N} kt_i\right) + d_{k,\tau} \sin\left(\frac{2\pi}{N} kt_i\right) \right] \quad (3)$$

$$\text{де } b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N T_k(t_i)}{N};$$

$$b_{k,\tau} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N [T_k(t_i) \cos(kt_i)];$$

$$d_{k,\tau} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N [T_k(t_i) \sin(kt_i)];$$

$k$  - порядок вейвлету, гармоніка ряду Фур'є;

$N$  - довжина періоду дискретизації трафіку;

$T(t_i)$  - кількість запитів у трафіку за відповідний деталізуючий період.



Перевага використання ряду Фур'є в якості масштабуючої функції полягає в тому, що по відношенню до вхідного динамічного ряду – трафіку мережі – інформація про поведінку трафіку не втрачається за будь-якого рівня деталізації чи дискретизації. Недоліком використання ряду Фур'є у вейвлет-аналізі є залежність виявлення циклічних компонент від масштабу дискретизації, ширини вікна вейвлету.

Аналіз трафіка на виявлення аномалій проведений на основі лог-файлу сайту форуму (zadrots.ru) з 1 976 000 записів і включає в себе інформацію про IP – адресу користувача, запит користувача, дата та час коли був здійснений запит, браузер та операційну систему користувача, відповідь, реферер. Основними даними для аналізу трафіку при реалізації методу є кількість запитів  $T(t_i)$  та час  $t_i$ . Для реалізації пропонованого методу аналізу обраний добовий інтервал  $t=24$  год. з погодинною дискретизацією трафіку. Ширина вейвлету складає  $N=6$  год. Період добового спостереження розбитий погодинно на 4 періоди:  $N_1 \in [06.00-12.00]$ ,  $N_2 \in [12.00-18.00]$ ,  $N_3 \in [18.00-24.00]$ ,  $N_4 \in [24.00-06.00]$ . Дискретизований трафік за 4 доби (96 годин), погодинно представлений на рис.1.

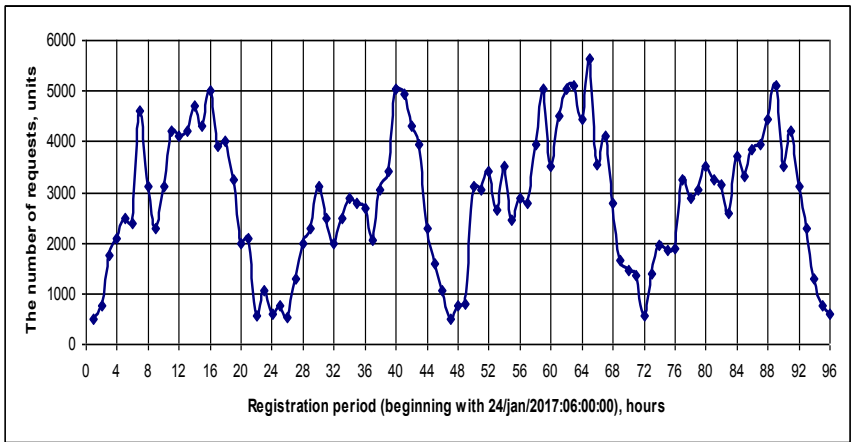


Рис.1. Дискретизований трафік досліджуваної мережі за період 24.01.2017р. - 27.01.2017р.

Апроксимацію дискретизованого трафіку для обраного періоду проводимо для  $k$ -ї гармоніки ряду Фур'є ( $k = \overline{1, \infty}$ ) шляхом визначення апроксимуючих і деталізуючих коефіцієнтів  $b_{k,\tau}$ ,  $d_{k,\tau}$  з параметрами масштабу  $k$  та зсуву  $\tau$ , синтезом масштабуючої функції виду (4) та розрахунком трендових рівнів вейвлет-моделі. Критерієм якості моделювання та вибором найкращої гармоніки апроксимуючої функції є мінімізація похибки апроксимації:

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [T_k(t_i) - T(t_i)]^2}{N}} = \min \quad (4)$$

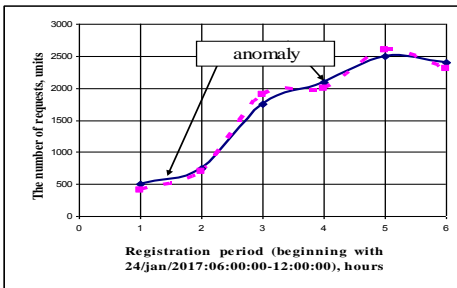
де  $T_k(t_i)$  - трендові рівні вейвлет-моделі для відповідного значення  $k$ .

Процес вибору вейвлету, який максимально достовірно відображає реальний трафік є ітераційним і проводиться для  $k=1, k=2, k=3, \dots, k=m$  з визначенням на кожному кроці похибки апроксимації. Критерієм зупинки є мінімальне значення похибки апроксимації  $\sigma_k$  за

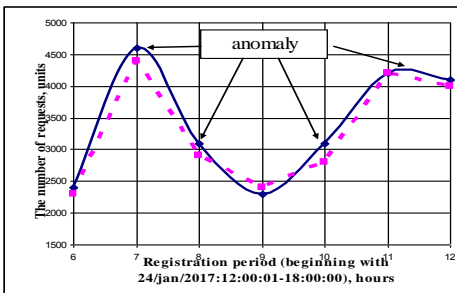
Результати моделювання трафіку за допомогою модифікованого вейвлет-аналізу приведені на рис. 2. Попередні висновки про наявність аномалії проводяться за зонами, в яких спостерігається перевищення змодельованого трафіку над реальним [12].

Для більш математично коректного визначення аномальності трафіку у визначені часові проміжки чи моменти пропонується проводити аналіз динаміки апроксимуючих та деталізуючих коефіцієнтів.

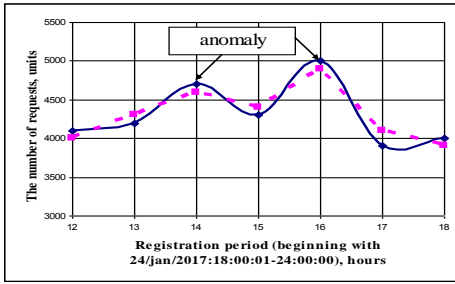
Рис.2. Виявлення аномалій за аналізом апроксимуючої функції Фурьє



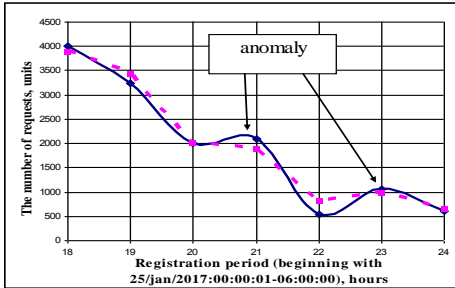
a



b



c



d

$a - N_1 \in [06.00 - 12.00], b - N_2 \in ]12.00 - 18.00],$

$c - N_3 \in ]18.00 - 24.00], d - N_3 \in ]18.00 - 24.00].$

Згідно з теоремою Гаусса-Маркова [13] невідповідність третій умові теореми призводить до різкої зміни коефіцієнтів апроксимуючої функції при незначній зміні умов моделювання чи, наприклад, масиву спостережень. Невідповідність третій умові може свідчити про вплив сторонніх факторів на результати моделювання. Для перевірки умови стаціонарності, однорідності трафіку та відсутності впливу стохастичної складової проведений Фурье-аналіз вейвлетів масштабу  $k$  (при умові  $\sigma_k = \min$ ) на основі “ковзких вікон» при зсуві (лагу)  $\tau = 1$  година. При визначеній ширині вікна апроксимації  $N=6$  годин та погодинній дискретизації трафіку проведене моделювання трафіку протягом добового спостереження кількості запитів. В результаті отримані деталізуючі коефіцієнти  $b_{k,\tau=1}$ ,  $d_{k,\tau=1}$ , які представляють собою статистичну вибірку, що має свої власні характеристики (рис.3.)

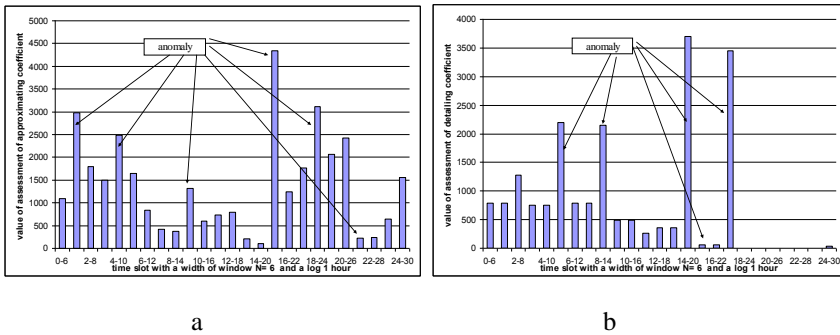


Рис. 5. Аналіз аномальної поведінки трафіку на часовому проміжку спостережень за період 24.01.2017р.(06:00:00) - 25.01.2017р.(06:00:00)

*a- апроксимуючі коефіцієнти, b- деталізуючі коефіцієнти.*

Як видно з рис. 3 різка зміна абсолютного значення коефіцієнтів у вказані періоди може свідчити про значний вплив сторонніх факторів, стохастичної складової, шумів, що може трактуватися як аномалія трафіку.

### **Висновки і пропозиції.**

Таким чином за результатами запропонованої модифікації методики вейвлет-аналізу досягнуто значне скорочення ресурсоемності проведення аналізу трафіку мережі на предмет виявлення його аномальної поведінки.

Використання в якості апроксимуючої функції ряду Фур'є дає змогу проводити та виявляти не тільки трендив трафіку, як динамічному ряду, але й виявляти його циклічні складові.

Побудова ідеалізованого профілю трафіку за критерієм мінімальної похибки апроксимації дає змогу проводити порівняння його з реальним трафіком та виявляти зони аномальності.

Отримані в результаті використання запропонованого підходу апроксимуючі та деталізуючі коефіцієнти, які утворюють власну статистичну вибірку, можуть бути використані в якості характеристик аномальності трафіку при аналізі їх зміни (невиконанні третьої умови Гауса-Маркова).

Подальшим напрямком досліджень авторами вважається доцільним провести аналіз автокореляційної функції, побудованої на динамічному ряду (трафіку) з метою виявлення порушень п'ятої умови Гауса-Маркова стосовно взаємного впливу стохастичної компоненти в різних вікнах трафіку з різними значеннями лагу.

### Список використаних джерел

1. Denning Dorothy. An Intrusion-Detection Model. IEEE Transactions on Software Engineering, 1987, Vol. SE-13, No. 2. p.222-232.
2. Amoroso Edward G., Intrusion Detection, 1st ed., Intrusion.Net Books, Sparta, New Jersey, USA, 1999, p.218.
3. Paul Barford, Jeffery Kline, David Plonka and Amos Ron. A Signal Analysis of Network Traffic Anomalies / in Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ACM SOGCOMM Workshop on Internet Measurement/ New York, NY, USA, ISBN:1-58113-603-X. Pp.71-82
4. Sheluhyn O.I. Pankrushin A.V. Measuring of Reability of Network Anomalies Detections Using Methods of Discrete Wavelet Analysis / Science and Information (SAI), Conference, 2015, Longon, UK. Pp. 393-397
5. Шелухин О.И. Гермашев А.В. Обнаружение аномальных выбросов трафика методами дискретного вейвлет - анализа. // Электромагнитные волны и электронные системы, №22, 2012, ISBN:1-58113-603-X. Pp 71-82.
6. Соловьев С.А., Юркевская Л.А. Метод идентификации угроз безопасности информационных ресурсов АСУ на основе мультиразрешающего анализа // Вестник Самарского государственного технического университета. 2014. С. 12–16.
7. Дарховский Б.С, Бродский Б.Е. Апостериорное обнаружение момента «разладки» случайной последовательности. // Теория вероятностей и ее применение. – 1980. – Т. 25, № 3 – С. 635-639.
8. Скітер І.С., Бальченко І.В. Ідентифікація аномальної поведінки трафіку комп'ютерної мережі на основі EWMA-статистики. Перша Міжнародна конференція «Проблеми виведення з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення оточуючого середовища» INUDECO'16 25-27 квітня 2016 Збірка матеріалів. Славутич.; СФ НТУУ «КПІ». С.171-178.
9. Микова С.Ю., Оладько В.С. Обзор алгоритмов выявления сетевых атак// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9-1. С. 59-62.
10. Литвинов В.В., Казимир В.В., Стеценко І.В., Трунова О.В., Скітер І.С., Ткач Ю.М. та ін. Моделювання та аналіз безпеки розподілених інформаційних систем. Навчальний посібник, 2016, Чернігів ЧНТУ, - 254 с.
11. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. М.: Наука. 1979, - 358 с.

### Інформація про автора:

**Ігор Семенович Скітер** – Чернігівський національний технологічний університет, Україна;

e-mail: skiterigors@gmail.com

Основні напрями наукових досліджень: математичне та імітаційне моделювання, системний аналіз, методи прийняття рішень.

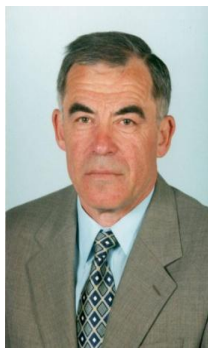
## Annex for papers written in Ukrainian and Russian

**Annotation:** *The work is devoted to the assessment of the status and security of distributed information systems using the modified wavelet analysis technique, which uses a Fourier approximating function, safety assessment carried out in the presence of abnormalities of the real network profile from the "ideal" behavior and detailing coefficients.*

**Key words:** *wavelet-analysis, approximating function, Fourier series, detailing coefficients, profile of network, anomaly.*

## **ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ПОДРЯДЧИКОВ В УТЦ ГСП ЧАЭС**

Б. Спектор



### Аннотация

В презентации рассматриваются вопросы подготовки персонала, привлекаемого к работам по реализации ПОМ ОУ.

Программы подготовки персонала подрядчиков: 40-ка часовая, 6-ти часовая, 3-х часовая.

Новое: Программы обучения привязаны к конкретным проектам и ППР. Каждый курс включает в себя характеристику выполняемых работ, пути доступа к месту производства работ и пути эвакуации, радиационную обстановку в местах производства работ и на путях доступа. Инструктажи перед первичным допуском. Дополнительное специальное обучение (ПБПРМ, изолирующие СИЗОД и др. по заявке Подрядчика).

Тренировки: противоаварийные, противопожарные, на макетах, перед первичным допуском.

Обратная связь. Посещение инструкторами рабочих мест подрядчиков по графику, утвержденному ГИС.

Инструктажи: Вводный – в УТЦ (а не в ОВН), первичный – в цехе-владельце объекта только при наличии протокола обучения в УТЦ.

Структурный подход к обучению: при переходе работников, прошедших 40-часовое обучение в УТЦ, с одного проекта на другой проводилось 3-х часовое обучение по теме «Характеристика выполняемых работ».

Проблема: Сопротивление подрядчика (руководителей) обучению и тренировкам на макетах.

Решение проблемы:

- Жесткая позиция службы безопасности ГУП и УТЦ.
- Содействие УТЦ при решении технических (и финансовых) вопросов, связанных с тренировками на макетах.
- Снижение коллективных доз за счет приобретенных на тренировках навыков. Доработка ППР и оснастки по результатам тренировок.

Показательные примеры:

- тренировки на макете при выполнении работ по усилению опоры под западной опорой балки «Мамонт».
- Тренировки на макете перед вырезкой проемов в западной контрфорсной стене ОУ.
- Тренировки перед поддомкрачиванием балок Б-1 и Б-2 при передаче нагрузок со стены по оси 50 на м/к усиления западного фрагмента ОУ.
- Тренировки перед ремонтом легкой кровли ОУ.
- Обучение пользованию новыми СИЗ 3-М после приостановки работ на ОУ. (рекомендации МАГАТЭ по применению вентилируемых масок в запыленных р/а аэрозолями зонах).

Приложение.

«Программа курсового обучения персонала подрядных организаций, привлекаемого к работам по реализации ПОМ по курсу: Обеспечение безопасности при выполнении работ на промплощадке ГСП ЧАЭС» ПКООП\_468.15.

Проблема и ее решения:

Работы по проектам «Плана осуществления мероприятий по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему» уникальны и существенно отличаются от обычных строительно-монтажных работ. Они выполняются в особых радиационных условиях, связанных с последствиями аварии на 4 блоке ЧАЭС, а также нестабильным состоянием несущих конструкции ОУ, смонтированных на разрушенном блоке.

Отсутствие на Украине и в мире подрядных организаций, имеющих достаточный опыт выполнения работ в условиях, аналогичных работам на ОУ.

Отсутствие системы профессиональной подготовки специалистов по работам, осуществляемым на площадке в структуре образования Украины.

Для обеспечения безопасности при выполнении работ в ПОМ ОУ было включено требование к заказчику – ЧАЭС по обязательному специальному обучению подрядчиков, привлекаемых к выполнению работ ПОМ ОУ.

Для реализации этой задачи был построен ЦПП ОУ, который входил в 1-й пакет ПОМ ОУ.

Разработаны учебно-методические материалы. Был подобран коллектив инструкторов, имеющий практический опыт работы на ОУ. Инструкторы прошли специальную психолого-методологическую подготовку.

В рамках «Плана осуществления мероприятий по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему» (ПОМ/SIP) на базе УТЦ ЧАЭС был реализован проект по созданию центра подготовки персонала ОУ (ЦПП ОУ). Целью проекта было создание всех условий для проведения обучения персонала сторонних организаций безопасному выполнению работ на объекте «Укрытие», в том числе практическое обучение на макетах.

Обучение Подрядчика мы начали в 2004 году. А в 2012 году вышел нормативный документ: «Порядок проведения обучения и проверки знаний по вопросам ядерной и радиационной безопасности у персонала эксплуатирующей организации (оператора) и юридических лиц, привлекаемых эксплуатирующими организациями в качестве подрядчиков».

Госатомрегулирование, Пр.№188 от 18.10.2012.

Зарегистрирован Минюстом 31.10.2012.

Подрядная организация определяет перечень законов, норм, правил и стандартов по ядерной и радиационной безопасности с учетом соответствующего перечня эксплуатирующей организации (оператора) В документе в п. 2.12 говорится, что по просьбе подрядной организации эксплуатирующая организация (оператор) может организовать для персонала этой организации проведение проверки знания и соответствующего обучения перед прохождением проверки знаний.

**Выводы:** Если оператор (ЭО) не может или не хочет удовлетворить просьбу подрядчика, то он должен отказаться от его услуг, расторгнуть контракт. Иными словами говоря, ЭО несет ответственность за достаточность подготовки подрядчика по ядерной и радиационной безопасности!

И еще:

п. 3.4. Руководящие работники субъекта деятельности на всех уровнях обязаны оказывать помощь подчиненному персоналу и содействовать более глубокому изучению им требований законодательства, норм, правил и стандартов по ядерной и радиационной безопасности путем организации специального обучения, чтения лекций, предоставления



консультаций, демонстраций, проведения конкурсов и т.п. Для лучшего усвоения материала используются наглядные пособия, проводятся тесты, тренировки, создаются удобные условия для проведения обучения в специальных помещениях и на рабочих местах.

Мы проводим обучение по «Программе курсового обучения персонала подрядных организаций, привлекаемого к работам по реализации ПОМ по курсу: Обеспечение безопасности при выполнении работ на промплощадке ГСП ЧАЭС» ПКО-ООП\_468.15.

Новое: Учебные материалы «привязываются» к конкретным ППР и корректируются по результатам обратной связи.

Каждый курс включает в себя характеристику выполняемых работ, пути доступа к месту производства работ и пути эвакуации, радиационную обстановку в местах производства работ и на путях доступа. Инструктажи перед первичным допуском. Дополнительное специальное обучение (ПБПРМ, изолирующие СИЗОД и др. - по заявке Подрядчика).

Программа устанавливает, в соответствии с принятым у нас стандартом:

- тематику обучения;
- последовательность, продолжительность курсов и тем обучения;
- конечные и промежуточные цели обучения;
- промежуточные и итоговые контрольные процедуры;
- методы, средства и учебные материалы для подготовки.

Программа предусматривает проведение следующих видов обучения персонала подрядных организаций:

- 40-ка часовое (5-ти дневное) обучение;
- 6-ти часовое обучение;
- 3-х часовое обучение;
- практическое обучение на макетах;
- целевые курсы (работа в изолирующих СИЗОД, обучение по ПБПРМ, порядок оформления ЕНД и др.).

Обучение по 40-часовому курсу проводится, как правило:

- теоретическое – в течение 3-х первых дней (с понедельника по среду) в учебно-административном корпусе УТЦ в г. Славутич (УАК УТЦ г. Славутич);
- практическое – в течение 2-х дней (четверг, пятница) в учебном корпусе Центра подготовки персонала на промплощадке ОУ (УК ЦПП ОУ);
- заключительным этапом проведения обучения по 40-ка часовой программе является практический тренинг по применению дополнительных СИЗ в УК ЦПП ОУ.

Тематический план обучения.

№ п/п	Наименование курса	Кол-во часов
1	2	3

**Теоретическое обучение**

1.		Вводный инструктаж по вопросам охраны труда и радиационной безопасности*	1
2.	ТО.Т1	Объект «Укрытие» и локальная зона ОУ	3
3.	ТО.Т2	Радиационная безопасность	3
4.	ТО.Т3	Организация физической защиты в ГСП ЧАЭС	1
5.	ТО.Т4	Средства индивидуальной защиты	3
6.	ТО.Т5	Организация безопасного проведения работ	2
7.	ТО.Т6	Охрана труда. Общие положения	3
8.	ТО.Т7	Охрана труда и промышленная безопасность в строительстве	2
9.	ТО.Т8	Пожарная безопасность	3
10.	ТО.Т9	Обращение с РАО	2
11.	ТО.Т10	Текущее состояние промышленной безопасности при выполнении работ Подрядчиком	2
12.	ТО.Т11	Характеристика и мероприятия обеспечения безопасности выполняемой работы	4
13.		Итоговый контроль знаний теоретического обучения	1

**Практическое обучение**

14.		Первичный инструктаж по вопросам охраны труда, радиационной и пожарной безопасности**	1
15.	РМ.Т12	Практические методы оказания доврачебной помощи пострадавшим при несчастных случаях	2
16.	РМ.Т13	Действия персонала в аварийных ситуациях. Противоаварийные и противопожарные тренировки	4
17.	РМ.Т14	Практический тренинг по применению СИЗ	3

Примечание:

\* Вводный инструктаж проводится инструктором УТЦ по утвержденной программе вводного инструктажа по вопросам охраны труда и радиационной безопасности 18-ОВН. Вводный инструктаж по пожарной безопасности проводится специалистами сектора пожарной безопасности отдела ведомственного надзора ГСП ЧАЭС.

\*\* Первичный инструктаж проводится по утвержденной программе первичного инструктажа инструктором УТЦ в учебном корпусе ЦПП на промплощадке ОУ.

Тематический план обучения персонала Подрядчика, выполняющего работы по реконструкции главного корпуса II очереди ЧАЭС (энергоблоки 3,4) с усилением и герметизацией строительных конструкций, выполняющих функции ограждающего контура НБК.

№ п\п	Наименование курса	Кол -во часов
1	2	3

### Теоретическое обучение

18.		Вводный инструктаж по вопросам охраны труда и радиационной безопасности*	1
19.	ТО.Т1	Объект «Укрытие» и локальная зона ОУ	3
20.	ТО.Т2	Радиационная безопасность	3
21.	ТО.Т3	Организация физической защиты в ГСП ЧАЭС	1
22.	ТО.Т4	Средства индивидуальной защиты	3
23.	ТО.Т5	Организация безопасного проведения работ	2
24.	ТО.Т6	Охрана труда. Общие положения	3
25.	ТО.Т7	Охрана труда и промышленная безопасность в строительстве	2
26.	ТО.Т8	Пожарная безопасность	3
27.	ТО.Т9	Обращение с РАО	2
28.	ТО.Т10	Текущее состояние промышленной безопасности при выполнении работ Подрядчиком	1
29.	ТО.Т11.0 1	Характеристика и мероприятия обеспечения безопасности выполняемой работы (ОК)	3
30.	ТО.Т15	Перевозка радиоактивных материалов за территорию ГСП ЧАЭС ***	3
31.		Итоговый контроль знаний теоретического обучения	1

### Практическое обучение

32.		Первичный инструктаж по вопросам охраны труда, радиационной и пожарной безопасности**	1
33.	РМ.Т12	Практические методы оказания доврачебной помощи пострадавшим при несчастных случаях	2
34.	РМ.Т13	Действия персонала в аварийных ситуациях. Противоаварийные и противопожарные тренировки	3
35.	РМ.Т14	Практический тренинг по применению СИЗ	3

Примечание:

\* Вводный инструктаж проводится инструктором УТЦ по утвержденной программе вводного инструктажа по вопросам охраны труда и радиационной безопасности 18-ОВН. Вводный инструктаж по пожарной безопасности проводится специалистами сектора пожарной безопасности отдела ведомственного надзора ГСП ЧАЭС.

\*\* Первичный инструктаж проводится по утвержденной программе первичного инструктажа инструктором УТЦ в учебном корпусе ЦПП на промплощадке ОУ.

\*\*\* Обучение по теме "Перевозка радиоактивных материалов за территорию ГСП ЧАЭС" проводится по "Программе обучения персонала, осуществляющего работы по перевозке радиоактивных материалов за территорией ЧАЭС" ПП – ОПЭП.08\_177.10, утв. ГИС 24.06.2010 г., согласованной Госатомрегулирования (письмо ГКЯРУ №18-22/4849 от 02.08.2010 г.)

Протоколы обучения направляются подрядчику, а по факсу – в цех. Первичный инструктаж работнику в цехе – владельце проводится только при наличии протокола обучения в УТЦ.

Слайд. Занятие. Первая доврачебная помощь (с участием медперсонала).

6-ти часовое обучение.

Данное обучение проводится персоналу подрядных организаций, привлекаемому к проведению работ на промышленной площадке объекта «Укрытие».

Объем обучения приведен в таблице.

Наименование курса	Номер промежуточной цели (ПЦ)	Продолжительность обучения (час)
К06 Пожарная безопасность при проведении работ.	ПЦ 1-14	2
К07 Охрана труда (общие требования) при проведении работ.	в полном объеме	2
К10 Радиационная безопасность при проведении работ.	ПЦ 1-8, 12, 13, 15, 16, 18, 19	2
Всего		6

3-х часовое обучение.

Данное обучение проводится персоналу подрядных организаций, проходившему обучение по 40-ка часовой программе, работающему в настоящее время на объекте «Укрытие» и привлекаемому к выполнению работ по другому контракту.

Обучение проводится по курсу «Характеристика выполняемой работы».

Обучение проводится в здании УК ЦПП ОУ.

**Практическое обучение на макетах** проводится персоналу подрядных организаций перед выполнением специальных видов работ на ОУ, требующих высоких профессиональных и технологических навыков персонала, с целью уменьшения коллективной эффективной дозы, рисков несчастных случаев, рисков аварий (особо опасные монтажные/демонтажные, верхолазные, с высоким уровнем МЭД и т.п.). Для выполнения этих работ необходимо дополнительное обучение, с разработкой отдельной Программы обучения, конкретно для макета и Программы безопасного проведения работ.

Решение о необходимости проведения практического обучения принимает руководитель проекта ГУП ПОМ совместно с руководством подрядной организации (в зависимости от характера выполняемых работ и наличия требования о проведении такого обучения в ППР или Контракте).

Для проведения практического обучения руководством подрядных организаций разрабатывается программа проведения тренинга, которая согласовывается с УТЦ.

На слайдах показаны занятия по проведению тренинга по применению дополнительных средств индивидуальной защиты (СИЗ), обучение приемам оказания первой помощи под руководством фельдшера медпункта в учебном корпусе на промплощадке ОУ.

Тренировки на макетах занимали важное место в подготовке подрядчиков при производстве стабилизационных мероприятий.

При тренировках на макетах отрабатывались не только безопасные приемы выполнения работы, последовательность операций, но и выбор доп. СИЗ (применительно к жаре или морозу), синхронность выполнения операций поддомкрачивания, пригодность и надежность оснастки, передача работы от звена звену, физические возможности рабочего. На первых этапах выполнения работ руководство подрядчиков негативно относилось к тренировкам на макетах. «Поджимали», как всегда, сроки. Недооценивался возможный практический результат. Но после первых же тренировок отношение к ним у руководства подрядчиков резко изменилось.

### **Примеры:**

- Кран-косины для навески биозащиты на опоре балки Мамонт потребовали доработки конструкции с заменой поворотных цапф, это могло привести к большим дополнительным дозозатратам. Оплатили 2-й комплект оснастки.
- Нетренированный рабочий не мог поставить больше 20 заклепок клепальным пистолетом на ремонте легкой кровли над ОУ.
- Пластиковые СИЗ в жару, при тяжелых физических работах приводили к перегреву рабочих - перешли на одноразовые гигроскопичные комбинезоны «ТАЙВЕК».
- По результатам тренировок были доработаны узлы передвижки защитных кабин для вырезки проемов в контрфорсной стене ОУ

- Доработана оснастка для поддомкрачивания, откорректирована технология выполнения поддомкрачивания и передачи нагрузок от балок Б-1 и Б-2, на которые уложен трубный накат и кровля ОУ, с аварийной стены на вновь смонтированные металлоконструкции.

На слайдах: фото учебного корпуса с площадками для макетов, тренировки на макете перед вырезкой проемов в контрфорсной стене, макет поддомкрачивания, тренировки на макете западной опоры балки «МАМОНТ», тренировки перед ремонтом легкой кровли.

Велся постоянный медицинский контроль. В связи с обнаружением в биопробах у подрядчика следов радиоактивных элементов, были остановлены все работы по стабилизации на ОУ, закуплены новые СИЗ и СИЗОД «ЗМ»(средства индивидуальной защиты органов дыхания). Весь персонал подрядчика и допускающий персонал заказчика (ЦРБ) был переобучен пользованию новыми СИЗ и СИЗОД.

По требованию службы безопасности ГУП ПОМ после перехода на СИЗ ЗМ был введен обязательный тренинг по применению доп. СИЗ перед первичным допуском подрядчика. Разработана процедура первичного допуска подрядчика по ЕНД.

«Схема первичного допуска подрядчиков к работам по проектам ПОМ ОУ с учетом тренинга в ЦПП ОУ по применению доп. СИЗ)» и «Схема первичного допуска подрядчиков к работам по проектам ПОМ ОУ с учетом тренинга в саншлюзе на отм.+5,8 ДЭ ОУ по применению доп. СИЗ)». О проведении тренинга инструктор УТЦ ставил свою подпись на 2-м экземпляре наряда-допуска.

Аудитория подготовлена к тренингу бригады перед первичным допуском; подрядчики одевают СИЗ.

Также важное место в подготовке как персонала ЧАЭС, так и персонала подрядчиков занимает обучение по обращению с РАО, включая вопросы безопасной перевозки радиоактивных материалов за пределами промплощадки ЧАЭС.

На слайде – титульный лист согласованной с Госатомрегулирования программы обучения персонала, осуществляющего работы по перевозке радиоактивных материалов за территорией ЧАЭС, ПП – ОПЭП.08\_177.10. Она разработана в соответствии с требованиями «Правил ядерной и радиационной безопасности при перевозке радиоактивных материалов», ПБПРМ-2006, с учетом эксплуатационной документации ЧАЭС (2ПР-С, 28П-С, 29П-С, 32-ПС, 1ПЛ-С, ПК-07, 8Э-ЦПТРО, 22Э-ЦПТРО, 2С-ЦПТРО). Эта программа определяет тематику и продолжительность проведения обучения персонала, задействованного в перевозке радиоактивных материалов за территорией ЧАЭС (захоронение на ПЗРО «Буряковка»), а именно выполняющего:

- классификацию РМ;
- упаковку РМ;
- нанесение маркировки и знаков опасности на упаковки;

- подготовку транспортных документов на РМ;
- отpravку или прием РМ для перевозки;
- перемещение или обращение с РМ при перевозке;
- маркировку или нанесение предупредительных знаков, загрузка или разгрузка упаковок на/или с перевозочных средств;
- наполнение упаковочных комплектов или грузовых контейнеров;
- иным образом непосредственно привлеченного к перевозке РМ.

Обучение по ПБПРМ и по обеспечению безопасности перевозок, проводится в УТЦ в виде лекций по заранее разработанным учебным материалам.

Функционально-специализированное обучение проводится в УТЦ, с привлечением опытного специалиста от подразделения (или подрядчика), в виде теоретических занятий по действующей эксплуатационной документации в объеме ДИ (РИ).

После завершения обучения проводится контрольные проверки приобретённых знаний (письменный тест) для того, чтобы убедиться в достижении целей обучения. По результатам обучения оформляется протокол прохождения подготовки.

Тематический план обучения персонала, осуществляющего работы по перевозке радиоактивных материалов в соответствии с ПБПРМ-2006.

Наименование тем	Исполните ль	Кол-во часов
Общее ознакомительное обучение. Общие положения ПБПРМ-2006.	УТЦ	2
Функционально-специализированное обучение. Организация и проведение работ по перевозке РМ за территорией ЧАЭС.	УТЦ, Подразд ление	4
Обучение по вопросам безопасности. Возможные аварийные ситуации и порядок действий при их возникновении.	УТЦ	2
		8

Для обратной связи, получению отложенной оценки качества обучения, совершенствованию учебного процесса введено обязательное посещение инструкторами рабочих мест обучаемого персонала по утвержденному графику. (слайды).

Первичные УММ инструкторы разрабатывают по ПОС и ППР. Эти документы передает нам строительная служба сразу после их утверждения. Все изменения также направляются и в УТЦ для корректировки УММ.

Слайд. Диаграмма годовой динамики общего количества обученных подрядчиков в УТЦ за 2005-2016 гг.

Иностраный персонал ГУП ПОМ, руководящий персонал подрядчика, работающий на промплощадке ОУ также проходит обучение в УТЦ перед допуском к работам. На ЧАЭС работает экзаменационная

комиссия по приемке экзаменов после обучения в УТЦ у иностранных специалистов ГУП ПОМ. Перед очередной проверкой знаний у иностранных специалистов ГУП ПОМ допускается самоподготовка с консультациями в УТЦ. Программа и УММ переведены на английский язык.

#### Передача опыта.

В мире найдется не много площадок, где выполнялись бы столь масштабные и уникальные работы, как на ЧАЭС.

Персонал Чернобыльской АЭС освоил новые виды деятельности и накопил опыт по ликвидации последствий крупнейшей аварии, по снятию АЭС с эксплуатации в условиях.

К нам приезжали перенимать опыт японские ликвидаторы последствий аварии на АЭС Фукусима, специалисты разных стран, занимающимися проблемами снятия с эксплуатации АС и обращением с РАО.

Мы открыты для любых предложений по взаимодействию и сотрудничеству, а также готовы поделиться своим опытом и продемонстрировать свои методики и достижения.

#### Информация об авторе:

**Спектор Борис Натанович**- ведущий инструктор УТЦ ГСП ЧАЭС.  
Специальность - инженер-теплоэнергетик.

## **ПЕРЕОБЛАШТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ НА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛИ**

Степаненко Владислав

Науковий керівник: проф.Власюк Г.Г.



Сучасні мегаполіси мають чимало будівель, приміщення яких тривалий час не використовуються. Актіві зали, які належать до



комунальної власності, становлять лиш невеликий відсоток з тих, що все ж функціонують певним чином.

Розвиток громадянського суспільства збільшує попит на локальне телебачення. Лише за 2014-2017 роки в різних регіонах України почали діяти щонайменше 10 телерадіоорганізацій. Звісно, кожна з них потребує комплекс приміщень. Корисна площа може використовуватись не тільки для роботи журналістів, зберігання відповідної апаратури та ведення архіву. Насамперед, це створення апаратно-студійних комплексів для зйомки телепрограм.

Науково-технічний прогрес з гуманітарними науками теж не стоїть на місці. Щороку в світі з'являються нові винаходи, явища, суспільні процеси. Вони потребують широкого вивчення та, десь коригування, а десь безпосереднього впровадження в життя людини. Між цими двома етапами проходить обговорення на конференціях.

Нежитлові приміщення малої та середньої площі мають високий потенціал для використання суспільством. Для цього вони мають бути переоблаштовані з відповідним дизайном та акустичною обробкою. Люди перебуваючи в приміщенні тривалий час, мають почувати себе комфортно.

Не секрет, що різні призначення приміщень створюють різні вимоги до їх акустичних умов. Наприклад, для лекційних зал важлива висока розбірливість мови, для студій звукозапису – рівна частотна характеристика часу реверберації.

Досить часто пересічна людина не замислюється про акустику приміщень і вважає, що всі завдання можна вирішити виключно за допомогою обладнання. Як класичний приклад можна привести приміщення нічних клубів – бетонні коробки з відкритими повітроводами та дзвінками металевими конструкціями.

Однак при виконанні мінімальних вимог по акустиці приміщення, наприклад, для домашнього кінотеатру, можна заощадити значні кошти при купівлі обладнання і домогтись при цьому відмінного звуку порівняно з системою вищого класу в невідготовленому приміщенні.

Переважає більшість будівель, що зведені понад 40 років тому, мають погану звукоізоляцію: панельні – за технологією, а цегляні – через економію при будівництві. В таких будинках необхідно виконувати роботи по додатковій ізоляції від проникаючого шуму.

Побувають хибні думки про звукоізоляційні матеріали й технології. Дуже часто будівельники для збільшення звукоізоляції рекомендують наклеїти на стіни або стелю листи пінопласту й обштукатурити їх. Це може виявитись не просто недостатньо. Навпаки: така «звукоізоляційна конструкція» навіть зменшує звукоізоляцію огорожувальної конструкції. Пов'язано це з виникненням резонансу в описаній конструкції в області мовного частотного діапазону. Наприклад, якщо таке облицювання змонтувати з двох сторін важкої бетонної стіни, то зниження звукоізоляції може досягти понад 10-15 дБ!

Варто зазначити, що до такого ж результату може привести застосування в подібній конструкції подібних матеріалів, таких, як пінополіпропілен та пінополіетилен [1].

Крім звукоізоляції приміщення, потрібно також звернути увагу на те, як сприймається звук, створений безпосередньо в ньому. Формування звукового поля складається з 3 етапів: ініціація або наростання звукової енергії, усталений режим, спадання звукової енергії. Останній етап ще називають ревербераційним процесом. Він залежить від спадання енергії прямих та багатократно відбитих хвиль від поверхонь. Саме тому важливе значення має геометрія приміщення та поглинальні властивості його поверхонь.

Реверберація надає звучанню такі ефекти, як легкість, просторовість, глибина. В той же час, занадто тривалий її процес призводить до відчуття гулкості та зменшення чіткості (що характерно для великих приміщень), занадто малий – «пустого» звуку. В маленьких приміщеннях також можуть виникати власні резонанси.

Для проведення оцінки акустичних якостей приміщень використовують вимірювання часу реверберації. Це час, за який рівень звуку поступово зменшується на 60 дБ. В залежності від розмірів приміщення, дослідження може проводитись у 10-15 точках. Для точності, вимірювання повторюють кілька разів.

Крім того, можна розрахувати теоретичне значення за допомогою розширеної формули Ейрінга:

$$T = \frac{0,161V}{-S_{\Sigma} \ln(1 - \alpha_{\text{сеп}}) + 4\mu V},$$

де  $T$  – час реверберації, с;  $V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;  $S_{\Sigma}$  – загальна площа внутрішніх поверхонь, м<sup>2</sup>;  $\alpha_{\text{сеп}}$  – середній коефіцієнт звукопоглинання;  $\mu$  – коефіцієнт загасання звуку в повітрі, який для не враховується для частот нижче 1000 Гц.

На рис.1 наведено криві оптимального часу реверберації для приміщень різного призначення. Для багатофункціональних зал це значення коливається в межах [0,9; 1,2] секунд. Рекомендується підвищити його на 20-25% на низьких частотах, якщо приміщення використовується для перегляду кіно з відповідною системою звуковідтворення та підсилення [2].

На основі отриманих результатів розраховується фонд існуючого (поверхні, люди, інвентар) та додаткового переліку звукопоглиначів. Після цього виконується підбір необхідних матеріалів, а також місця розташування кожного з них. Додаткове поглинання забезпечується застосуванням декількох різних матеріалів та конструкцій таким чином, щоб вони розміщувались на поверхнях, які вносять найменше поглинання в існуючий фонд. Таким чином, забезпечується оптимальний час реверберації для даного приміщення в залежності від його призначення.

Як тільки досягнуто відповідних акустичних умов, можна приступити до планування технічного забезпечення.

В залежності від призначення зали можна розглянути наступні типи обладнання: кінопроекційне, телевізійне, звукотехнічне, мультимедійне та інше обладнання для конференцій. Кожен з них легше представити в конкретних прикладах.

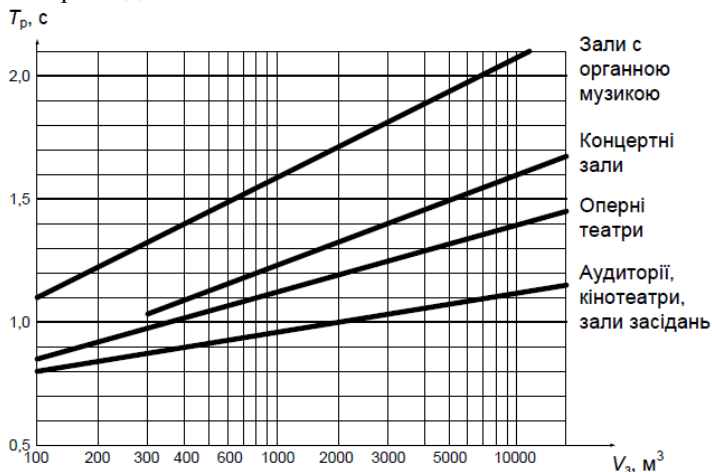


Рис.1 – Залежність часу реверберації для зал різноманітного призначення від об'єму на частоті 500 Гц

Розглянемо багатофункціональну залу Уральського федерального університету. До переоблаштування в 2013 році вона функціонувала з обмеженими технічними можливостями. Сьогодні це сучасний конференц-майданчик навчального закладу (рис.2).



Рис.2 – Зала УрФУ після переоблаштування

Її основне призначення – високотехнологічне навчання студентів, проведення конференцій, концертних заходів і театральних постановок.

На рисунку позначено такі системи:

1. Система технологічного телебачення: поворотна відеокамера;
2. Система відеовідображення: рідкокристалічні панелі діагоналлю 80 дюймів;
3. Трибуна: сенсорний інтерактивний монітор, пульт конференц-системи, люк для підключення джерел сигналу;
4. Система звукопідсилення: контрольний аудіо монітор;
5. Стіл президії: сенсорні інтерактивні монітори, пульти конференц-системи, люки для підключення джерел сигналу;
6. Система відеовідображення: дублюючі РК-панелі для президії;
7. Система звукопідсилення: акустичні системи (сабвуфер);
8. Система звукопідсилення: акустичні системи (лінійний масив);
9. Система синхронного перекладу: інфрачервоний випромінювач;
10. Система відеовідображення: проєкційний екран;
11. Система сценічного освітлення: світлодіодні прожектори, світлодіодні «обертальні голови»;
12. Система озвучення: стельові акустичні системи.

Наведемо технічні можливості цих інтегрованих систем:

- Проведення концертів, репетицій, спектаклів з використанням світлового та сценічного обладнання;
- Проведення кінопоказів з цифрових джерел відео, відтворення аудіо та відеоматеріалів;
- Демонстрація презентаційних матеріалів засобами відображення з різних джерел (одночасно - не менше двох);
- Звукопідсилення доповідачів, а також тих, хто виступає з зали;
- Організація роботи повноцінної трибуни і президії з можливістю швидкого демонтажу. Надання доповідачу і членам президії можливості працювати з інструментами інтерактивного введення для управління презентацією, демонструвати засобами відображення матеріали, представлені на паперових носіях;
- Проведення сеансів відео-конференц-зв'язку найрізноманітніших типів, з можливістю повноцінної участі, як членів президії, так і слухачів зали;
- Трансляція заходів, що проводяться в залі, в мережу інтернет і в локальну мережу ВНЗ з камер системи технологічного телебачення;
- Проведення заходів з використанням обладнання синхронного перекладу;
- Проведення голосувань з подальшим виведенням результатів голосування на засоби відображення;
- Аудіо- та відеозапис проведених заходів з мікшуванням в реальному часі.

Технологічне обладнання даної багатофункціональної зали складається з наступних підсистем: структурна кабельна мережа, відеоспостереження, джерела безперебійного живлення, система конференції

та синхро-перекладів, система голосування, технологічне телебачення і відео-конференц-зв'язок, система відео-відображення, система озвучування і маршрутизації аудіо сигналів, система маршрутизації відеосигналів, система управління, система звукопідсилення (концертне звукове обладнання), сценічне світлове обладнання [3].

В якості прикладу також можна використати вітчизняний проект переоблаштування конференц-зали Інституту педіатрії, акушерства та гінекології НАМН України на багатофункціональну. Він передбачає її роботу в режимах: кінопоказу, концерту, конференції, зборів та інших масових заходів (рис.3).



Рис.3 – Зала ІПАГ (Київ, Україна) до переоблаштування

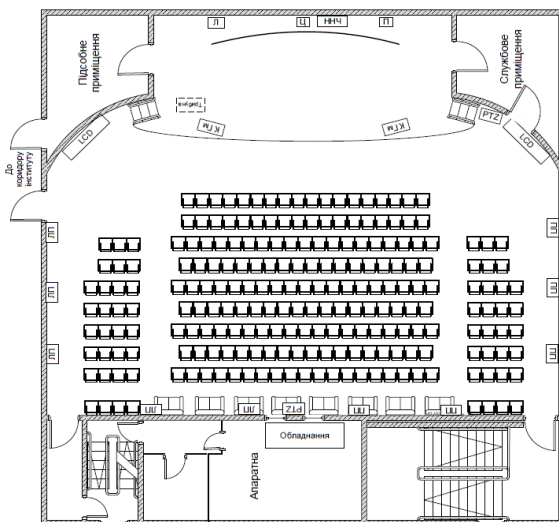


Рис.4 – План багатофункціональної зали ІПАГ

Мультифункціональність зали вибрана не просто так: використовувати одну функцію приміщення, наприклад, тільки для перегляду кінофільмів, не є економічно доцільним, оскільки поруч є великий кінотеатр на 1000 місць. Тому краще орієнтувати комбінований функціонал для широкого кола споживачів.

В приміщенні проведено зонування глядацьких місць: для кіноперегляду – центральна зона (182 місця), для інших режимів – центральна з бічними зонами (додатково 60 місць). Щоб не втомлювати очі кіно-глядачів, прибрано перший ряд. Для кіноперегляду підібрано крісла з підстаканниками, а для конференцій – складними столиками. Задній ряд має крісла підвищеного комфорту (рис.4).

Багатофункціональна зала має форму, близьку до трапецієвидної. Така форма дозволяє максимально раціонально використовувати корисну площу. По обидва боки від сцени розташовані допоміжні приміщення. В лівому можуть знаходитись учасники концерту напередодні свого виступу, в правому – зберігатись устаткування.

Оптимальні акустичні умови забезпечено завдяки обробці поверхонь зали звукопоглинальними матеріалами. Оскільки зала призначена для проведення широкого спектру заходів, обрано середній час реверберації: 1 сек.

Підлога вкрита велюром різної товщини. Сцена повністю оброблена неперфорованим пластиком з заповнювачем ПП-80. Бічні стіни – ДВП. Центр задньої стіни – плитами з мінеральною ватою ПП-80, а краї – конструкціями з перфорованої фанери та плитами дюралюмінію. Це важливо для забезпечення необхідного звукопоглинання при роботі сценічних гучномовців в режимі кіноперегляду. Стеля частково вкрита конструкціями з перфорованого пластика із бяззю. Крім звукопоглинання всередині, залу ізолювано від зовнішніх шумів за допомогою стін необхідної товщини та акустичних дверей спеціальної конструкції. Апаратну ізолювано акустичним вікном з потрійним склом.

На фронтальній стіні сцени розтягнуто біло-матовий перфорований екран висотою 3 м.

З лівого боку сцени розміщено швидкознімну трибуну з роз'ємами для підключення до ліній передачі аудіо, зображення та мікрофонного з'єднання. Вона оснащена мікрофоном JTS GM-5212DU на шарнірних тримачах.

Для режиму конференцій передбачається також можливість встановлення президії, що швидко монтується.

В багатофункціональній залі використовується 12 ручних радіо-мікрофонів різних типів. Здебільшого, це динамічні моделі марки AUDIX: 4 OM11, 2 F50 (вокальні), 3 OM7 (інструментальні та для «кричущих» вокалістів), 1 F6 (для ударної установки). А також мікрофон Shure PG57-XLR та VP64AL (всенаправлений). Остання модель використовується для потреб телебачення.

Застосування ручних мікрофонів відбувається, в більшості випадків,

з використанням радіоканалу. Для цього передбачено бездротову систему AUDIX RAD- 360, передавальні пристрої розташовані в мікрофонних капсулях.

Зала забезпечена засобами відеонагляду. На задній та боковій стіні біля сцени розташовані 2 поворотні (PTZ) камери CleverMic 1012W з широким кутом огляду та 12-кратним оптичним наближенням. Пристрої керуються дистанційно за допомогою пульта.

Камери використовуються в таких режимах: концерт – відеозапис та прямі трансляції, конференція – відеозапис та відеозв'язок, кінотеатр та режим очікування – відеоспостереження.

Серед переліку технічного забезпечення варто виділити комбінований аудіо/відео-мікшерний пульт ROLAND VR-50HD. Він дозволяє проводити телевізійні зйомки та здійснювати попередній монтаж, використовуючи щонайменше 4 телекамери. Досвід роботи на телеканалах показує, що цього достатньо для забезпечення якісного формування телепрограм. Мікшер має можливість накладання відео з різноманітних джерел в режимі реального часу та попередній перегляд. Також має велику кількість роз'ємів аудіо, відео та канал передачі даних.

Зображення із зовнішніх джерел, в т.ч. ПК та портативної смарт-техніки, після обробки A/V-мікшером через HDMI-канал потрапляють на вхід цифрового кінопроектора NEC NC900-C.

Оскільки під час конференцій переміщення людей залом потенційно може відбуватися частіше, на білясценних бокових стінах розміщено LCD-панелі Planar EP5550-VW, які дублюватимуть зображення з проектора.

Звукова система зали орієнтована на відтворення аудіо в форматі Dolby Digital 5.1. Звуковий процесор CP750 розділяє сигнал на 6 каналів: L – лівий, C – центральний, R – правий, LS – лівий просторового оточення, RS – правий просторового оточення, SW – сабвуфер (канал наднизької частоти). В разі постачання контенту з розширеним просторовим звуковим супроводом, система може розширюватись до 6.1 без зміни обладнання: достатньо обрати відповідні налаштування і гучномовці, розміщені на задній стіні, будуть відтворювати канал центрального оточення – RearS (Dolby Digital Surround EX) [4].

Закрадна частина звуковідтворювального комплексу складається з 3 гучномовців MAG SCR3 і сабвуфера MAG T-SUB. 10 гучномовців оточення забезпечують розподіл звукових ефектів залом: 4 колонки MAG SU-10 по 200 Вт – на задній стіні, по 3 колонки MAG SU-20 по 300 Вт – на бічних стінах. На сцені є дві колонки-монітори Park Audio ALPHA 3210M по 150 Вт.

Всі гучномовці забезпечені підсилювачами потужності. З моніторами працює Electro-Voice CPS 2.4 MK2, із за екранними й задніми гучномовцями – 2 підсилювача CPS 2.12 MK2, з бічними оточення – CPS 2.6 MK2. Ще один CPS 2.6 MK2 працює з сабвуфером в мостовому режимі.

Підсилювачі системи озвучення кіноперегляду комутуються зі звуковим процесором Dolby CP750, а моніторний підсилювач та мікрофонна система – з мікшерним пультом Behringer XENYX X 1832USB. Він містить детектор для зменшення зворотнього зв'язку та пре-підсилювачі для мікрофонів.

Схема розміщення технологічного обладнання показана на рис.5 [5].

Розглянемо обладнання технічної апаратури багатофункціональної зали.

На рівні кадрового вікна розташований цифровий кінопроектор NEC NC900-C з об'єктивом PH1202HL+NP-9LS20ZM1. Це – оптимальний вибір для екрану зали. Має систему охолодження з електростатичним пиловим фільтром і не потребує доступу до вентиляційної шахти. Працює практично безшумно, крім режиму обдуву. Проектор має інтегрований медіа-сервер IMS NP-90MS01.

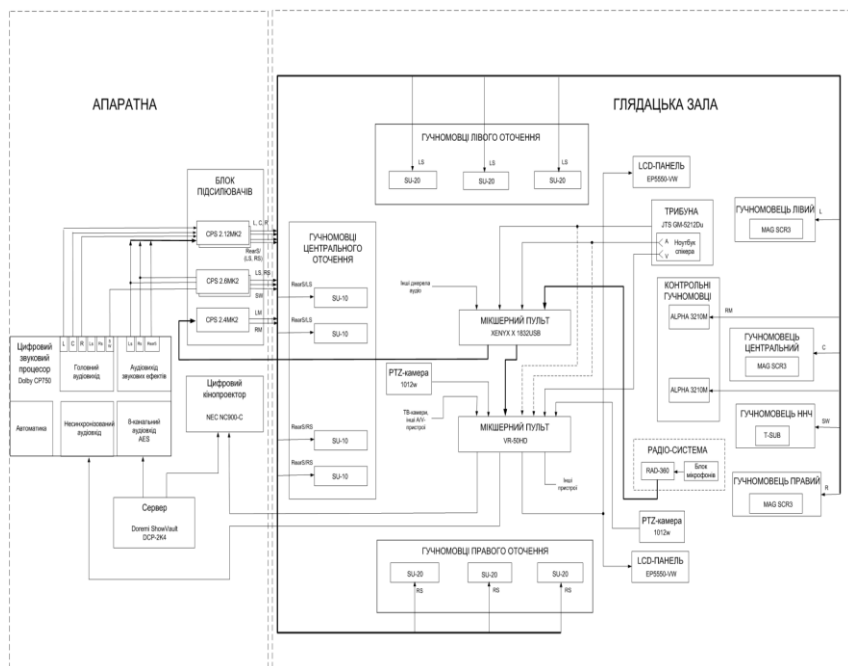


Рис.5 – Схема розміщення технологічного обладнання



Сервер Doremi ShowVault з медіа-блоком 2K4 зберігає та відтворює контент в форматі 4K. До нього підключені миша, клавіатура та монітор з відеовходом VGA для здійснення керування системою. Завантаження контенту здійснюється шляхом підключення зовнішнього носія через інтерфейс USB.

Режим кіноперегляду передбачає використання цифрового кіно процесора Dolby CP750. Звук комутується від кіносервера через інтерфейс AES Digital. Також передбачено аналоговий вхід. При необхідності використання системи озвучення в інших режимах аудіокабель RCA з A/V-мікшера під'єднується на несинхронізований вхід звукового процесора.

Варто зазначити, що кінопроектор розташовується на спеціальній стійці. Під ним в слотах містяться підсилювачі потужності, сервер та звуковий процесор.

Майже все обладнання апаратної має роз'єми для зовнішнього керування. Зазначені системи підключені до джерела безперебійного живлення.

Отже, для проектування багатофункціональних зал необхідно продумати як акустичну складову, так і технічнолічну.

Разом з тим, аналіз показав, що запропоноване технічне рішення можна застосовувати не тільки в мегаполісах, а й у малих містах. Комплексне поєднання кількох функцій обгрунтоване більшою економічною вигідністю. Новий підхід дозволяє зменшити площу і, натомість, збільшити потенціал приміщення.

Практична новизна полягає в тому, що приміщення, в яких ще вчора проводились засідання або лекції, сьогодні можуть бути переобладнані на багатофункціональні. Вони зможуть задовольняти потреби суспільства в масових видовищах, таких, як кіно, концерти, театральні постановки; в підвищенні ефективності роботи в хабах та коворкінг-центрах; у виробництві програм телебачення та радіомовлення.

### **Список використаних джерел**

1. Звукоизоляция квартиры в панельном доме 8 практических советов – Акустические материалы и Технологии. [Електронний ресурс] - Режим доступу до стат.: <http://www.acoustic.ua/recommendations/421>
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту на тему «Проектування акустичних умов кінотеатральних зал», для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050803 Акустотехніка спеціальності „Аудіо-, відео- та кінотехніка” усіх форм навчання / Укл. О.П. Гребінь, О.М. Прядко, Н.Ф. Левенець. - К.: КПІ, 2016. - 192 с.
3. Многофункциональный конференц-зал Т-216 УрФУ – Группа компаний «8 Ом». [Електронний ресурс] - Режим доступу до стат.: <http://www.8ohm.ru/projects/mnogofunktsionalnyi-konferents-zal-t-216-urfu-230>

4. Dolby CP750 Digital Cinema Processor Manual. [Електронний ресурс] - Режим доступу до стат.: <http://outty.org/Cinema/Processors/Dolby/CP750/CP750%20Installation%20Manual.pdf>

5. Проект багатофункціональної зали Інституту педіатрії / В. І. Степаненко. – К.: НТУУ "КПІ", Кафедра звукотехніки та реєстрації інформації, 2016. – 114 с.

### **Інформація про автора:**

Степаненко Владислав- НТУУ “КПІ” ім.І.Сікорського, м.Київ  
mstepanenkov@gmail.com

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **RENOVATION PREMISES TO MULTIFUNCTIONAL MEETING ROOMS**

*Vladislav Stepanenko*

**Abstract:** *Acoustic features facilities reconstruction middle area for multipurpose rooms. The paper provides an analytical review of modern equipment, the acoustic conditions for premises of different functions and renovation trends for multifunctional conference hall.*

*The article is the results of a student`s Bachelor Project of the Institute of Pediatrics hall. The article includes the results of calculation of acoustic room facilities The block diagram of equipment and layout elements sound system.*

*Hall is designed for a variety of events, including conferences, concerts and film screenings. In addition, the possibility of television and video recordings of further processing and preparation for broadcast. The project multifunctional halls of the Pediatrics protected as a student bachelor thesis project in 2016. Student proposed solution can be implemented for other areas of medium space.*

**Keywords:** *cinema projection, multifunctional hall, auditorium, conferences, concerts, film projector, speakers, equipment, electroacoustics, film, sound reproduction, sound.*

*Vladislav Stepanenko – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine;*

*Email: mstepanenkov@gmail.com*

*Major Fields of Scientific Research: Acoustic Design of Premises, Development of Flowsheets Equipment, Television Technology, Television Stations.*

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД: МАТЕРІЯ, ЕНЕРГІЯ, ІНФОРМАЦІЯ. БАЖАННЯ ТА ОБМЕЖЕННЯ

Тимченко А.А. , Орлова Т.І.

Системний підхід дає можливість розглядати будь-яку проблему комплексно відповідно до властивостей системності та систематичності (як в просторі, так і в часі). В основу розгляду покладені категорії:

<матерія> → <енергія> та <енергія> → <інформація>

на прикладі АЕС з урахуванням системного аналізу бажань та обмежень.

Як відомо, матеріальною основою АЕС є технологічна послідовність (комплекс):

<реактор > → <парогенератор > → <турбіна > → <електрогенератор >, причому комплекс може мати різну потужність: від кіловат до мегакіловат. Відомий досвід: від криголама «Ленін», підводних крейсерів АПЛ та навіть атомного літака.

Матерія – енергія. Проектування нових реакторів базується на проведенні експериментів, які відбуваються впродовж років, а їх створення може бути прискорене за рахунок використання засобів обчислювальної та моделюючої техніки. Моделюючі комплекси в цілому були досить цінновартнісні, тому в свій час не створювались, незважаючи на відомі аварії, наприклад, на Запорізькій АЕС. Як підтвердилось на Чорнобильській АЕС, ціна цього питання виявилась значно дорожча. Ми отримали «мирний атом в кожному домі». Мались спроби побудувати програмно-методичний комплекс по схемі «Повний вперед» при 100% наборі потужності на ЦЕОМ типу БЕСМ-6 впродовж п'ятирічки 1970-1974 рр.. Як виявляється, у відношеннях *людина-машина* пасивна ініціатива завжди залишається за технікою – матеріальною складовою, а біологічна складова завжди виступає підпорядкованою, але не зовсім надійною.

Під час створення реакторів великої потужності виявляються їх паразитичні зони, де відбору тепла не відбувається. Реактори порівняно невеликої потужності виконують роль бортових комплексів, відносно надійних. За рахунок масовості бортових АЕС їх аварії не носили такий масштабний характер.

Енергія – інформація. В плані аналізу відношення енергія-інформація інформаційна складова є пріоритетною і носить визначальний характер на всіх етапах життєвого циклу покоління техніки:

від наукових досліджень, проектування, побудови та експлуатації з наступним плановим зняттям з експлуатації (якщо це не аварійно).

При цьому існує вислів: «який проект, такий об'єкт». А експерименти на «живій техніці» без використання технічних обмежень (наприклад, СУЗ) надає техніці ініціативу. Так, практика показала, що не все може бути встановлено в Києві на Хрещатику. Академік Александров, будучи Президентом Академії наук СРСР, українцем за народженням, дещо

пожартував, коли так висловлювався: Взагалі, за Радянського союзу було дуже багато інформаційного оптимізму в житті, починаючи від «світлого майбутнього» і закінчуючи «комунізмом не за горами». Тепер дещо інші часи: «Що маємо, те маємо». У всьому є альтернативні можливості, але їх вибір є найскладнішою процедурою в силу її невизначеності. Тут навіть «гадалка не допоможе». На все Божа воля. Але потрібні максимальні зусилля всього народу.

При цьому потрібно враховувати особливості сьогодення. На відміну від критеріїв поведінки країни, в якій будувалась ЧАЕС – всі державні ресурси використовувались на протистояння. Україна живе на транші займів, а час обмежується зубожінням та війною.

### **Інформація про авторів:**

**Тимченко А.А.** - д.т.н., професор, **Орлова Т.І.**- технолог. Черкаський державний технологічний університет  
Черкаський завод «Фотоприлад»

## **ВИКОРИСТАННЯ ЛОГІКИ АНТОНІМІВ ПРИ ОЦІНЦІ СТАНУ КУЛЬТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ОРГАНІЗАЦІЇ**

Трунова Олена Василівна, Войцеховська Марія Михайлівна

**Анотація:** Запропонована ієрархічна граф-модель інтегральної оцінки культури інформаційної безпеки (КІБ) організації (спеціаліста), що базується на визначенні рівня компетентності, з використанням логіки антонімів, передбачає значне спрощення процесу визначення рівня КІБ, що сприяє організації контролю та прийняття рішень щодо окреслення кола компетенцій КІБ та заходів для їх підвищення.

**Ключові слова:** культура інформаційної безпеки (КІБ); модель культури інформаційної безпеки; компетенція спеціаліста; логіка антонімів.

В умовах інтенсивного використання інформаційних технологій в повсякденній діяльності організацій, постійного вдосконалення потребує професійна компетентність в галузі інформаційної безпеки (ІБ) як на рівні керівництва, так і серед співробітників компаній. Контроль належного рівня компетенцій, а головне, їх використання на практиці дозволить запровадити та закріпити культуру інформаційної безпеки (КІБ) на рівні організаційної культури, а згодом відстежувати зміни та впроваджувати ряд ефективних дій щодо покращення стану КІБ окремих співробітників, проектних команд, підрозділів та всієї організації [1].

З метою вирішення завдань інтегрованої оцінки рівня компетентності фахівців, пропонуємо використовувати формальний апарат логіки

антонімів (ЛА). ЛА є неперервнозначущою логікою, що має властивості булевості, тобто всі закони класичної логіки переходять до відповідних еквівалентностей ЛА [2]. Областю значень дійсного функціоналу є невід’ємна числова піввісь [3].

В порівнянні з іншими методами м’яких обчислень, зокрема логікою Л. Заде, застосування ЛА для оцінки рівня компетентності фахівців (організації) має наступні основні переваги:

- можливість побудувати модель, яка опише конкретний стан компетентності спеціаліста у визначений момент часу. Це надає перевагу над відомими методами, що дозволяють на підставі статистичної інформації та теорії ймовірностей описати довільний абстрактний об’єкт заданням значних обмежень;

- описати динаміку стану компетентності і кожної компетенції (як окремих спеціалістів так і організації вцілому), для якого застосування інструментів статистики вкрай ускладнено, тому що кожен план підвищення КІБ є складною системою з унікальним набором характеристик;

- використовувати характеристики рівня компетенцій, одержувані експертними методами, проте використовуючи при цьому строгий математичний апарат;

- проводити кількісну оцінку рівня компетентності на підставі взаємозв’язку між компетенціями і субкомпетенціями на різних рівнях ієрархічної структури;

- здійснювати комплексну оцінку рівня компетенцій, враховуючи і розкриваючи зв’язки між компетенціями і субкомпетенціями, без використання методів оцінювання за середнім, як це прийнято в класичних методах кваліметрії.

Аксиоматика математичного апарату ЛА має наступний вигляд [3]:

- компетенції, що відображають деякі елементарні вимоги до КІБ зацікавлених сторін, позначаються через  $C_{ijk}$ ;

- властивість, протилежна  $C_{ijk}$ , позначається  $\alpha C_{ijk}$ . Ці властивості утворюють антонімічні пари;

- використовуються бінарні операції математичної логіки:  $\beta$  – аналогічно диз’юнкції («слабкий» зв’язок) і  $\gamma$  – аналогічно кон’юнкції («сильний» зв’язок);

- $C_{ijk}$  поставлені у відповідність числа  $H(C_1)$ ,  $H(C_2)$ ,  $H(C_3)$ . Де  $H$  – символ функціоналу. Комбінацію  $H(C_1)$  слід розуміти як «ступінь наявності властивості (компетенції)  $C_1$  в даному наборі (вимогах)»;

- в ЛА пропонуються формули, за якими можна обчислити значення функціоналу від аргументів будь-якої складності. У разі, коли всі розглянуті об’єкти не залежать один від одного, ці формули мають такий вигляд:

$$H(\alpha C) = -\log_2 [1 - 2^{-H(C)}], (1)$$

$$H(C_1\beta C_2) = \rho_1 H(C_1) + \rho_2 H(C_2), (2)$$

$$H(C_1\gamma C_2) = -\log_2 \left[ 1 - (1 - 2^{-H(C_1)})(1 - 2^{-H(C_2)}) \right], (3)$$

або

$H(C_1\gamma C_2) = -\log_2 \left[ 1 - (1 - 2^{-\rho_1 H(\alpha C_1) - \rho_2 H(\alpha C_2)}) \right]$ , де  $\rho_1$  і  $\rho_2$  вагові коефіцієнти, встановлені для властивостей  $C_1$  і  $C_2$ .

Інтерпретація формул (1) – (4) визначається, виходячи з таких міркувань:

- об'єкт (компетенція)  $\alpha C_1$  визначається через більш простий об'єкт (субкомпетенцію)  $C_1$  і оцінки їх рівня  $H(\alpha C_1)$  і  $H(C_1)$ , що є протилежними;
- $C_1\beta C_2$  деяка комплексна властивість. Максимальне значення оцінка  $H(C_1\beta C_2)$  приймає в разі максимальних значень оцінок  $H(C_1)$  і  $H(C_2)$ . Якщо одна з властивостей нульова, оцінка  $H(C_1\beta C_2)$  не дорівнює нулю;
- $(C_1\gamma C_2)$  – комплексна властивість. Максимальне значення оцінка приймає в разі максимальних значень оцінок  $H(C_1)$  і  $H(C_2)$ . Але якщо одна з властивостей дорівнює нулю, оцінка  $H(C_1\gamma C_2)$  наближається до нуля;
- $H(C_1\gamma C_2) \leq H(C_1\beta C_2)$ , тобто оцінка сукупності властивостей при їх значній кореляції завжди менше або дорівнює оцінці цих же властивостей при незначному взаємозв'язку.

При використанні ЛА необхідно визначити графічну модель ієрархії показників з урахуванням зав'язків між ними та ваговими коефіцієнтами показників, як показано на рисунку. Для характеристики зав'язків між компетенціями застосовуються оператори логіки антонімів:

$$\beta : H(C_1\beta C_2) = H(C_1) + H(C_2) \text{ – «слабкий зв'язок» і}$$

$$\gamma : H(C_1\gamma C_2) = -\log_2 \left[ 1 - (1 - 2^{-H(C_1)})(1 - 2^{-H(C_2)}) \right] \text{ – «сильний зв'язок»}.$$

Кожна компетенція  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$  описується на підставі властивостей нижчого рівня (субкомпетенцій) і зав'язків. Додатково кожній з компетенцій графічної моделі необхідно поставити у відповідність певний ваговий коефіцієнт  $\rho_{ijk}$ , що враховує її важливість [3]. Далі відбувається перетворення ієрархічної графічної моделі в формулу, яка пов'язує показники нижнього рівня (субкомпетенцій) та інтегральну оцінку КІБ. Для графічної моделі, що представлена на рисунку 1, інтегральна оцінка в загальному вигляді виглядає наступним чином:

$$H[C] = H[C_1\gamma C_2\gamma C_3\gamma C_4\gamma C_5\gamma C_6] (5)$$

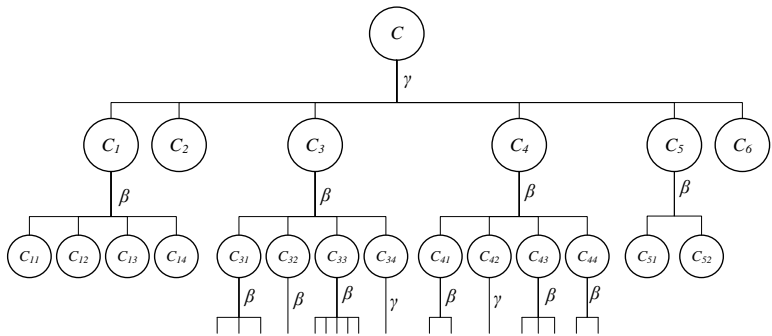


Рисунок 1 – Ієрархічна граф-модель інтегральної оцінки КІБ

Оцінювання КІБ організації або окремого спеціаліста необхідно не тільки керівництву організації для здійснення управління і контролю та своєчасного коригування можливих нестандартних ситуацій та підвищення конвергенції співробітників [4], а й замовникам, споживачам, співробітникам. Інформацію, отриману в результаті таких вимірювань і оцінок, рекомендується розглядати як вхідні дані для аналізу з боку керівництва, щоб переконатися, що постійне поліпшення рівня компетентності в галузі інформаційної безпеки є рушійною силою вдосконалення КІБ організації.

Використання інноваційного методу оцінювання рівня компетентності фахівців, на базі нечітких логік (зокрема, логіки антонімів) дає безсумнівні переваги, які найбільшою мірою корисні для тих фахівців, які організують процес оцінки та удосконалення, оскільки метод дозволяє чітко встановити причинно-наслідкові зв'язки між сформованими в процесі засвоєння компетенцій фахівцями і рівнем компетентності. В наслідок чого, процес реалізації програм підвищення кваліфікації стає більш керованим.

### **Список використаних джерел**

1. Литвинов В.В. Модель культури інформаційної безпеки організації / В.В. Литвинов, О.В. Трунова, М.М. Войцеховська // «Перспективні напрями захисту інформації»: матеріали другої всеукраїнської науково-практичної конференції. – м. Одеса, 03-07 вересня 2016 р. – Одеса: ОНАЗ, 2016. – С. 47 – 50.
2. Адаменко А.А. Недетерминированные когнитивные модели на базе логики антонимов / А.А. Адаменко, Я.Б. Ершенико, Т.В. Кондрашова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. Выпуск № 1-1 (172). Том 29. 2014. – 105-109 с. – Электронный ресурс: <http://cyberleninka.ru/article/n/nedeterminirovannyye-kognitivnyye-modeli-na-baze-logiki-antonimov> Голота Я.Я. О формализации логики неполных знаний (логики антонимов) // Логика и развитие научного знания:

3. Межвуз. сб./ Под ред. И.Н. Бродского, Я.А. Слина. СпбГУ, СПб., 1992. – С.92-112.

4. Дорош М.С. Дослідження конвергенції цінностей учасників на прикладі міжнародного наукового проекту з кіберзахисту / М.С. Дорош, О.В. Трунова, Д.М. Ітченко, М.М. Войцеховська, М.С. Двоєглазова // Східно-Європейський журнал передових технологій. Випуск №6-3 (84), 2016. – С.4-10. – Електронний ресурс: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/85215/87681>

### **Інформація про авторів:**

**Трунова Олена Василівна**-к.пед.н., доцент, Чернігівський національний технологічний університет,  
м. Чернігів, вул. Шевченка, буд. 95, корп. 4., 14027, Україна  
[e.trunova@gmail.com](mailto:e.trunova@gmail.com)

**Войцеховська Марія Михайлівна**-аспірант, Чернігівський національний технологічний університет,  
м. Чернігів, вул. Шевченка, буд. 95, корп. 4., 14027, Україна  
[m.voitsekhovska@gmail.com](mailto:m.voitsekhovska@gmail.com)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

***Annotation:** There was proposed a hierarchical graf-model of integrated organization's (specialist's) information security culture (ISC) based on the competency level assessment determining using fuzzy logic and logic of antonyms. Using this model during the organization's ISC expert assessment involves a significant simplification of the decision making process of determining the competencies and subcompetencies formed level, since it allows to take into account the presence of weak and strong relations.*

***Keywords:** information security culture; information security culture model; specialist's competency; logic of antonyms.*



# КІБЕРБЕЗПЕКА ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМ. ОЦІНКА РИЗИКІВ ТА СПОСОБИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ

Харченко Денис, Грудзинський Юліан



**Анотація:** Розглянуто методи і методологію для визначення і зниження уразливості мережевих систем управління від небажаних вторгнень. Також приведена процедура виконання оцінки ризиків кібербезпеки мережі управління технологічним процесом та визначені основні заходи для підвищення захищеності системи.

**Ключові слова:** кібербезпека, промислова система, мережі, захист мереж, методика, ризики, уразливість, оцінка, захисні заходи

## Вступ

В даний час у складі систем управління виробничими та технологічними процесами використовується багато програмо-технічних систем, що працюють з різноманітними комп'ютерними мережами обміну інформацією (локальні мережі, спеціалізовані мережі, Інтернет та ін.) Існуючі системи являють собою суміш інноваційних впроваджень і застарілих технологічних рішень, що створює проблеми для здійснення та забезпечення заходів безпеки. Небажані втручання в систему управління у кращому випадку можуть призвести до втрати прибутку компанії, а в деяких випадках призводять і до аварій с тяжкими наслідками і людськими жертвами. Як приклад, можна навести вибух природного газу у Нью-Йорку, що виник внаслідок незаконних втручань в мережу газових трубопроводів[7].

Нижче розглянуто методи і методологію для визначення і зниження уразливості мережевих систем управління від небажаних вторгнень. Також, приведена процедура виконання оцінки ризиків кібербезпеки мережі управління технологічним процесом. Після завершення виконання такої процедури, результати оцінки дозволяють розробнику системи управління планувати розширення інфраструктури з упевненістю в безпеці і надійності роботи мережі..

## Частина 1. Огляд проблем в сфері індустріальної кібербезпеки

На даний момент велика кількість державних та приватних об'єктів в Україні та світі працює під загрозою кібернападу. Більш того, є вже досить велика кількість установ, які стали жертвами злочинців. Одним з

найяскравіших прикладів такого втручання був випадок кібератаки на ПАТ "Прикарпаттяобленерго"[1], внаслідок чого близько 230000 людей залишились без світла на декілька годин. Ця атака була спрямована на SCADA систему управління електричними підсистемами і спричинила неабияку шкоду, адже система не була повністю відновлена навіть через два місяці [2].

Проте, критична інфраструктура є не єдиною ціллю кібернападів. Наприклад, ботнет Mirai використав більш ніж 150000 IoT (internet of things) пристроїв, в своїй більшості камер відеоспостереження та датчиків, що спровокувало проблеми у користувачів французького провайдера OVH [3,4]. Цей напад класифікують як один з найбільших DDoS нападів в історії.

Існує багато інших прикладів таких нападів, але їх об'єднує одне – використання засобів контролю чи управління для заподіяння шкоди певному об'єкту критичної інфраструктури, бізнесу, державній компанії чи навіть конкретній особі. Саме тому розробникам АСУ слід звернути увагу на методи протидії різноманітним кібератакам.

### Частина 2. Оцінка ризиків кібербезпеки

Прикладом діючої процедури оцінки ризиків може слугувати звіт ISA's "Technical Report ISA-TR99.00.022004: Integrating Electronic Security into the Manufacturing and Control Systems Environment". У цьому звіті наводиться багатоступінчастий підхід до розробки програми кібербезпеки в промислових установках.

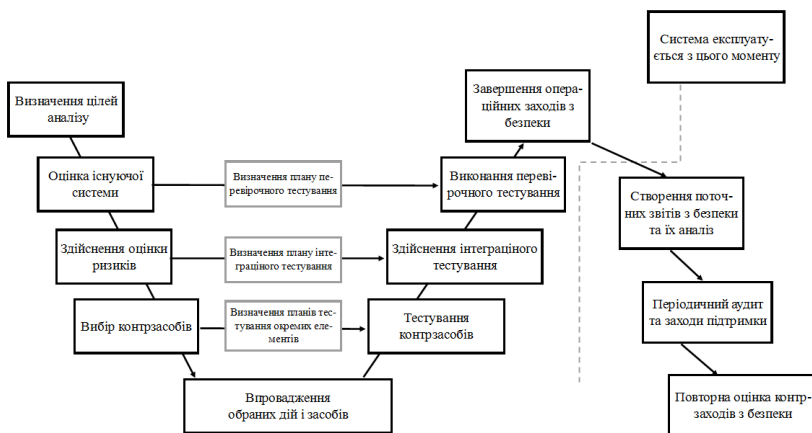


Рис. 1. Модель життєвого циклу безпеки ISA

Для того щоб зрозуміти як зробити безпечну систему за методикою ISA, розглянемо основні складові оцінки кібербезпеки моделі за моделлю ISA. Відзначимо, що усі нижченаведені пункти оцінки відносяться до кроків 2-8 моделі, а саме від "Оцінка і визначення існуючої мережевої

системи" і до "Завершення операційних заходів з безпеки". Причому, тільки п. 8 (Рекомендації) відповідає кроку 4 моделі (Вибір контрзасобів), усі інші – деталізація кроків 2 і 3.

Методи оцінки

У центрі уваги - кроки 2 і 3 моделі, а саме: "Оцінка і визначення існуючої мережної системи" і "Проведення оцінки ризиків".

Людський фактор

Оцінка поточної ситуації кібербезпеки на конкретній ділянці включає в себе проведення опитування ключових співробітників, котрі забезпечують поточні операції управління обладнанням на місці установки. Проводиться серія структурованих інтерв'ю, що стосуються кібербезпеки в мережних системах компанії. Ці інтерв'ю дають основу для технічного аналізу мережних систем з точки зору безпеки. Вони зосереджені на визначенні:

- 1) загального розуміння і дотримання угод про політику безпеки, що використовується для захисту мережних систем від кібератак;
- 2) архітектури мережевої системи управління поточними процесами через призму кібербезпеки;
- 3) способів дистанційного з'єднання через веб-ресурси;
- 4) будь-яких проблем безпеки системи управління, які в даний час не вирішуються.

Після завершення кожного інтерв'ю, інтерв'юер проводить попередню оцінку і призначає рівень ризику для кожного питання. Анкети потім вводяться в базу даних і рівень ризику обраховується з урахуванням статистичної похибки.

Опис пристроїв

Повний список мережних пристроїв управління повинен бути розроблений та внесений в базу даних проекту підвищення рівня безпеки. Ця база даних має бути розширена в більш повну базу даних про інформаційні структури підприємства по закінченню оцінки.

Архітектура мережі

У цій частині, підключення до мережі і дані конфігурації мережних пристроїв управління збираються та аналізуються. Після цього, повинні бути створені мережеві діаграми системи управління для того щоб окреслити ключові пристрої в мережі. Ці мережеві діаграми є графічним представленнями пристроїв, визначених у базі даних проекту і відображають основну логічну архітектуру мережі, наприклад, з'єднання, в поєднанні з особливостями фізичної архітектури мережі, такими як розташування пристроїв.

Вибір інструменту оцінки мережі

Мета цієї частини полягає в тому, щоб підібрати такі принципи роботи з ПЗ і самі ПЗ, які мають низьку ймовірність збоїв в технологічних операціях. Оцінка вразливості (ОВ) виконується інструментами сканування мережі (Nessus/NeWT, Auditor Enterprise, SAINT Scanner і т.п.) та визначає, чи правильно налаштовані пристрої, підключені до мережі. На жаль, ці інструменти можуть привести до певних помилок в пристроях

управління, що робить їх використання неприпустимим в критичних умовах в цеху. Для вирішення цієї проблеми, необхідний набір інструментів і процедур повинен бути розроблений з урахуванням конкретних об'єктів. Вони повинні бути обов'язково попередньо випробувані на аналогічних системах управління, які не є критичними.

Оцінка кожного пристрою

Наступним завданням є проведення оцінки пристроїв, їх дослідження в наступних областях: сервери, людино-машинні інтерфейси (НМІ), модеми маршрутизатори / комутатори, брандмауери, програмовані логічні контролери (ПЛК), розподілені системи управління (DCS), шлюзи, інтелектуальні електронні пристрої (ІЕП) та інші.

Оцінка фізичної безпеки пристрою здійснюється шляхом відвідування місця встановлення кожного пристрою, використовуючи при цьому відповідний інструмент і так званий лист оцінки. Лист оцінки має визначити основну інформацію про пристрій, таку як час оцінки

оцінювачем, тип використання, місце розташування, функції, додатки, відповідальна за функціонування особа, виробник, модель, операційна система і IP-адреса. Потім оцінюється ризикбезпеки для пристрою за п'ятьма показниками (можливість та складність фізичного доступу, можливість та складність доступу до програмного забезпечення пристрою, вірогідність несанкціонованого підключення зовнішніх пристроїв, проблеми та нюанси безпеки і надійності конкретного пристрою, коментарі і зауваження до використання пристрою).

Загальні результати та аналіз

Після того, як робота попередніх пунктів буде завершена, група з оцінки починає аналіз зібраних даних. Для цього зібрані дані листів оцінки та програмних засобів вводяться в базу даних проекту для аналізу. На основі цих даних створюється звіт про оцінку кібербезпеки з переліком проблемних сфер.

Рекомендації

Після завершення процедури аналізу слід виконати методи приведення стану поточної кібербезпеки підприємства у відповідність до вимог галузевих практик. Для цього, зокрема, необхідна наступна інформація (за цією інформацією буде створений список заходів підвищення безпеки):

1. Розробка політики безпеки
2. Аналіз архітектури проекту
3. Огляд зовнішніх підключень
4. Пошук слабких місць системи
5. Пошук слабких місць пристроїв
6. Сегментація системи
7. Фізична безпека

### **Частина 3. Захисні та превентивні заходи**

Після того, як початкові етапи розробки політики безпеки завершені та була отримана інформація про поточний стан безпеки, нижче вказані кроки поліпшать кібербезпеку обраного об'єкту:

- коректна політика безпеки;

- покращення мережевої архітектури;
- оптимізація процесів на робочих станціях;
- оптимізація передачі даних;
- контроль над віддаленим доступом з використанням двофакторної аутентифікації та складного шифрування [6]

Найбільш ефективними заходами для забезпечення максимального рівня кібербезпеки на підприємстві є наступні:

- організація кібербезпеки на етапі проектування мережі;
- централізоване керування створенням і впровадженням кібербезпеки;
- детальна проробка архітектури мережі;
- проведення навчання з питань кібербезпеки усього причетного персоналу підприємства;
- закриття непотрібних з'єднань, портів на маршрутизаторах та видалення зайвого програмного забезпечення на комп'ютерах, з яких буде здійснюватися управління процесами;
- використання захищених FTP-серверів для передачі файлів;
- використання двофакторної аутентифікації чи, на крайній випадок, складних паролів;
- дистанційне з'єднання через спеціальні захищені протоколи (типу https) та через централізований портал з логуванням кожної дії.

### **Висновки**

У цій статті подано короткий огляд проблем промислової кібербезпеки та зроблена спроба запропонувати процедуру аналізу кібербезпеки технологічних систем і мереж сучасного промислового підприємства на базі технічного звіту ISA-TR99.00.022004.

Багато інцидентів сталися і багато ще попереду. Існуючі системи уразливі, але можуть бути захищеними. З урахуванням приведеної в статті інформації, майбутні системи можливо робити безпечними з самого початку.

Подібно до того, як ми ставимо наше контролерне керуюче обладнання і контрольно-вимірювальну апаратуру під замок, ми повинні забезпечити кібербезпеку (той самий "замок") і для мікропроцесорів та вбудованих систем, які керують технологічними процесами. Створення сучасної структури безпеки системи управління може бути виконане лише за умови достатньої грамотності технічного персоналу та підтримки і грамотного управління безпекою з боку керівництва.

### **Список використаних джерел**

1. Inside the Cuning, Unprecedented Hack of Ukraine's Power Grid [Electronic resource] // March 03. 2016: Proceedings. – Mode of access: WWW.URL: [www.wired.com/2016/03/inside-cuning-unprecedented-hack-ukraines-power-grid/](http://www.wired.com/2016/03/inside-cuning-unprecedented-hack-ukraines-power-grid/). - Last access: 01.03.2017. – Title from the screen.
2. ICS-CERT Cyber-Attack Against Ukrainian Critical Infrastructure [Electronic resource] // February 25. 2016: Proceedings. – Mode of access:

WWW.URL: [www.ics-cert.uscert.gov/alerts/IR-ALERT-H-16-056-01](http://www.ics-cert.uscert.gov/alerts/IR-ALERT-H-16-056-01). - Last access: 01.03.2017. – Title from the screen.

3. IoT ботнет Mirai: более 150.000 зараженных устройств по всему миру [Электронный ресурс] // 3 октября. 2016: Тип доступа: WWW.URL: [defcon.ru/malware-analysis/3672/](http://defcon.ru/malware-analysis/3672/). – Последний доступ: 01.03.2017. – Название с экрана.

4. The DDoS that didn't break the camel's VAC [Electronic resource] // October 07. 2016: Proceedings. – Mode of access: WWW.URL: [www.ovh.co.uk/news/articles/a2367.ddos-attack-which-didnt-break-the-camels-vac](http://www.ovh.co.uk/news/articles/a2367.ddos-attack-which-didnt-break-the-camels-vac). - Last access: 01.03.2017. – Title from the screen.

5. Lowe, J. Integrating Security in SCADA Solutions, Electronic Security of SCADA: Control and Automation Systems Workshop / J. Lowe, B. Robertson. - National Infrastructure Security Coordination Centre (NISCC), London, UK, May 2003.

6. ISA-TR99.00.02-2004, Integrating Electronic Security into the Manufacturing and Control Systems Environment, Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), April 2004.

7. Manhattan explosion highlights illegal gas hookups [Electronic resource] // March 31. 2015: Proceedings. – Mode of access: WWW.URL: [www.rt.com/usa/245713-manhattan-gas-explosion-illegal/](http://www.rt.com/usa/245713-manhattan-gas-explosion-illegal/). - Last access: 01.03.2017. – Title from the screen.

### **Інформація про авторів:**

**Харченко Денис** – магістр каф. АТЕП ТЕФ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», Україна;

е-mail: [denisxar@yandex.ua](mailto:denisxar@yandex.ua)

тел. 095-6635438

Основні сфери досліджень: Автоматизація, Дизайн і проектування SCADA-систем, Кібербезпека в промисловості, Тестування промислових систем та ПЗ

**Грудзинський Юліан** – ст. викладач каф. АТЕП ТЕФ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», Україна;

е-mail: [jug@sonettele.com](mailto:jug@sonettele.com)

тел.. 050-3115622

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## ***INDUSTRIAL SYSTEMS CYBERSECURITY. RISK ASSESSMENT AND ITS MINIMIZATION***

*Denys Kharchenko, Yulian Grudzynsky*

**Abstract:** *Methods and methodology for identifying and reducing vulnerabilities of network management systems from unwanted intruders were*

*researched. Also there was shown the execution procedure of cybersecurity network risk management and identified key actions to improve system safety.*

***Keywords:** cyber security, industrial systems, networks, network security, methods, risks, vulnerability assessment, safeguar*

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ АКТИВОВ**

Александр Хуторной



### **Современный подход к управлению производственными активами**

Многие промышленные предприятия до сих пор для решения задач технического обслуживания и ремонта (ТОиР) производственных активов традиционно используют систему планово-предупредительных ремонтов (ППР), появившуюся в давние советские времена, когда еще не было ни современных информационных технологий, ни более совершенных методик управления.

Проблема системы ППР не только в том, что она требует большей трудоёмкости профилактических работ и значительной численности ремонтного персонала, а в том, что обслуживание по устаревшим нормативам и через усредненные периоды не дает гарантии, что в межремонтный период в работе оборудования не произойдет отказов и поломок.

Неспособность традиционных методик предотвращать отказы оборудования привела к появлению новых подходов к организации ремонтов. Современная методика отличается от системы ППР тем, что основывается на контроле технического состояния отдельных единиц оборудования.

## **Совмещение системы ППР с ремонтом по состоянию**

Оборудование ломается не потому, что долго работает, а потому что в нем возникают дефекты, которые приводят к преждевременному износу и в итоге к поломке оборудования.

Большинство дефектов имеют свои диагностические параметры. Своевременная диагностика и прогноз изменения параметров дефектов позволяет определить критическую дату, при достижении которой требуется принятие ремонтных воздействий для предотвращения технических неисправностей.

Переход со схемы выполнения ППР на ремонты по техническому состоянию позволит значительно снизить объем ремонтных работ и увеличить межремонтный ресурс, что в свою очередь приведет к значительному снижению стоимости обслуживания активов.

В системе ППР основанием для определения объекта ремонта, сроков и объемов работ является наработка оборудования, а при ремонте по техническому состоянию – фактическое состояние оборудования.

Система планирования на основе ППР практически себя изжила – с этим согласны многие эксперты. Но проблемой перехода на ремонт по состоянию является отсутствие достоверные данные о техническом состоянии оборудования.

Будущее конечно же за планированием работ ТОиР по техническому состоянию, но быстрый переход на такую схему затруднен, а полный отказ от ППР невозможен по юридическим причинам.

Выход – это совмещение системы ППР и планирования по техническому состоянию, что позволит:

- Использование системы приоритетов при планировании работ ТОиР
- Различные принципы планирования по видам оборудования и работ
- Значительная часть работ планируется по наработке
- Планируется только то, что можно запланировать
- Скользящее планирование – уточнение по горизонтам

планирования с учетом технического состояния

- Среднесрочное и краткосрочное планирование

## **Выбор оптимальной стратегии эксплуатации оборудования**

Вопрос выбора стратегии эксплуатации для определенной единицы оборудования зависит от многих факторов, ключевым из которых является соотношение плановых затрат на выполнение работ и затрат на устранение последствий аварий.

В настоящее время в теории управления процессами ТОиР популярно применение методики обслуживания, ориентированной на надежность работы оборудования - известная как RCM (Reliability-centered Maintenance). Согласно этой методике, поддержание всех единиц оборудования в безупречном состоянии не является самоцелью, главное – это работоспособность производственной системы в целом, а не работоспособность каждой единицы оборудования.



Различные единицы или группы оборудования на предприятии имеют разную значимость (важность) для выполнения производственной системой своих функций и исключения возможного ущерба. Цель - обеспечение надежности работы особо важных объектов (в соответствии с их критичностью), выход из строя которых повлечет за собой значительные последствия. При оценке последствий учитываются различные риски - срыв производственных планов, несоблюдение норм качества продукции, экологические катастрофы и т.п.

Отнесение оборудования к той или иной категории означает определенный набор действий в соответствии с оптимальной стратегией обслуживания – обслуживание по наработке, ремонт по состоянию или работа на отказ.

Методика RCM основана на определении требований к обслуживанию отдельной единицы оборудования и направлена на предупреждение последствий отказов, при этом учитываются конкретные условия эксплуатации с учетом присущей оборудованию интенсивности отказов и важности оборудования в производственной системе.

Таким образом, с одной стороны, достигается снижение затрат по малозначительным объектам, а с другой стороны, сохраняется заданная надежность работы значимых объектов.

Внедрение методологии RCM приводит к сокращению бюджета предприятия на ТОиР минимум на 20% и более при сохранении надежности оборудования, а главное снижает риск длительных остановок производства.

### **Решения КОРПОРАЦИИ ГАЛАКТИКА в области ТОиР**

Корпорация «Галактика», выполняя проекты заказчиков по оптимизации технического обслуживания и ремонта оборудования, использует возможности современной системы управления производственными активами «Галактика ЕАМ», основанной на передовых методиках обслуживания по состоянию и обслуживания с ориентацией на надежность.

Система «Галактика ЕАМ» позволяет реализовать мониторинг технического состояния оборудования и на основе системы критериев определять аварийные объекты, требующие обслуживания и ремонта.

Встроенный в систему инструментарий позволяет значительно повысить точность и оперативность планирования, а так же сократить сроки и затраты на закупку запчастей и выполнение регламентных и внеплановых работ.

Система «Галактика ЕАМ» - позволяет эффективно управлять как основными, так и всеми вспомогательными процессами технического обслуживания и эксплуатации оборудования.

Информационная система управления активами «Галактика ЕАМ» разработана в соответствии с существующими мировыми стандартами в области управления активами и с учетом сложившейся практики отечественных предприятий.

При ее разработке были использованы как практический опыт реализации проектов и научные достижения в области управления активами, так и самые современные информационные технологии

### **Информация об авторе:**

**Александр Хуторной-** Корпорация «Галактика», г. Киев, ул. Е. Коновальца, 31

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*The low efficiency of many industrial enterprises are largely due to weak management of assets, primarily non-optimized system maintenance and repair services (MRO).*

*Many industrial enterprises are still for the decision of tasks of maintenance and repair (MRO) of production assets have traditionally used a system of preventive maintenance (PM), which appeared in the old days, when there were no modern information technology or improved management techniques.*

*In a number of sectors the current costs of Maintenance can be up to 70% of cost of goods manufactured. In practice, the optimal strategy of equipment operation, application of modern maintenance strategies and capabilities of information technologies allows to achieve a significant reduction of operating costs and equipment repairs while maintaining the necessary level of reliability.*

*The Corporation "Galaxy", performing projects for customers in optimizing maintenance and repair of equipment, uses the modern management system of production assets "Galaxy EAM" based on best practices as service and maintenance with a focus on reliability.*

*Use the software "Galaxy EAM" will enable the management of enterprise services, chief mechanic and energy to improve the efficiency of equipment operation, to reduce material and time costs for their maintenance and repair.*

# ЧИННИКИ МІГРАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ РАДІОНУКЛІДІВ У ГРУНТІ

Чапля Євген, Лянце Ганна, Чернуха Ольга, Гончарук Володимир



**Анотація:** Проаналізовано чинники процесу міграції радіонуклідів у різних типах ґрунтів внаслідок радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС.

**Ключові слова:** радіонуклід, ґрунт, потік фільтрації, дифузія, фактор, гідрографічна мережа

## **Вступ**

Радіонукліди, що випали на поверхню ґрунту, під впливом природних чинників мігрують у горизонтальному і вертикальному напрямках. Під міграцією радіонуклідів у ґрунті розуміють сукупність процесів, які приводять до переміщення радіонуклідів і розподілу їх між різними фазами і станами, що обумовлює зокрема перерозподіл радіонуклідів за глибиною ґрунтового профілю та зумовлює надходження їх у рослини і ґрунтові води.

Міграція радіонуклідів у ландшафті розвивається на фоні суперечливої взаємодії двох груп чинників. Одна група визначає переважно винесення з ґрунтів радіонуклідів і розвиток процесів самоочищення ландшафтів. Це чинники стоку і змиву, а також ті, що регулюють кислотність та інші

параметри ґрунтів, які сприяють переходу радіонуклідів у рухомі форми. Друга група чинників діє на утримання радіонуклідів на місці випадання та зумовлює радіоекологічну ємність ландшафтів. Це наявність у ґрунті і товщі ґрунтоутворюючих порід гумусу, глинистих мінералів, а також ландшафтно-геохімічних та біогеохімічних бар'єрів.

### **Аналіз чинників міграції радіонуклідів у ґрунті**

Внаслідок вітрової ерозії підстилаючої поверхні ґрунту, змиву радіоактивних речовин з рослинності атмосферними опадами та їхнього стоку в низинні безстічні ділянки і гідрографічну мережу відбувається горизонтальний перерозподіл радіонуклідів. Швидкість горизонтальної міграції залежить від гідрометеорологічних чинників (швидкість вітру у приземних шарах атмосфери, кількість та інтенсивність атмосферних опадів), фізико-географічних особливостей даного району (наприклад, рельєф місцевості, рослинність), дисперсності радіоактивних аерозолей, міцності їх фіксації ґрунтом і рослинністю тощо. Найбільша швидкість горизонтальної міграції радіонуклідів спостерігається при сильних дощах, які змивають радіоактивні речовини, що осіли на листях, суцвіттях, стеблах рослин, при весняному таненні снігу, коли відбувається інтенсивний поверхневий сток атмосферних опадів, які випали в зимовий період, з водозбірних басейнів у гідрографічну мережу або під час ерозії ґрунтів.

З часом у ґрунтах відбуваються процеси переміщення радіонуклідів углиб ґрунту внаслідок їхнього перенесення з верхніх шарів ґрунту фільтраційними потоками і дифузиею. Ці хімічні процеси регулюють в основному вертикальне переміщення радіоактивного забруднення. Обмежувачими бар'єрами для розповсюдження радіонуклідів будуть у першу чергу мінерали з високими сорбційними характеристиками – глини, гідролуїди, оксиди і гідрооксиди заліза.

В природних умовах вертикальна міграція радіонуклідів відбувається шляхом переносу частинок твердої фази (до якої відносяться і паливні частинки) у вигляді водних механічних суспензій, та в загальному випадку конвективної дифузії у поровому розчині при супутних явищах сорбції-десорбції [1-7]. При інтенсивному переносі водних механічних суспензій спостерігаються ефекти зменшення вільно доступного порового розчину і блокування шляхів руху твердих компонент, що в кінцевому результаті приводить до перерозподілу і фактичного знаходження цих частинок тільки у тонкому поверхневому шарі [8]. Конвективна дифузія радіонуклідів у порових розчинах при малих часах релаксації процесів сорбції у порівнянні з часами релаксації дифузійних просторових процесів у значній обмінній ємності ґрунтів теж не повинна приводити до значного вертикального переносу домішкової речовини [9].

Природні фактори, пов'язані з рухом ґрунтової вологи (фільтраційний потік, капілярний потік, термовологоперенос), можна інтегрально розглядати як один сумарний потік вологи. Перенос радіонуклідів відбувається переважно з ґрунтовим розчином і супроводжується адсорбцією на поверхні твердої фази ґрунту і десорбцією назад у

грунтового розчин. Напрямок та інтенсивність руху ґрунтових вод залежить від властивостей ґрунту та кліматичних умов. Так у спекотні літні дні, коли переважає капілярний рух порового розчину, сумарний потік ґрунтових вод направлений угору, після дощів переважає інфільтрація і сумарний потік направлений униз [5].

Але зміною потоку в часі при дослідженнях міграції радіонуклідів у ґрунті, яка проходить роками, можна знехтувати, оскільки середньорічний потік вологи для даного типу ґрунту в даних кліматичних умовах з достатньою точністю для досліджень міграції є величиною постійною.

Для встановлення оцінки внеску конвективного і дифузійного переносу іонів радіонуклідів у їхньому переміщенні у ґрунті швидкість конвективного переносу  $V$  іонів у ґрунті можна оцінити за формулою [5]

$$V \approx v / \gamma K_p, \quad (1)$$

де  $v$  - середня швидкість потоку вологи;  $\gamma$  - густина ґрунтового розчину;  $K_p$  - коефіцієнт розподілу.

Середня швидкість потоку вологи для ґрунтів середньої смуги Європи складає біля  $(0,3-30) \cdot 10^{-2}$  м за рік, густина ґрунтового розчину  $\gamma = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт розподілу для стронцію  $K_p \approx 10^{-2}$  м<sup>3</sup>/кг. В результаті отримуємо, що за рік <sup>90</sup>Sr зміщується у ґрунті на  $(0,03-3) \cdot 10^{-2}$  м.

Поряд з конвективним переносом значну роль у міграції радіонуклідів відіграє дифузія, як фактор, який викликає переміщення не тільки іонів, що знаходяться у розчині, але й адсорбованих іонів. Вклад дифузії буде різним у різних типах ґрунтів. Він буде тим більшим, чим більше іонів адсорбовано і чим менша швидкість потоку ґрунтової вологи.

У ґрунті частина іонів знаходиться в адсорбованому стані, а частина – у розчині. Процес дифузійного переносу іонів, як правило, складається з послідовних процесів повільної дифузії в адсорбованому стані, переході їх у розчин у результаті іонного обміну, більш швидкої дифузії у розчині і переходу знову в адсорбований стан.

Дифузію можна вважати найбільш розповсюдженим процесом, оскільки у ґрунті завжди наявні градієнти концентрації складових елементів. Тому, не дивлячись на порівняльно невелику швидкість дифузійних процесів, вони відіграють часто основну роль у поширенні, зокрема, радіоактивних забруднень.

Щоб оцінити вклад дифузійної міграції можна застосувати наближену формулу переміщення  $x$  частинок домішки [5]

$$x \cong 2\sqrt{Dt/\pi}, \quad (2)$$

де  $D$  – коефіцієнт дифузії;  $t$  – час.

Для <sup>90</sup>Sr коефіцієнт дифузії змінюється у ґрунтах у природних умовах у межах  $(10^{-12}-10^{-11})$  м<sup>2</sup>/с. В результаті за рахунок дифузійних процесів середнє зміщення стронцію за рік складає  $(0,5-2) \cdot 10^{-2}$  м.

Однак існує якісна відмінність у характері дії двох факторів: конвективного переносу з потоком вологи і дифузії. Конвективний перенос приводить до переміщення зони забруднення зі зміщенням максимальної концентрації углиб ґрунту. Дифузія викликає розширення зони забруднення з одночасним зменшенням величини максимальної концентрації.

Перенос іонів кореневими системами рослин також вносить свій вклад у міграцію радіонуклідів. Значимість цього фактора залежить від глибини розповсюдження і густини кореневої системи у ґрунті. Але оскільки адсорбційна здатність кореневої системи менша, ніж ґрунту, то при умові, що їх сумарний об'єм складає незначну частину від об'єму ґрунту, який займає коренева система, вклад кореневого переносу радіонуклідів, як правило, не суттєвий. Коли ж роль кореневого переносу у міграції є помітною, то його наслідки такі ж, як і у попередніх двох випадках – зона забруднення розвивається і проникає в глибину ґрунту. Зворотний рух по кореневій системі значного впливу на міграцію не має, оскільки радіонукліди з зони малої концентрації забруднення потрапляють у зону великої концентрації, і тому ним можна знехтувати.

Оскільки конвективний перенос вологи у ґрунті і дифузія описуються достатньо точно існуючими математичними моделями, а дія інших факторів приводить до подібних наслідків, то при дослідженні міграції радіонуклідів у ґрунті можна обмежитися врахуванням конвективного переносу радіонуклідів з ґрунтовою вологою та їхньою дифузіїєю.

#### **Поверхневий змив радіонуклідів**

В якості кількісної характеристики поверхневого змиву можна використовувати коефіцієнт змиву  $K$ , який описує частину запасу радіонуклідів на водозборі, яка надійшла з поверхневим стоком у водойму [10]. Коефіцієнт змиву  $K$  для водорозчинної форми радіонуклідів визначається із співвідношення:

$$K = A_p h / (A_0 H), \quad (3)$$

де  $A_p$  – водорозчинна частина активності;  $A_0$  – загальна активність;  $h$  – товщина шару поверхневого стоку, мм;  $H$  – загальний водозапас у місці відбирання проби.

Аналіз результатів досліджень показує, що  $^{90}\text{Sr}$  змивається в основному в розчиненому стані (це впливає із співвідношення значень коефіцієнтів змиву у розчиненому стані і зависі). Основна частина  $^{137}\text{Cs}$  змивається у завислому стані, що пояснюється здатністю атомів цезію утворювати міцні сполуки з глинистими матеріалами та залучати їх до дрібнодисперсної частини ґрунту.

В той же час для паливних частинок спостерігаються деякі загальні закономірності локальної горизонтальної міграції [1]. В конкретних геоморфологічних умовах при наявності областей збору і вносу піщого матеріалу, які розміщені на різних висотах і з'єднані руслом водних потоків, спостерігається утворення зон накопичення паливних частинок, аналогічно до зон накопичення важких акцесорних мінералів.

Радіоактивність паливних частинок спрощує виявлення місць їхнього накопичення. В табл. 1 наведено дані про горизонтальне переміщення паливних частинок на відносно невеликі відстані [1]. Концентрація цезію, яка відображає вміст паливних частинок у піскових ґрунтах, змінюється від області зносу до області накопичення у 4-60 раз.

**Таблиця 1. Концентрація  $^{144}\text{Cs}$  на ділянках локального переносу паливних частинок (на 26.04.86)**

Місце відбору проб	Концентрація $^{144}\text{Cs}$ в ґрунті $\cdot 10^{-4}$ , Бк/кг		Відстань між точками відбору проб, м
	знос	накопичення	
Полігон 3	0,4	3,1	30
Північний берег ставка-охолоджувача	4,8	80	3
Полігон 4	0,9	55	5
„Лісництво”, 9 км західніше 4-го блоку	8,1	35	3,5
р. Прип'ять, правий берег біля парому	2,4	32	30

На основі досліджень горизонтального переносу радіонуклідів зроблено висновок, що процеси локального переносу паливних частинок можуть привести тільки до незначного їх переміщення, а не до збільшення диференціації розподілу радіоактивних елементів [1].

**Кількісні закономірності вертикальної міграції радіонуклідів**

Дослідження вертикального розподілу радіонуклідів у ґрунтах 30-кілометрової зони ЧАЕС проводились багатьма науковими школами. Зокрема, перенос трансуранових елементів досліджувався на ґрунтових полігонах, які розміщені на відстані 5 - 14,5 км від станції і охоплюють такі типи ґрунтів: торфово-болотний, на низинних торфах потужністю більше, ніж 0,5 м; дерново-луговий пісковий опідзолений; дерново-луговий пісковий, глеєватий; дерново-підзолистий пісковий, дерново-слабокпідзолистий малогумусний пісковий [11]. Кожен тип ґрунту представлений трьома полігонами, які відрізняються ландшафтом і ступенем забруднення. В табл. 2-4 наведено дані вертикального розподілу форм радіонуклідів залежно від типу ґрунту.

**Таблиця 2. Розподіл форм  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  у торф'янику (%)**

Шар ґрунту, 10 <sup>-2</sup> м	Форма	<sup>90</sup> Sr	<sup>239</sup> Pu	<sup>241</sup> Am
1	Водорозчинна	0,59	0,36	0,48
	Обмінна	48,4	0,77	2,4
	Кислоторозчинна	24,8	1,14	43,2
	Твердий залишок	26,1	97,7	53,9
2	Водорозчинна	0,54	0,47	0,32
	Обмінна	46,1	0,94	3,45
	Кислоторозчинна	37,7	1,27	47,1
	Твердий залишок	15,6	97,4	48,9
3	Водорозчинна	0,8	0,52	0,19
	Обмінна	42,9	1,01	3,12
	Кислоторозчинна	38,6	1,17	53,3
	Твердий залишок	17,6	97,3	43,4
4	Водорозчинна	0,8	0,41	0,11
	Обмінна	46,4	0,68	5,6
	Кислоторозчинна	37,3	1,72	61,1
	Твердий залишок	15,1	97,0	33,3
5	Водорозчинна	0,5	0,5	0,15
	Обмінна	46,6	1,5	3,55
	Кислоторозчинна	39,5	4,0	52,0
	Твердий залишок	13,4	94,0	44,3



6	Водорозчинна	0,5	1,1	-
	Обмінна	45,6	2,3	6,2
	Кислоторозчинна	37,9	3,4	42,9
	Твердий залишок	16,0	93,2	50,9

**Таблиця 3. Розподіл форм  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  у глеєвatomу ґрунті (%)**

Шар ґрунту, $10^{-2}$ м	Форма	$^{90}\text{Sr}$	$^{239}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$
1	Водорозчинна	4,48	0,77	0,55
	Обмінна	26,7	4,11	7,94
	Кислоторозчинна	15,2	4,51	46,0
	Твердий залишок	53,6	90,6	45,5
2	Водорозчинна	4,25	0,58	0,3
	Обмінна	36,5	3,1	6,7
	Кислоторозчинна	27,2	3,7	56,4
	Твердий залишок	32,1	92,6	36,6
3	Водорозчинна	3,77	0,48	0,18
	Обмінна	52,2	5,27	8,56
	Кислоторозчинна	26,8	4,13	53,0
	Твердий залишок	17,2	90,1	38,2
4	Водорозчинна	2,67	0,62	0,14
	Обмінна	48,2	4,85	6,69
	Кислоторозчинна	28,6	2,84	53,2
	Твердий залишок	20,5	91,7	39,9

5	Водорозчинна	2,91	0,88	0,15
	Обмінна	58,5	6,37	7,57
	Кислоторозчинна	26,2	3,38	53,7
	Твердий залишок	12,5	89,4	38,5

**Таблиця 4. Розподіл форм  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  у піщовому ґрунті (%)**

Шар ґрунту, $10^{-2}\text{м}$	Форма	$^{90}\text{Sr}$	$^{239}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$
1	Водорозчинна	4,07	3,89	0,27
	Обмінна	52,9	5,95	5,8
	Кислоторозчинна	29,7	5,85	73,4
	Твердий залишок	13,3	84,9	20,5
2	Водорозчинна	3,5	0,58	0,12
	Обмінна	55,1	3,65	7,74
	Кислоторозчинна	27,5	3,01	65,6
	Твердий залишок	13,9	92,8	26,9
3	Водорозчинна	1,29	0,66	0,16
	Обмінна	58,2	3,54	6,92
	Кислоторозчинна	30,4	3,83	66,4
	Твердий залишок	10,1	91,9	26,5
4	Водорозчинна	0,81	0,29	0,08
	Обмінна	74,7	4,17	6,14
	Кислоторозчинна	18,6	6,36	73,9
	Твердий залишок	5,91	89,2	19,9

5	Водорозчинна	0,74	0,17	0,07
	Обмінна	61,6	3,28	5,7
	Кислоторозчинна	31,2	3,57	74,3
	Твердий залишок	6,51	93,0	20,0

На 1992 рік для всіх досліджуваних типів ґрунтів у верхньому шарі товщиною 0,06 м знаходилось 95-97 % плутонію та америцію. Вміст  $^{90}\text{Sr}$  у малогумусних піскових ґрунтах на глибині 0,12-0,14 м досягає 8-10 % від його повного вмісту у пробі. В цих ґрунтах спостерігається підвищене вилугування стронцію і його значна міграція у глибинні горизонти. Проникнення активності в оглені ґрунтові горизонти обмежене і складає десяті частки відсотка для стронцію і соті частки відсотка – для плутонію та америцію.

За результатами досліджень щодо знаходження різних форм  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  за глибиною профілю в алювіально-дернових ґрунтах [12] зроблено висновки, що на серпень 1991 року в алювіальних дернових ґрунтах основна кількість радіонуклідів (97-99 % від загального запасу) знаходиться у верхніх шарах ґрунту (0-0,06 м). Незважаючи на значну відмінність хімічних форм  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтах практично відсутня різниця у швидкості їх міграції. У верхньому шарі ґрунту на глибині 0,04–0,06 м спостерігається практично рівномірний розподіл водорозчинної та обмінносорбованої форм  $^{137}\text{Cs}$ . Нижче цього шару спостерігається поступове збільшення вмісту цих форм. Для всіх типів ґрунтів розподіл міцнов'язаної форми  $^{137}\text{Cs}$  рівномірний за профілем. Відносний вміст обмінносорбованої форми  $^{90}\text{Sr}$  для глеєвих і піскових ґрунтів збільшується з глибиною в шарі 0-0,06 м. Глибше частка цієї форми розподіляється рівномірно. Відношення рухомої і фіксованої форм  $^{90}\text{Sr}$  у досліджуваному шарі 0-0,3 м є величиною постійною.

З метою вивчення міграції  $^{137}\text{Cs}$  за ґрунтовим профілем проводились дослідження на ділянках з різними елементами рельєфу [13, 14]. За однакових атмосферних умов найбільші темпи міграції радіонукліду спостерігались на водороздільних увалах, схилах, у пониженнях, а також на затоплених заплавах. За інтенсивністю міграційних процесів ґрунти можна розмістити у такий ряд (за зменшенням інтенсивності):

*ґрунти постійно затоплюваних заплав → ґрунти незатоплюваних заплав → ґрунти ділянок водорозділу і терас → ґрунти схилів.*

У ґрунтах затоплюваних заплав максимум концентрації забруднення (біля 40 % загального запасу радіоцезію) знаходиться у шарі 0,1-0,15 м (Брянська обл.). На водороздільних схилах і терасах біля 90 % цезію знаходиться у шарі 0-0,05 м. Аналогічні закономірності встановлено і на

чорноземах. Однак, темпи міграції у цих ґрунтах дещо нижчі, ніж на піскових дерново-підзолистих ґрунтах. Відносно високі темпи міграції цезію на чорноземах Тульської області у порівнянні з дерново-підзолистими ґрунтами пов'язані з великою рухливістю комплексних органічних сполук  $^{137}\text{Cs}$ , доброю структурованістю чорноземних ґрунтів (наявністю великих тріщин і пор), а також високою сорбційною здатністю нижчих шарів ґрунтового профілю.

Аналіз досліджень вертикальної міграції цезію на ділянках, які відрізняються ґрунтами і ландшафтно-геохімічними характеристиками [15], показав, що, не дивлячись на різні рівні забруднення, для однотипних ґрунтів у першому наближенні розподіл  $^{137}\text{Cs}$  за глибиною носить подібний характер, і спостерігається напівлогарифмічна залежність зниження забруднення з глибиною. На цілих ділянках найрізкіше зниження вмісту  $^{137}\text{Cs}$  з глибиною спостерігається для піскових ґрунтів. Рівномірніший спад концентрації  $^{137}\text{Cs}$  у шарах торфового і дерново-підзолистого ґрунтів. На оброблюваних полях проходить усереднення вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у шарі 0-0,2 м.

Результати вивчення вертикального розподілу  $^{137}\text{Cs}$  показали, що на осінь 1992 року основна кількість цезію (до 80-90 %) на цілих ділянках розміщена у верхніх шарах ґрунту, які не перевищують 0,06 м. В залежності від типу ґрунтів розповсюдження  $^{137}\text{Cs}$  дійшло до глибини 0,15-0,24 м. На ці глибини проникло близько 0,3-1 %  $^{137}\text{Cs}$  від загального його вмісту у розрізі. На оброблюваних ділянках розповсюдження цезію дійшло до глибини 0,25-0,3 м, а вміст його на цих глибинах складає 0,02-0,3 % від вмісту у розрізі. Наявність цезію у глибинних горизонтах є наслідком процесів вилуговування  $^{137}\text{Cs}$  з випадань і переходом у рухомі водорозчинні форми з наступною міграцією за профілем ґрунту. Оскільки основна частина  $^{137}\text{Cs}$  знаходиться у міцно зв'язаній формі у верхніх 0,06 м ґрунту (98 % в дерново-підзолистому, 97 % в торфі, 92 % у піщовому ґрунті), то автори роботи [16] провели дослідження з метою виявлення складової ґрунту, яка (мінеральна чи органічна) зв'язує  $^{137}\text{Cs}$ . Результати досліджень показали, з органічною компонентою ґрунту зв'язано не більше, ніж 3-10 %  $^{137}\text{Cs}$ . Основна частина  $^{137}\text{Cs}$  (90 %) зв'язана з мінеральною складовою ґрунту, яка як було встановлено являє собою суміш кварцу, ортоклазу і глинистих мінералів. Проведена оцінка виявила, що хоча глинисті мінерали складають тільки 5-7 мас% в мінеральній складовій ґрунту, вони містять 45-50 % від всієї кількості  $^{137}\text{Cs}$ .

В результаті процесу розкладу органічних речовин  $^{137}\text{Cs}$  переходить у рухомий стан. При цьому, як відомо з [17], основна його частина зв'язується з мінеральною компонентою ґрунту, а інша – може мігрувати

за профілем ґрунту. В результаті розкладення органічної компоненти ґрунту змінюються співвідношення між внеском у поглинання цезію органічною і мінеральною складовими ґрунту на користь мінеральної. При цьому вирішальну роль у поглинанні  $^{137}\text{Cs}$  мінеральною частиною ґрунту має ізоморфне заміщення іонів у кристалічній ґратці глинистих мінералів.

Кількість можливих форм міграції  $^{137}\text{Cs}$  (водорозчинна та обмінна) в поверхневих пробах ґрунту складає кілька відсотків. Тому проникнення у нижчі горизонти великої кількості  $^{137}\text{Cs}$  неможливе, оскільки  $^{137}\text{Cs}$  міцно зв'язаний з мінеральною складовою ґрунту, яка представлена більш або менш стійкими мінералами [16].

Дослідження вертикальної міграції радіонуклідів у ґрунтах і розподілу їх у системі „тверда фаза ґрунту-порові розчини” проведено авторами [18]. Об'єктом досліджень були проби необроблених органічних і мінеральних ґрунтів, які відбирались у 1994-1995 роках на території реперних ділянок.

Вертикальну міграцію радіонуклідів можна оцінити з їх виносу з однакових частин ґрунтових профілів.

В усіх типах ґрунтів  $^{90}\text{Sr}$  є наймобільнішим радіонуклідом. Це приводить до максимального потрапляння його у порові розчини і, відповідно, значення коефіцієнтів розподілу між твердою фазою ґрунту і поровим розчином для  $^{90}\text{Sr}$  є мінімальними.

На 1995 рік для дерново-підзолистого сипучого піщового ґрунту в (0-0,05)-метровому шарі відмічено тільки 34 % від сумарного вмісту  $^{90}\text{Sr}$  у ґрунтовому профілі, 66 % радіоізоотопу перемістилось у глибші шари. Винос  $^{90}\text{Sr}$  з (0-0,1)-метрового шару складає 62 %. У даному типі ґрунту швидкість міграції  $^{90}\text{Sr}$  є максимальною (у порівнянні з іншими досліджуваними типами ґрунтів). Така поведінка стронцію у дерново-підзолистому сипучому піщовому ґрунті може бути пов'язана з низькою сорбційною здатністю ґрунту (незначна іонообмінна ємність, малий вміст мінеральних і гумусних речовин, які закріплюють стронцій), значним запасом обмінної форми стронцію, а також із сипучою структурою і низькою вологоємністю ґрунту, що забезпечує промивний характер ґрунту. В інших типах ґрунтів винос радіостронцію за межі (0-0,05)-метрового шару не перевищує 48,5 %, а поза (0-0,1)-метровий шар – 12 %.

За інтенсивністю вертикального переносу  $^{90}\text{Sr}$  досліджувані ґрунти можуть бути розміщені в наступному ряді:

*дерново-підзолистий піщовий* → *заплавний дерновий* → *торфово-глеєвий* → *сильно мінералізований торфовий*.

Максимальна інтенсивність міграції  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  з (0-0,1)-метрового шару спостерігалась для заплавно-дернового ґрунту. Тут має вплив ступінь зволоження ґрунту. Винос  $^{137}\text{Cs}$  з 0,10-метрового шару не

перевищує 8,8 %,  $^{239,240}\text{Pu}$  – 2,4 % і  $^{241}\text{Am}$  – 5,2 % (для 0,05-метрового шару відмічено відповідно такий винос 16,5 %; 8 %; 24,9 %).

Швидкість вертикального перерозподілу трансуранових елементів співвимірна зі швидкістю міграції радіоцезію. Основна кількість  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  розміщена в (0–0,05)-метровому шарі ґрунту.

За швидкістю спадання міграції радіонуклідів ґрунти складають наступні ряди:

$^{137}\text{Cs}$ : *заплавний дерновий ґрунт* → *торфово-глеєвий* → *дерново-підзолистий пісковий* ≡ *сильно мінералізований торфовий*;

$^{239,240}\text{Pu}$ : *заплавний дерновий ґрунт* → *торфово-глеєвий* ≡ *сильно мінералізований торфовий* → *дерново-підзолистий пісковий*;

$^{241}\text{Am}$ : *заплавний дерновий ґрунт* → *торфово-глеєвий* → *дерново-підзолистий пісковий* → *сильно мінералізований торфовий*.

### **Висновки**

Показано, що інтенсивність переносу паливних частинок у профілі ґрунту набагато нижча від інтенсивності переносу радіонуклідів у вихідній водорозчинній формі. Максимальну різницю в інтенсивності переносу відмічено для дерново-підзолистих піскових ґрунтів. Різниця в інтенсивності переносу паливних частинок і радіонуклідів у водорозчинній формі для дерново-підзолистих супіскових і торфово-болотних ґрунтів менша, але складає значну величину.

Прослідковується певний вплив режиму зволоження і ступеня обводнення ґрунтів на інтенсивність міграційних процесів. Мінімальна рухливість радіостронцію спостерігається в осушеному торфовому ґрунті суходольного луку. Більш мобільний  $^{90}\text{Sr}$  в торфово-глеєвому і заплавно-дерновому ґрунтах. Результати досліджень вертикальної міграції  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  і  $^{241}\text{Am}$  показують малу швидкість міграції цих радіонуклідів у всіх типах досліджуваних ґрунтів. Одночасно слід відзначити, що у всіх типах ґрунтів  $^{241}\text{Am}$  мігрує швидше, ніж  $^{239,240}\text{Pu}$ .

### **Література**

1. Дубасов Ю.В. Состояние и поведение частиц диспергированного топлива, выброшенного из 4-го блока Чер-нобыльской АЭС / Ю.В. Дубасов, А.С. Кривохатский, В.Г. Савоненков, Е.А. Смирнова // Радиохимия. – 1991. – Т. 33, №1. – С. 96-100.
2. Дубасов Ю.В. Система-тизация радиоактивных продуктов аварии на Чернобыльской АЭС / Ю.В. Дубасов, В.Г. Савоненков, Е.К. Смирнова // Радиохимия. – 1996. – Т. 38, №2. – С. 101-116.
3. Иванов Ю.А. Поведение в почве радио-нуклидов, представленных различными компонентами аврийного выброса ЧАЭС / Ю.А. Иванов, В.А. Кашпаров // Радиохимия. – 1992. – Т. 34, №5. – С. 112-124.

4. Ивашкевич Л.С. Влияние основных химических свойств на закрепление радионуклидов в почве / Л.С. Ивашкевич, Ю.И. Бондарь // Радиохимия. – 2008. – Т.50, №1. – С. 87-90.
5. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Физико-химические механизмы и моделирование. / В.М. Прохоров – М.: Энергоиздат, 1981. – 98 с.
6. Фрид А.С. Анализ процессов сорбции и миграции веществ в почве с помощью математических моделей. / А.С. Фрид // Почвоведение. – 2012. – №9. – С.953-961.
7. Гончарук В.Є. Математичні моделі та експериментальні дані про поширення радіонуклідів у ґрунтах./ В.Є. Гончарук, Г.Т. Лянце, Є.Я. Чапля, О.Ю. Чернуха. – Львів: В-во «Растр-7», 2014. –244 с.
8. Пазухин Э.М. Лавообразные топлесодержащие массы 4-го блока Чернобыльской АЭС: топография, физико-химические свойства, сценарий образования. / Э.М. Пазухин // Радио-химия. – 1994. – Т.36, №2. – С. 97-113.
9. Авдеев В.А. Выщелачивание радионуклидов растворами различного состава из проб почвы, отобранных в районе Чернобыльской АЭС в 1986 г. / В.А. Авдеев, Е.И. Бирюков, А.С. Кривохатский, В.Н. Селифанов, Е.А. Смирнова // Радио-химия. – 1990. – Т.32, №2. – С. 59-64.
10. Чернобыльская катастрофа / Под ред. В.Г.Бар'яхтара. – Київ: Наукова думка, 1996. – 576 с.
11. Агеев В.А. Распределение трансурановых элементов в 30-километровой зоне ЧАЭС / В.А. Агеев, С.А. Выричек, Е.Б. Левшин, А.А. Одинцов, Н.К. Осмоловская, В.В. Осташко, В.Н. Урин // Доповіді АН України. – 1994. – №1. – С. 60-66.
12. Попов В.Е. Вертикальное распределение  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в аллювиальных дерновых почвах ближней зоны Чернобыльской АЭС / В.Е. Попов, И.В. Кутняков, В.П. Жирнов, Е.П. Вирченко, А.А. Сиверина, Ц.И. Бобовникова // Почвоведение. – 1994. – №1. – С. 40-44.
13. Ратников А.Н. Миграция  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном покрове сельскохозяйственных угодий некоторых областей, загрязненных радиоактивными веществами в результате аварии на ЧАЭС. / А.Н. Ратников, Т.Л. Жигарева, Г.И. Попова, К.В. Петров, Б.Г. Лисинский // Радиозоологические и экономико-правовые аспекты землепользования после аварии на Чернобыльской АЭС (Матер. научн. конф., Киев, 27-30 марта 1991 г.). – Киев: СОПС УССР АН УССР, 1991. – Ч.1. – С. 176.
14. Лянце Г.Т. Форми знаходження і механізми міграції радіонуклідів у ґрунті. / Г.Т. Лянце // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук.пр. – Київ, 2002. Вип.15. – С.75-84.
15. Кривохатский А.С. Чернобыльский след аварийного выброса 4-го блока ЧАЭС в некоторых районах Ленинградской, Новгородской и Брянской областей. Сообщение I / А.С. Кривохатский, Ю.М. Rogozin,

Е.А. Смирнова, Р.В. Брызгалова, В.А. Авдеев, В.А. Трифонов // Радиохимия. – 1994. – Т.36, №2. – С. 186-189.

16. . Кривохатский А.С. Черно-быльский след аварийного выброса 4-го блока ЧАЭС в некоторых районах Ленинградской, Новгородской и Брянской областей. Сообщение II / А.С. Кривохатский, Ю.М. Рогозин, Е.А. Смирнова, Р.В. Брызгалова, В.А. Авдеев, В.А. Трифонов // Радиохимия. – 1994. – Т.36, №2. – С. 190-192.

17. . Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. / Ф.И. Павлоцкая – М.: Атомиздат, 1974. – 215 с.

18. . Овсянникова С.В. Почвенные поровые растворы в процессах миграции  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$ . / С.В. Овсянникова, Г.А. Соколик, Е.А. Эйсмонт, С.Л. Кильчицкая, И.М. Кимленко, Н.В. Жукович, С.Я. Рубинчик С.Я. // Геохимия. – 2000. – №2. – С. 222-234.

### **Інформація про авторів:**

**Чапля Євген**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів. Інститут механіки і прикладної інформатики Університету Казіміра Великого в Бидгощі, Бидгощ, Польща

[chaplia@cmm.lviv.ua](mailto:chaplia@cmm.lviv.ua)

**Лянце Ганна**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів

[lance@cmm.lviv.ua](mailto:lance@cmm.lviv.ua)

**Чернуха Ольга**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів. Національний університет «Львівська політехніка», Львів

[zalznuchna6@gmail.com](mailto:zalznuchna6@gmail.com)

**Гончарук Володимир**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів

Національний університет «Львівська політехніка», Львів

[vegoncharuk@ukr.net](mailto:vegoncharuk@ukr.net)

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

#### ***FACTORS OF MIGRATION PROCESS OF RADIONUCLIDES IN SOIL***

*Yevgen Chaplya, Hanna Lyantse, Olha Chernukha, Volodymyr Goncharuk,*

**Abstract:** *In the paper the factors of the process of radionuclide migration in various types of soil are analyzed. It is shown that radionuclide migration in landscape develops against the backdrop of conflicting interaction between two*



groups of factors. One group determines mainly removal radionuclides from the soil and evolution of the process of landscape self-cleaning. There the factors of the draining and flushing as well as ones that regulate the acidity and other parameters of the soil contributing to transition into the mobile forms of radionuclides. The second group of factors acts on hold of radionuclides in the place of fallout and determines radiological capacity of landscape. There are such factors as the presence of humus, clayey minerals, etc. in the soil and strata of soil-forming rocks, as well as landscape-geochemical and biogeochemical barriers.

**Keywords:** radionuclide, soil, filtration flux, diffusion, factor, hydrographic network

#### Authors' Information

Yevgen Chaplya – Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine; Institute of Mechanics and Applied Informatics Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz; Poland; e-mail: [chaplya@cmm.lviv.ua](mailto:chaplya@cmm.lviv.ua)

Major Fields of Scientific Research: mathematical modeling, thermodynamics of nonequilibrium processes information technology, ecology.

Hanna Lyantse – Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine; e-mail: [lance@cmm.lviv.ua](mailto:lance@cmm.lviv.ua)

Major Fields of Scientific Research: mathematical modeling, ecology.

Olha Chernukha – Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine; e-mail: [zaliznuchna6@gmail.com](mailto:zaliznuchna6@gmail.com)

Major Fields of Scientific Research: mathematical modeling, simulation, mathematical physics, ecology.

Volodymyr Goncharuk – Department of Civil Security, Lviv Polytechnic National University; Department of mathematical modeling nonequilibrium processes, Centre of Mathematical Modeling of Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics, Ukrainian Academy of Sciences, Ukraine; e-mail: [vegoncharuk@ukr.net](mailto:vegoncharuk@ukr.net)

Major Fields of Scientific Research: thermodynamics of nonequilibrium processes, life safety, ecology.

# ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЩО ПІДВИЦЮЮТЬ ТУРИСТИЧНУ ПРИВАБЛИВІСТЬ РЕГІОНІВ

Чеботар Анжеліка, Зіненко Артем

Науковий керівник: Гребенник А.Г.

**Анотація:** В роботі розглянуті аспекти проектування систем, що утримують структурований комплекс історичних описів визначних об'єктів регіону та довідникової інформації, призначеної для популяризації місцевого туризму. В сучасних умовах розвитку інформаційних та телекомунікаційних технологій запропоновано модель структури системи з двох складових: інформаційний портал та мобільний додаток. Саме застосування такого підходу до проектування систем зазначеного профілю сприяє набуттю регіоном статусу «Розумне місто».

**Ключові слова:** інформаційний портал, мобільний додаток, проектування.

Покращення якості надання та доступності туристичних послуг в теперішній час, насамперед, залежить від рівня використання можливостей сучасних інформаційних та телекомунікаційних технологій установами, що займаються питаннями популяризації історичних надбань регіону. З урахуванням означених можливостей, на сьогодні актуальною є структура системи отримання туристичних послуг у вигляді програмного комплексу, що складається з двох частин:

– підсистеми «Інформаційний портал», призначеної для відображення текстової, графічної та аудіо-інформації про історію регіону, його культурні об'єкти та пам'ятки, новини, пам'ятні дати, та іншої інформації, призначеної користувачам, що цікавляться туристичними послугами регіону;

– підсистеми «Мобільний додаток», яка доповнює функціонал «Інформаційного порталу» можливостями QR-сканеру для зчитування QR-кодів та навігації по карті розміщення культурних об'єктів міста з урахуванням місцезнаходження користувача.

Розроблену архітектуру програмного комплексу було використано при створенні системи «Мобільні додатки для отримання туристичних послуг» в місті Ніжині. Для забезпечення процесу отримання мобільних послуг, в процесі створення системи, біля культурних об'єктів міста встановлено таблички з QR-кодами.

Базова схема, що відображає структуру програмного комплексу наведена на рисунку 1.

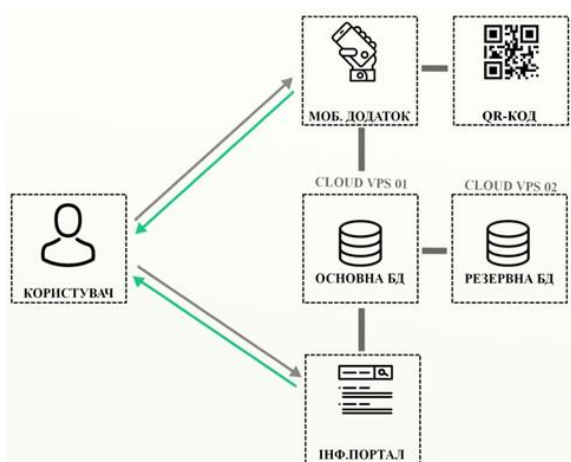


Рисунок 1 - Базова схема структури програмного комплексу

Програмний комплекс повинен забезпечувати зберігання та обробку даних з використанням централізованої бази даних, доступ до якої здійснюється в межах локальної обчислювальної мережі. Програмний комплекс виконаний у вигляді системи з «тонким клієнтом», де вся обробка інформації здійснюється на сервері, а користувачі за допомогою веб-браузерів здійснюють інтерактивний доступ до сформованих системою даних.

База даних зберігається у двох примірниках: основна та резервна БД, з метою відновлення працездатності системи у разі збоїв. Структура єдиної бази даних визначається рішеннями щодо інформаційного забезпечення, а періодичність збереження інформації в резервній БД – рішеннями щодо забезпечення надійності роботи системи.

Програмний комплекс повинен забезпечувати роботу в режимі користувача та модератора. Змінювати наповнення системи мають право тільки модератори (адміністратор) системи, для чого використовується окремий інтерфейс модератора.

Інформаційне забезпечення реалізоване у вигляді сховища даних, що утримує централізовану базу метаданих та базу даних Інтернет-порталу, призначеного для зберігання даних системи та обміну інформацією між функціональними компонентами системи.

Основні принципи створення інформаційного забезпечення: цілісність, вірогідність, контроль, захист від несанкціонованого доступу, єдність і гнучкість, стандартизація та уніфікація, адаптивність, мінімізація введення і виведення інформації.

Структура бази даних складається з таблиць - ідентифікованих сукупностей примірників логічно пов'язаних між собою даних, які містяться у зовнішній пам'яті і доступні програмним модулям за допомогою СУБД.

Дані, якими обмінюються компоненти структуровані у вигляді об'єктів (структур) згідно з їх функціональним призначенням для забезпечення можливостей збереження їх у разі здійснення покрокового налагодження роботи та ручного внесення змін до збережених у режимі налагодження даних для їх передачі у компоненти призначення і здійснення наступного кроку обробки.

Захист інформації забезпечується такими засобами програмного комплексу, як формування різних рівнів доступу із переліком допустимих прав (формується на етапі проектування програмного забезпечення), контролем та протоколюванням дій користувачів.

Дані, що передаються з клієнта на сервер будуть захищені від зовнішнього втручання та сторонньої модифікації, а саме для забезпечення встановлення безпечного з'єднання між клієнтом і сервером використовуватиме криптографічний протокол SSL, який забезпечує конфіденційність обміну даними між клієнтом і сервером, що використовують TCP/IP, причому для шифрування використовується асиметричний алгоритм з відкритим ключем.

При розробці програмного забезпечення системи використовуються ефективні мови високого рівня, а саме HTML, CSS, JS, Java, PHP, MySQL.

Програмне забезпечення створювалось на модульній основі з використанням об'єктно-орієнтованого підходу, що дозволяє доповнювати та модифікувати функціональні можливості системи.

### **Список посилань**

1. <http://nizhyn-travel.com.ua/>
2. <https://play.google.com/store/apps/details?id=stu.cn.ua.nizhyntravel>

### **Інформація про авторів:**

**Чеботар Анжеліка, Зіненко Артем**- Чернігівський національний технологічний університет,  
вул. Шевченка 95, Чернігів, 14000, Україна  
anzhelika\_piklz@ukr.net, artem@zinenko.net, grebennik.alla@gmail.com

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

## **DESIGNING OF INFORMATION SYSTEMS THAT INCREASE TOURIST ATTRACTIVENESS OF REGIONS**

*Chebotar Angelica, Zinenko Artem*

*Chernihiv National University of Technology,*

Shevchenka str. 95, Chernihiv, 14000, Ukraine  
anzhelika\_piklz@ukr.net, artem@zinenko.net, grebennik.alla@gmail.com

Scientific leader: Grebennik A.G.

**Annotation:** In this work the aspects of designing systems that hold the structured complex of historical descriptions of attractions of the region and the reference information intended to promote local tourism. In modern terms of development information and telecommunications technologies proposed a model of system structure from two components: an information portal and mobile application. It is this approach to the design of systems of specified profile helps to acquire the status of «Smart City».

**Keywords:** information portal, mobile application, design

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШИРЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ У ГРУНТАХ

Чернуха Ольга, Гончарук Володимир, Білушак Юрій, Чучвара Анастасія



Чернуха Ольга



Гончарук Володимир



Білушак Юрій



Чучвара Анастасія

**Анотація:** Запропоновано математичні моделі міграції забруднення у ґрунтах з урахуванням двох шляхів переносу частинок з різними коефіцієнтами дифузії – у водному поровому розчині та в адсорбованих на скелеті ґрунту шарах води, а також процесів сорбції-десорбції за дії сталого та кругового джерел забруднення на поверхні ґрунту. Розроблено програмне забезпечення та проведений порівняльний аналіз моделей.

**Ключові слова:** моделювання, поверхнєве радіоактивне забруднення, ґрунт, гетеродифузія, пастка, програмне забезпечення, чорнобильська катастрофа

### **Вступ**

Міграція радіоактивних речовин, які потрапили на поверхню землі, приводить до забруднення рослин, водойм, річок і ґрунтових вод. Поширення забруднень у довкіллі значною мірою визначається процесами поверхневого змиву та подальшої дифузії. При цьому процеси поверхневого перерозподілу забруднень є на декільки порядків швидшими ніж процеси дифузії [1].

Оцінка захищеності ґрунтових вод у випадку попадання забруднюючих речовин тісно пов'язана із модельним уявленням про перерозподіл домішкових частинок у приповерхневих шарах Землі [2]. Важливий практичний інтерес, зокрема, становить випадок повністю зволжених приповерхневих шарів, коли пори середовища майже повністю заповнені водою (ґрунтовим розчином), а домішкові частинки в рамках довільно вибраної малої області перебувають у фізично різних станах, що істотно впливає на перерозподіл цієї речовини. Внаслідок цього процес просторового перенесення техногенних домішок відбувається декількома шляхами та супроводжується локальними переходами з одного шляху міграції на інший (процесами типу сорбції-десорбції) [3, 4].

Закономірності просторового перерозподілу домішок у значній мірі залежить фізико-хімічного стану [5], в якому перебувають частинки, процесів їхньої локальної трансформації в системі «ґрунт-вода», структурних особливостей середовища та різних зовнішніх факторів. Оцінка ступеня забрудненості природного середовища та прогноз щодо поширення шкідливих домішок є актуальними та важливими проблемами охорони довкілля та безпеки життєдіяльності людини. У зв'язку з цим метою роботи є побудова адекватних фізико-математичних моделей переносу шкідливих речовин у приповерхневих шарах Землі, проведення кількісних досліджень переносу радіонуклідів у ґрунтах та розробка на цій основі ефективних методик оцінки і прогнозування динаміки забрудненості природного середовища.

Радіонукліди у ґрунті в основному перебували у наступних фізико-хімічних формах: у складі паливних частинок, а також водорозчинній, обмінно-сорбованій та фіксованій у твердій фазі формах. У результаті зовнішніх чинників, наприклад, опадів чи життєдіяльності живих організмів між різними формами радіонуклідів проходять різноманітні

обмінні процеси, що приводять до трансформації однієї форми в іншу. Гравітаційно рухомі фракції радіонуклідів: водорозчинна та іонно-сорбована, утворилася в результаті вилуговування радіонуклідів з паливомісних, так званих «гарячих», частинок. Необмінно-сорбована (фіксована) форма утворилася у результаті вилуговування з «гарячих» макрочастинок радіонуклідів і подальшою їх фіксацією твердою фазою ґрунту. Причина фіксації – взаємодія іонів радіонуклідів з кристалічною ґраткою деяких компонентів глинистих матеріалів.

За швидкостями міграції виділяють, як правило, дві групи радіоактивних частинок – іони, які знаходяться у поровому розчині, та іони, частково зв'язані в адсорбованій воді на поверхні скелету ґрунту або зв'язані безпосередньо зі скелетом ґрунту.

В багатьох випадках достатньо виділити три фізично різні стани домішкових частинок, які відповідають їхньому знаходженню в області гравітаційно рухомого водного порового розчину, шарах адсорбованої і зв'язаної зі скелетом води та області самого скелету (рис. 1). У цих станах частинки мають різну рухливість, характеризуються різними коефіцієнтами концентраційного розширення, тощо.

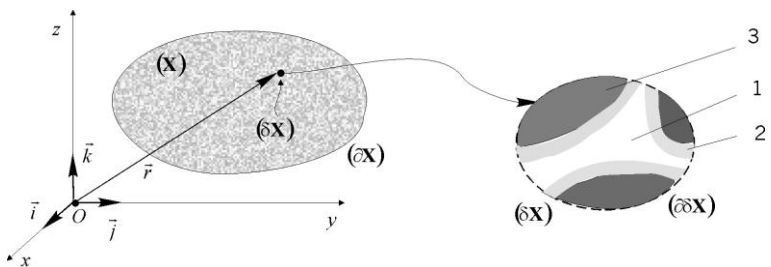


Рис. 1. Характерна структура фізично малого елемента тіла. Область 1 займає водний поровий розчин, область 2 – адсорбовані на скелеті ґрунту шари води, 3 – скелет ґрунту

### **Математичні моделі масоперенесення радіонуклідів у ґрунтах**

Математична модель гетеродифузії двома шляхами у тілі з пастками побудована методами термодинаміки нерівноважних процесів з використанням представлень механіки суцільного середовища. Частинкам забруднення одного хімічного виду, якщо вони знаходяться у гравітаційно рухомому поровому розчині або в адсорбованих на внутрішній поверхні шарах води відповідають різні шляхи дифузії, а у об'ємі скелету ґрунту – пастки. При макроскопічному описі частинки у цих станах розглядаються як термодинамічні компоненти системи. Приймалась гіпотеза локальної термодинамічної рівноваги і знаходились лінійні рівняння стану. Формулювались балансові співвідношення, які відповідають законам збереження і балансу маси, імпульсу та енергії. З рівнянь балансу ентропії записано кінетичні рівняння моделі.

Після лінеаризації отримано таку ключову систему рівнянь моделі: рівняння гетеродифузії домішкової речовини у середовищі з пастками

$$\rho \frac{dc_1}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_{11} \bar{\nabla} c_1 + D_{12} \bar{\nabla} c_2) + \lambda_{11}^* c_1 + \lambda_{12}^* c_2, \quad (1a)$$

$$\rho \frac{dc_2}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_{21} \bar{\nabla} c_1 + D_{22} \bar{\nabla} c_2) + \lambda_{21}^* c_1 + \lambda_{22}^* c_2 + \lambda_{23}^* c_3, \quad (1б)$$

$$\rho \frac{dc_3}{d\tau} = \lambda_{32}^* c_2 + \lambda_{33}^* c_3; \quad (1в)$$

рівняння дифузії частинок води

$$\rho \frac{dc_4}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_{44} \bar{\nabla} c_4); \quad (1г)$$

рівняння теплопровідності

$$\rho \frac{c_p}{T_0} \frac{dt}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (\kappa \bar{\nabla} t) + Q_H; \quad (1д)$$

рівняння руху і нерозривності

$$\rho \frac{d\bar{v}}{d\tau} = -\bar{\nabla} \rho + \rho \bar{g}, \quad \frac{d\rho}{d\tau} = -\rho \bar{\nabla} \cdot \bar{v}, \quad (1е)$$

де  $c_k$  - масова концентрація, індекс  $k = \overline{1,5}$  відмічає відповідні величини для частинок домішкової речовини одного хімічного виду у поровому розчині ( $k = 1$ ), поверхні ( $k = 2$ ) і об'ємі скелету ( $k = 3$ ), самого розчину ( $k = 4$ ) та скелету ( $k = 5$ );  $D_{ij}$  - коефіцієнти дифузії;  $v = 1/\rho$  - питомий об'єм,  $\rho$  - густина;  $\bar{\nabla}$  - оператор Гамільтона, крапкою позначено скалярний добуток;  $c_p = T_0 (\partial s / \partial T)_p$  - питома теплоємність при постійному тиску;  $\tau$  - час,  $T_0$  - абсолютна температура в початковий момент;  $Q_H$  - некомпенсоване тепло [6, 7];  $\kappa$ ,  $\kappa^p$ ,  $\kappa_l$  - коефіцієнти теплопровідності;  $\bar{g}$  - масова густина потенціальної і консервативної сили;  $\bar{v}_k$  - швидкість компоненти  $k$  по відношенню до точок ейлерового простору;  $\lambda_{ij}^*$  - концентраційні коефіцієнти інтенсивності процесів переходу з одного шляху міграції на інший  $i, j = \overline{1,3}$ .

Для отримання простіших математичних моделей використаємо умови локальної термодинамічної рівноваги між різними станами домішкових частинок, що відповідає миттєвому перерозподілу частинок між відповідними станами. Так, якщо виконується умова локальної термодинамічної рівноваги між другим та третім станами домішки, то перенос домішкових частинок підпорядковується системі рівнянь гетеро дифузії



$$\rho \frac{dc_1}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_{11} \bar{\nabla} c_1 + D_{12}^{(e)} \bar{\nabla} c_2^{(e)}) - k_1 c_1 + k_2 c_2^{(e)}, \quad (2a)$$

$$\rho \frac{dc_2^{(e)}}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_{21} \bar{\nabla} c_1 + D_{22}^{(e)} \bar{\nabla} c_2^{(e)}) + k_1 c_1 - k_2 c_2^{(e)}, \quad (2б)$$

де  $c_2^{(e)} = c_2 + c_3$ , а ефективні коефіцієнти набувають вигляду:

$$D_{12}^{(e)} = \frac{\lambda_{33}^* D_{12}}{\lambda_{33}^* - \lambda_{32}^*}, \quad D_{22}^{(e)} = \frac{\lambda_{33}^* D_{22}}{\lambda_{33}^* - \lambda_{32}^*}.$$

Якщо виконується умова локальної термодинамічної рівноваги між першим та другим станами домішки, то перенос домішкових частинок підпорядковується системі рівнянь дифузії у середовищі з пастками

$$\rho \frac{dc_1^{(e)}}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_1^{(e)} \bar{\nabla} c_1^{(e)}) - \bar{k}_1 c_1^{(e)} + k_3 c_3, \quad (3a)$$

$$\rho \frac{dc_3}{d\tau} = \bar{k}_1 c_1^{(e)} - k_3 c_3, \quad (3б)$$

$$\text{тут } c_1^{(e)} = c_1 + c_2, \quad D_1^{(e)} = \frac{\lambda_{21}^* (D_{11} + D_{21}) + \lambda_{11}^* (D_{12} + D_{22})}{\lambda_{11}^* + \lambda_{21}^*}, \quad \bar{k}_1 = \lambda_{11}^* \frac{\lambda_{12}^* + \lambda_{22}^*}{\lambda_{11}^* + \lambda_{21}^*},$$

$$k_3 = \lambda_{23}^* = -\lambda_{33}^*.$$

Якщо виконується умова локальної термодинамічної рівноваги між усіма станами домішки, то міграція домішкових частинок підпорядковується рівнянню дифузії в середовищі з ефективними характеристиками

$$\rho \frac{dc_{ef}}{d\tau} = \bar{\nabla} \cdot (D_{ef} \bar{\nabla} c_{ef}), \quad (4)$$

$$\text{тут } c_{ef} = c_1^{(e)} + c_3 = c_1 + c_2 + c_3; \quad D_{ef} = \frac{k_2 (D_{11} + D_{21}) + k_1 (D_{12}^{(e)} + D_{22}^{(e)})}{k_1 + k_2}.$$

Залежно від властивостей конкретного радіонукліда і переважаючих його фізико-хімічних форм у даному типі ґрунту для дослідження міграції радіонуклідів у природних об'єктах вибирається та чи інша математична модель. Кожна математична модель повинна враховувати найбільш суттєві ефекти та параметри дослідження для конкретного випадку.

Кількісний опис процесів для вертикального масопереносу (одновимірний просторовий випадок) зводиться до розв'язання рівнянь (1)-(4) при відповідних умовах на концентрації  $c_i$  ( $i=1,2,3$ ) на границях

середовища і в початковий момент часу. Ці умови наведено для випадку шару  $\xi_0$  у безрозмірній формі, де  $t = k_2 \tau$ ;  $\xi^{(\alpha)} = (k_2 / D_1)^{1/2} x^{(\alpha)}$ ,  $\alpha = \overline{1,3}$ ,  $\xi_0 = (k_2 / D_1)^{1/2} x_0$ .

Прийнято, що в початковий момент часу у шарі ґрунту відсутня забруднююча речовина, тобто

$$c_1|_{t=0} = c_2|_{t=0} = c_3|_{t=0} = 0. \quad (5)$$

З моменту  $t > 0$  на поверхні  $\xi = 0$  підтримується постійні значення сумарної концентрації  $c_0$ , на нижній границі шару  $\xi = \xi_0$  (6) домішкова речовина відсутня, а саме

$$c_1|_{\xi=0} = \alpha c_0, \quad c_2|_{\xi=0} = (1 - \alpha)c_0; \quad c_1|_{\xi=\xi_0} = c_2|_{\xi=\xi_0} = 0,$$

тут  $\alpha$  - параметр задачі ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ), який задає частку радіонуклідів, що з поверхні потрапляють на швидкий шлях дифузії (у рідину). Цей параметр у більшості випадків невідомий і повинен визначатися з додаткових умов. Так, при  $\alpha = 1$  всі частинки попадають у водний розчин.

Аналітичні розв'язки рівнянь для різних модельних варіантів (1)-(4) за крайових умов (5)-(6) отримано методом інтегральних перетворень Лапласа і Фур'є.

На рис.2 наведено розподіли сумарних концентрацій (а) та потоків (б) домішкової речовини для моделі: з двома шляхами міграції частинок та пастками (криві 1), гетеродифузії двома шляхами (криві 2), дифузії в середовищі з ефективними характеристиками та пастками (криві 3), дифузії в середовищі з ефективними характеристиками (криві 4).

При розрахунках прийнято такі значення характеристик середовища:

$\xi_0 = 10$ ,  $d_1 = d_2 = 0$ ,  $a_1 = 0,01$ ,  $a_2 = 0,001$  в момент часу  $t = 10$ .

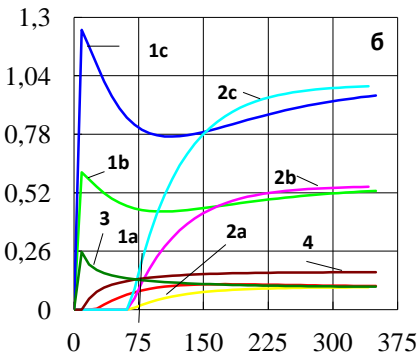
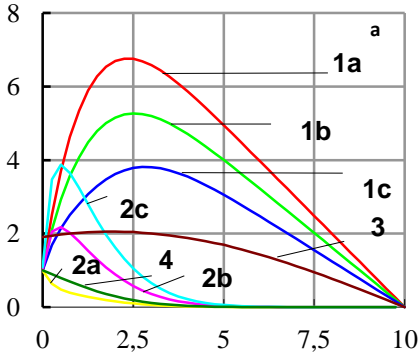


Рис.2 Порівняльні розподіли концентрацій та потоків для різних модельних випадків у залежності від коефіцієнта  $\alpha$

На рис.2 (а) вздовж осі ординат відкладено відношення сумарної концентрації до її значення на поверхні шару  $c(\xi, t)/c_0$ , вздовж осі абсцис – безрозмірну координату  $\xi$ . На рис.2 (б) вздовж осі ординат відкладено величину потоку віднесеного до  $c_0\xi_0$ , а вздовж осі абсцис – безрозмірний час  $t$ .

Числові розрахунки показали, що наявність пасток сприяє накопиченню домішки в шарі ґрунту. Суттєвий вплив на профілі концентрації забруднення домішки має коефіцієнт поверхневого розподілу домішкової речовини між водним поровим розчином та адсорбованими шарами води. Коефіцієнт дифузії та інтенсивності процесів сорбції-десорбції впливають на значення концентрації та потоків, але не змінюють їх якісної поведінки.

Встановлено, що механізм проникнення частинок в об'єм скелету ґрунту (пастки) задіюється з часом. Наприклад, розподіли концентрації

радіонуклідів, характерні для середовища з пастками, вперше відмічені в експериментальних даних через 3,5-4 роки після Чорнобильської аварії.

Значимо, що побудова аналітичних розв'язків для концентрацій частинок забруднення у різних станах дала можливість визначити дифузійні потоки та кількість радіонуклідів, що за певний проміжок часу пройшла через задану поверхню ґрунту.

**Математичні моделі міграції забруднень з кругового джерела на поверхні**

Розглянемо далі випадок, коли на поверхні діє кругове джерело забруднення і розглянемо модель гетеродифузії двома шляхами.

Прийемо, що шар товщиною  $z_0$  віднесений до циліндричної системи координат так, що вісь  $Oz$  перпендикулярна до його поверхні  $z_0$  (рис. 3).

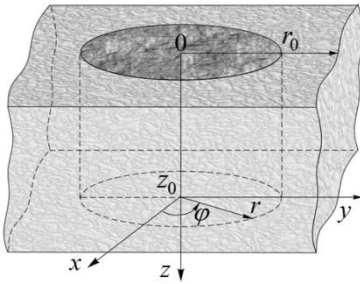


Рис. 3. Область, в якій домішка мігрує двома шляхами з кругового джерела на поверхні

Нехай у початковий момент часу в ґрунті були відсутні частинки забруднення

$$c_1(t, r, z)|_{t=0} = c_2(t, r, z)|_{t=0} = 0, \tag{7}$$

де  $t$  - час,  $r, z$  - координати циліндричної системи (рис. 3). На верхній границі шару  $z = 0$  діє кругове джерело маси сталої інтенсивності, тобто підтримується постійне значення сумарної концентрації частинок забруднення, яке між різними станами частинок розподіляється наступним чином

$$c_1(t, r, z)|_{z=0} = \begin{cases} \alpha c_0, & r \leq r_0, \\ 0, & r > r_0; \end{cases} \quad c_2(t, r, z)|_{z=0} = \begin{cases} (1-\alpha)c_0, & r \leq r_0, \\ 0, & r > r_0. \end{cases} \tag{8}$$

Також приймається, що

$$c_1(t, r, z)|_{z=z_0} = c_2(t, r, z)|_{z=z_0} = 0,$$

$$c_1(t, r, z)|_{r \rightarrow \infty} = c_2(t, r, z)|_{r \rightarrow \infty} = 0,$$

$$c_1(t, r, z)|_{r=0}, c_2(t, r, z)|_{r=0} \leq K < \infty. \tag{9}$$

Для цього випадку систему диференціальних рівнянь гетеродифузії (2) запишемо у циліндричній системі координат з урахуванням симетрії за кутом  $\phi$ :

$$\begin{aligned}\frac{\partial c_1}{\partial t} &= D_1 \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial c_1}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 c_1}{\partial z^2} \right) - k_1 c_1 + k_2 c_2, \\ \frac{\partial c_2}{\partial t} &= D_2 \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial c_2}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 c_2}{\partial z^2} \right) + k_1 c_1 - k_2 c_2.\end{aligned}\quad (10)$$

Тут  $D_1$  і  $D_2$  - коефіцієнти дифузії домішки у водному поровому розчині та сорбованих шарах води;  $k_1$  і  $k_2$  - кінетичні коефіцієнти, які визначають процеси типу сорбції-десорбції.

Крайова задача (7)-(10) розв'язана за допомогою інтегральних перетворень Ханкеля, Фур'є і Лапласа.

Розглянемо також часткові, проте практично важливі, модельні випадки. У циліндричній системі координат моделі дифузії у середовищі з пастками набуває вигляду

$$\begin{aligned}\frac{\partial c_1}{\partial t} &= D_1 \left( \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial c_1}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 c_1}{\partial z^2} \right) - k_1 c_1 + k_2 c_2, \\ \frac{\partial c_2}{\partial t} &= k_1 c_1 - k_2 c_2.\end{aligned}\quad (11)$$

Для даної задачі крайові умови (7-9) мають вигляд

$$c_1(t, r, z)|_{t=0} = c_2(t, r, z)|_{t=0} = 0, \quad c_1(t, r, z)|_{r \rightarrow \infty} = 0,$$

$$c_1(t, r, z)|_{r=0} \leq K < \infty$$

$$c_1(t, r, z)|_{z=0} = \begin{cases} c_0, & r \leq r_0, \\ 0, & r > r_0; \end{cases} \quad c_1(t, r, z)|_{z=z_0} = 0, \quad (12)$$

Рівняння дифузії у середовищі з ефективними характеристиками в циліндричній системі координат має вигляд

$$\frac{\partial c_{ef}(t, r, z)}{\partial t} = D_{ef} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial c_{ef}}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 c_{ef}}{\partial z^2} \right]. \quad (13)$$

Крайові умови для цього модельного випадку еквівалентні задачі дифузії в тілі з пастками (12). Розв'язки задач (11)-(12) і (13) також знайдені із застосуванням інтегральних перетворень.

### **Числовий аналіз міграції домішок з розподіленого джерела на поверхні шару**

На основі отриманих розв'язків для сформульованих крайових задач розроблено програмне забезпечення та проведено комп'ютерне моделювання для встановлення основних закономірностей гетеродифузії частинок забруднення та часткових модельних варіантів. Числові розрахунки проводилися в таких безрозмірних змінних  $\tau = k_2 t$ ,  $z' = (k_2/D_1)^{1/2} z$ ,  $r' = (k_2/D_1)^{1/2} r$ . При цьому приймалися такі базові значення параметрів:  $d = D_2/D_1 = 0,01$ ,  $a = k_1/k_2 = 50$ ,  $z'_0 = 10$ ,  $r'_0 = 1$  в момент часу  $\tau = 100$ .

На рис. 4 та 5 наведено порівняльні розподіли сумарної концентрації для різних модельних випадків. Тут криві 1 (суцільні лінії) описують розв'язки задачі гетеродифузії (1)-(4), криві 2 (штрихові лінії) – задачі дифузії у тілі з пастками (7)-(8), криві 3 (штрих-пунктирні лінії) – задачі дифузії в середовищі з ефективними характеристиками (10)-(12).

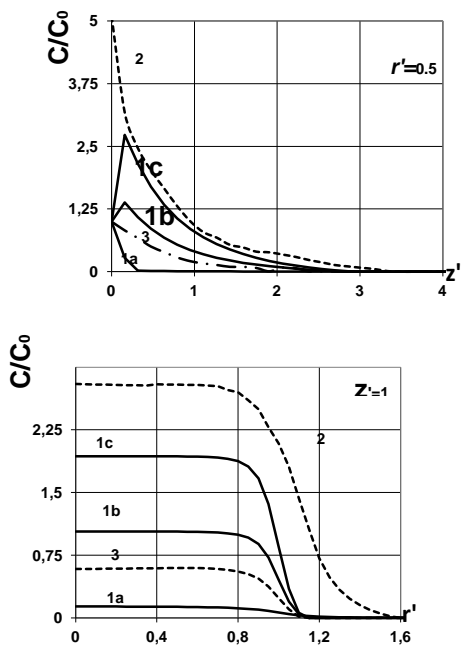


Рис. 4. Порівняльні розподіли сумарної концентрації для різних модельних випадків при таких значеннях параметра поверхневого розподілу  $\alpha = 0$  (криві а), 0,5 (криві б), 1 (криві с)

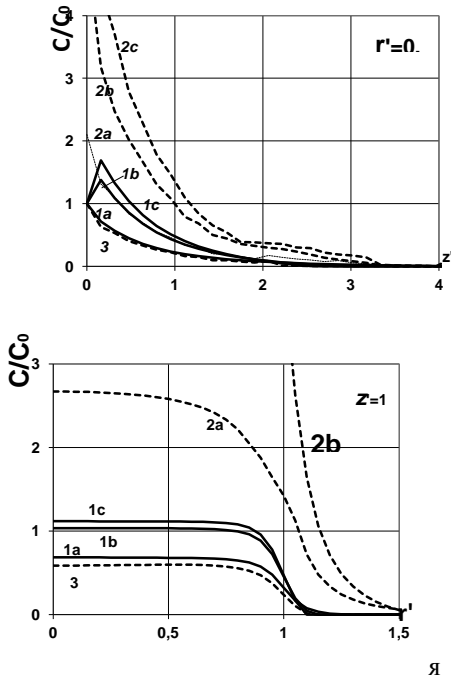


Рис. 5. Порівняльні розподіли сумарної концентрації для різних модельних випадків при  $k_1/k_2 = 20$  (криві а), 50 (криві б), 70 (криві с)

Зауважимо, що на поведінку концентрації домішкової речовини, визначеної за моделлю гетеродифузії двома шляхами (1)-(4), суттєво впливає коефіцієнт поверхневого розподілу  $\alpha$ , тоді як концентрації, пораховані за частковими модельними варіантами (7)-(8) та (10)-(12), не залежать від цього параметра (рис. 4). Інші характеристики середовища мають істотний вплив на розподіли сумарної концентрації частинок домішки, знайдені з моделей гетеродифузії та дифузії у середовищі з пастками (рис. 5 наведено для різних значень відношення коефіцієнтів інтенсивності переходу між станами), тоді як для моделі дифузії частинок в середовищі з ефективними характеристиками зміна значень  $k_1/k_2$  і  $D_2/D_1$  (від них залежить “ефективний” коефіцієнт дифузії) практично не впливає на значення концентрації. Зауважимо також, що сумарна концентрація домішок, порахована за моделлю дифузії в тілі з пастками, завжди більша за сумарну концентрацію домішок в тілі з двома шляхами міграції, якщо на поверхні діє розподілене кругове джерело забруднення.

### Висновки

Таким чином, в статті показано, що для адекватного математичного опису масоперенесення забруднень у ґрунті необхідно враховувати різні шляхи міграції частинок домішкової речовини, між якими відбувається

масообмін (процеси типу сорбції-десорбції). Запропоновано різні модельні варіанти, які отримані на основі фізичних припущень щодо коефіцієнтів моделі та миттєвого перерозподілу частинок домішки між станами.

Розглянуто практично важливі крайові задачі гетеродифузії домішок, подані у двовимірних постановках, зокрема, при дії розподіленого (кругового) джерела маси на поверхні. На основі знайдених точних розв'язків крайових задач гетеродифузії розроблено програмне забезпечення і досліджено вплив фізичних характеристик тіла на розподіли сумарних концентрацій домішок для гетеродифузного переносу, дифузії у середовищі з пастками та в середовищі з ефективними характеристиками, зроблено порівняльний аналіз відповідних розподілів для цих модельних випадків. Зокрема показано, що параметр, який найбільше впливає як на якісні так і на кількісні розподіли сумарної концентрації в дрібнодисперсному середовищі, є частка домішкової речовини, яка з поверхні поступає на швидкий шлях дифузії.

### Література

1. Гончарук В.С. Математичні моделі та експериментальні дані про поширення радіонуклідів у ґрунтах / В.С.Гончарук, Г.Т.Лянце, Є.Я.Чапля, О.Ю.Чернуха. – Львів : Растр-7, 2014. – 244 с.
2. Бурак Я.Й. Вихідні положення математичної моделі гетеродифузного переносу радіонуклідів у приповерхневих шарах Землі / Я.Й.Бурак, Є.Я.Чапля // Доповіді НАН України. – 1995. – № 10. – С. 34-37.
3. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах / В.М. Прохоров. – М. : Энергоатомиздат, 1981. – 798 с.
4. Чапля Є.Я. Фізико-математичне моделювання гетеродифузного масопереносу / Є.Я.Чапля, О.Ю.Чернуха. – Львів : СПОЛОМ, 2003. – 128 с.
5. Білушак Ю. Математичне моделювання дифузії домішкових компонент за їх каскадного розпаду / Ю. Білушак, В. Гончарук, Є. Чапля, О. Чернуха // Математичні машини і системи. – 2015. – № 1. – С. 146-155.
6. Подстригач Я.С. Диффузионная теория деформации сплошной среды / Я.С. Подстригач // Вопросы механики реального твердого тела. - 1964. - Вып.4. - С.71-99.
7. Мюнстер А. Химическая термодинамика. - М.: Мир, 1971. - 295

### Інформація про авторів:

**Чернуха Ольга**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів. Національний університет «Львівська політехніка», Львів [zaliznuchna6@gmail.com](mailto:zaliznuchna6@gmail.com)

**Гончарук Володимир**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН



України, Львів. Національний університет «Львівська політехніка», Львів  
[vegoncharuk@ukr.net](mailto:vegoncharuk@ukr.net)

**Білушчак Юрій**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів. Національний університет «Львівська політехніка», Львів  
[byixx13@gmail.com](mailto:byixx13@gmail.com)

**Чучвара Анастасія**- Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів  
[davydoka@gmail.com](mailto:davydoka@gmail.com)

**Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

**MODELLING AND FORECASTING SPREAD OF RADIOACTIVE CONTAMINANTS IN SOILS**

*Olha Chernukha, Volodymyr Goncharuk, Yurii Bilushchak, Chuchvara Anastasiia*

**Abstract:** *Mathematical models of contaminant migration in soils taken into account two ways for particle transport with different diffusion coefficients, namely, in water porous solution and adsorbed water layers on ground skeleton, as well as the processes of sorption-desorption under action of contamination on soil surface are proposed. The initial-boundary value problem of heterodiffusion by two ways in a medium with traps is formulated in one- (vertical) and two-dimensional (from circular source) statements in rectangular and cylindric coordinates. Practically important partial variants of the model are considered on the basis of physical assumptions in regard to the model coefficients and instantaneous redistribution of admixture particles between states. Solutions of the model problems are constructed by integral transformations. It is designed software and comparative analysis is carried out. It is shown that different ways of admixture particle migration have to be taken into consideration as well as mass exchange between states, i.e. the processes of sorpsion-desorption.*

**Keywords:** *modelling, surface contamination, soil, heterodiffusion, trap, software, Chorobyl catastrophy*

## Authors' Information

*Olha Chernukha – Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine; e-mail: [zaliznuchna6@gmail.com](mailto:zaliznuchna6@gmail.com)  
Major Fields of Scientific Research: mathematical modeling, simulation, mathematical physics, ecology.*

*Volodymyr Goncharuk – Department of Civil Security, Lviv Polytechnic National University; Department of mathematical modeling nonequilibrium processes, Centre of Mathematical Modeling of Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics, Ukrainian Academy of Sciences, Ukraine; e-mail: [vegoncharuk@ukr.net](mailto:vegoncharuk@ukr.net)  
Major Fields of Scientific Research: thermodynamics of nonequilibrium processes, life safety, ecology.*

*Yurii Bilushchak – Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine; e-mail: [byixx13@gmail.com](mailto:byixx13@gmail.com)  
Major Fields of Scientific Research: mathematical modeling, differential and integral equations, computer technology, ecology*

*Chuchvara Anastasiia – Centre of Mathematical Modelling of Y. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine; e-mail: [davydoka@gmail.com](mailto:davydoka@gmail.com)  
Major Fields of Scientific Research mathematical physics, computer technology, ecology.*

## **РОЗУМНИЙ САД У МІСТІ СЛАВУТИЧ**

Чернявський Віталій

Науковий керівник: Ніколаєва О.Л.

**Анотація.** В роботі розглядається ідея створення розумного саду як частини проекту «Enlight-smart point» («Створення системи керування відновлювальними ресурсами автономного майданчика»). Наводяться особливості, які відрізняють даний «smart» сад від інших подібних проектів.

**Ключові слова:** Smart (розумний), ресурси, управління, урбан сад, Smart-технології.

Коли ми споживаємо продукти, які опинились на нашому столі з магазину, ми не задумуємось звідки вони взялись, нам важливо аби вони

були смачні та корисні. Зараз спостерігається дуже негативна тенденція споживчого способу життя, який не задається питаннями звідки береться те, що ми бачимо. Цим проектом ми намагаємось подивитись та продемонструвати людям те, що вони бачать кожен день з іншого боку, також дати людям новий майданчик для соціальних взаємодій за інтересами. Що таке сад в широкому розумінні цього слова? Сад — організована територія дерев і кущів. Садам вважається частина земельної ділянки, зайнята плодовими насадженнями. Вважається що сад це місце де люди вирощують щось їстівне або гарні квіти, але ми пропонуємо подивитись на це з іншого боку. Ми пропонуємо зробити сад не тільки місцем вирощування рослин, але й місцем виховання екологічної відповідальності, завдяки використанню нових технологій. Саме таким чином у нас з'явилась ідея створити «Smart» сад.

У концепцію «Smart» саду закладено ідею розповсюдження екологічної відповідальності серед молоді, яка буде активно приймати участь у проекті. Кожен охочий буде мати можливість виростити власну рослину від зернятка і до плода побачивши на власні очі весь життєвий цикл своєї рослини. Також крім того створення «Smart» саду дасть можливість освітнім закладам проводити там заняття з біології на реальних прикладах. Але однією з основних задач даного проекту є поєднання у єдину спільноту людей за інтересами, у тому числі людей з обмеженими можливостями, доставити для них знання у мікро фермерстві, біології, та розумному споживанні їжі. Надання ще одного майданчику для соціальної взаємодії, згенерувати нові публічні події на території саду.

Насправді у світі вже достатньо багато подібних проектів, але саме подібних. Ідея створення міських садів виникла у 70-х роках в Нью-Йорку. Перші проекти були реалізовані на вільних ділянках в різних районах міста, створюючи нові зелені простори посеред забудованих міських районів. Там де з'являється урбан сад, він стає прекрасною інноваційною платформою, соціальним майданчиком для проведення різних заходів.

Славутич було обрано для створення «Smart» саду саме тому, що це молоде та невелике місто, а усі подібні проекти до цього реалізовувались у великих містах. У цьому є велика доля експерименту. Також у місті Славутич реалізується наш проект «Enlight-smart point», частиною якого і є проект «Smart» саду.

Особливості, які відрізняють наш «Smart» сад від інших подібних проектів:

1. Він буде знаходитись не у великому місті, як Київ, а у маленькому місті Славутич, на відкритому просторі біля кінотеатру «ENLIGHT».

2. Рослини планується вирощувати у невеликих квадратних ємностях, зроблених із дерева, деякі будуть пристосовані для людей з обмеженими можливостями.

3. Кожен мешканець міста Славутич може стати учасником проекту, для цього потрібно буде пройти реєстрацію на спеціальному веб сайті (на даному етапі він знаходиться в розробці) та погодитись з правилами поведінки та перебування на території «Smart» саду.

4. Система безпеки. Сад, на жаль вимагає не тільки догляду, а й охорони. Сад буде оточений парканом з усіх боків і мати один вхід. Вхід буде оснащений магнітним замком, який буде можливо відкрити завдяки карточці, що має власний ідентифікатор з системою захисту. Картки планується видавати після реєстрації користувача і підтвердження його згоди з правилами «Smart» саду. Всі власники ключ-карток будуть занесені в базу даних (на даному етапі вона знаходиться в розробці). Завдяки такій системі ми завжди зможемо знати хто і коли входив на територію «Smart» саду. Також на території саду будуть встановлені камери, які підвищать безпеку об'єкту і дозволять усім охочим спостерігати за подіями у режимі онлайн.

5. Система дистанційного поливу. Ця система дозволить користувачеві полити свою рослину, навіть якщо він знаходиться у іншому місті. Дистанційний полив планується реалізувати за допомогою контролеру, який буде стояти на баках із водою і отримувати сигнал про полив через Wi-fi з Android додатку користувача або з веб сайту.

6. Однією з головних особливостей нашого проекту є екологічність, тому вода та енергія будуть отримуватись екологічними шляхами. Вода буде збиратись з дахів будівель, що знаходяться поруч, а електроенергія поступати з сонячних панелей. Але буде присутне і центральне водо та енерго постачання.

Даний проект надає можливість поєднати людей у екологічне суспільство та створити майданчик з новими (вищезазначеними) можливостями для міста Славутич та його мешканців.

### **Список посилань:**

1. Тихомирова Н.В. Глобальная стратегия развития smart-общества. МЭСИ на пути к Smart-университету. – Режим доступу: <http://smartmesi.blogspot.com/2012/03/smart-smart.html>
2. Michael Margolis/ Arduino Cookbook / Michael Margolis/ O`Reilly/ 2015 - 631ст.

### **Інформація про авторів:**

**Чернявський Віталій-** Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
вул. Політехнічна, 6, м. Київ, 03056, Україна  
vet661@gmail.com

## *Annex for papers written in Ukrainian and Russian*

***Abstract.** In this work considered idea of creating smart garden which is a part of «Enlight-smart point» project. We present the features that distinguish this «smart» Garden from other similar projects.*

***Keywords:** Smart, resources, management, urban garden, Smart-technologies.*

## **ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Власюк Анна, Ларина Екатерина

### **Введение.**

При проектировании измерительных средств для робототехнических систем (РТС) особо важным условием является достижение высокой точности и линейности выходной характеристики. Известно множество методик, позволяющих производить расчёт различных электронных схем. Согласно этим методикам, некоторые особенности цепи линеаризуются. В малосигнальных цепях с постоянной рабочей точкой нелинейность в большинстве случаев можно заменить линейным участком так как, существенная нелинейность на малом постоянном участке является не существенной, а, следовательно, ею можно пренебречь. Однако для генераторных схем, предназначенных для измерительных средств робототехнических систем, подобное допущение может привести не только к существенному искажению параметров схемы, но и к нарушению функционального назначения объекта.

**Особенности и методика расчёта генераторных схем.** Учитываются факторы, влияющие на параметры схем емкостных и индуктивных датчиков, необходимых при построении РТС. Применение линейной модели транзистора делает трудоёмким расчет генераторных схем, в которых информативным параметром является амплитуда генерируемого сигнала. В качестве примера рассмотрим ферритмагнитный датчик, принцип действия которого основан на изменении добротности контура за счёт потерь, вносимых контролируемым ферромагнитным объектом. Структурная схема датчика положения представлена на рис. 1

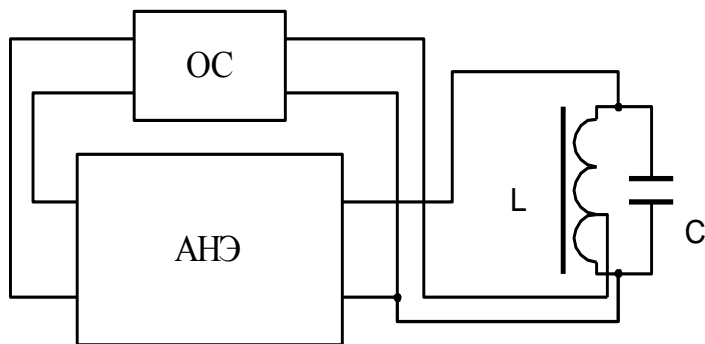


Рис. 1. Структурная схема индуктивного датчика положения:  
АНЭ – активный нелинейный элемент – транзистор, ОС – схема обратной связи

Для того чтобы найти зависимость амплитуды колебаний от параметров катушки, необходимо вести расчёт во временной области, фиксировать начало установившегося процесса и искать численными методами амплитуду колебаний. Этого достаточно при необходимости построения только выходной характеристики. Для оптимизации выходной характеристики и параметров схемы данная задача требует экономически не оправданных затрат ресурсов вычислительной техники. Укрупнённый алгоритм методики моделирования и анализа генераторных схем приведен на рис. 2.

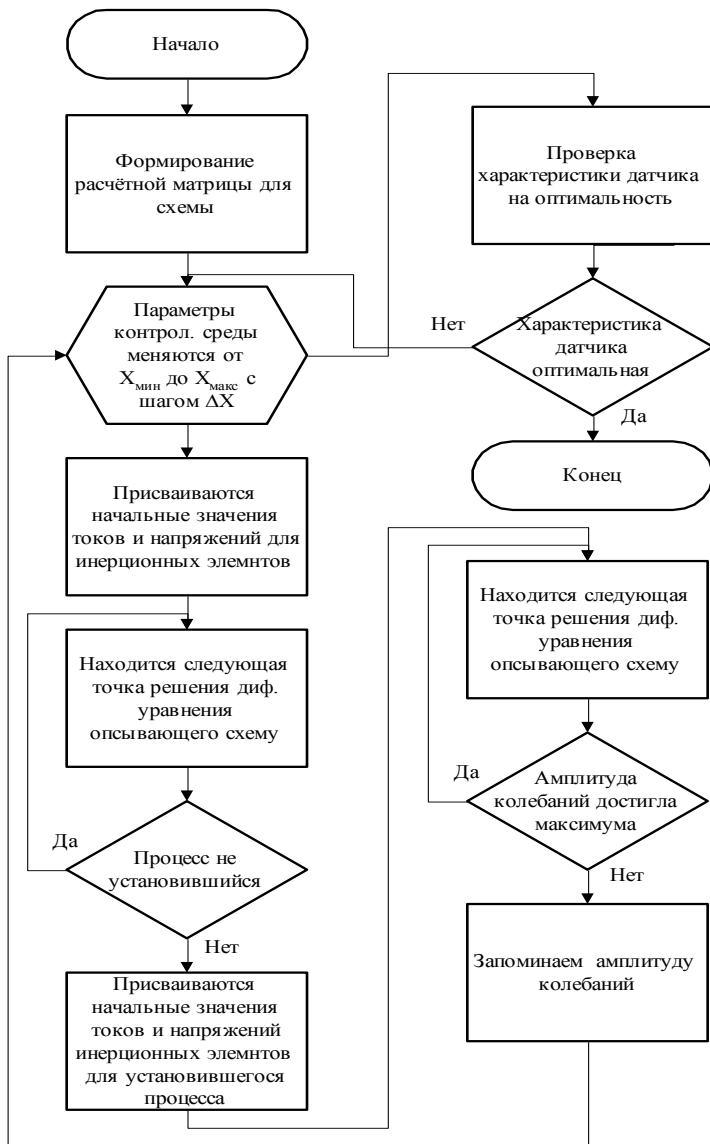


Рис. 2. Укрупнённый алгоритм методики моделирования и анализа генераторных схем

Для того, чтобы уйти от вычислений во временной области можно использовать методику гармонической линейаризации. Суть её заключается в том, что строятся характеристики зависимости постоянной составляющей сигнала на выходе от постоянной и переменной составляющих сигнала на входе нелинейного элемента и амплитуды основной гармоники сигнала на выходе от тех же входных величин. Графически методика гармонической линейаризации представлена на рис. 3, где  $U_{ex\_}$  – постоянная составляющая входного сигнала,  $U_{ex\_~}$  – переменная составляющая входного сигнала,  $U_{вых\_}$  – постоянная составляющая выходного сигнала а  $U_{вых\_~}$  – переменная составляющая выходного сигнала.

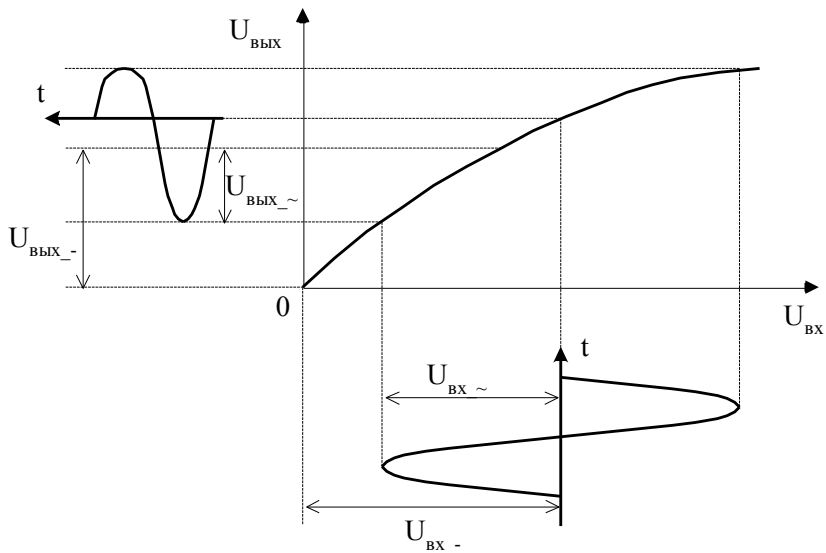


Рис. 3. Графическая интерпретация методики гармонической линейаризации

Для наглядности и формализации анализа с целью автоматизации моделирования представим АНЭ в виде двух нелинейных элементов. Для этого разобьём активный нелинейный элемент на два нелинейных элемента, как показано на рис. 4.



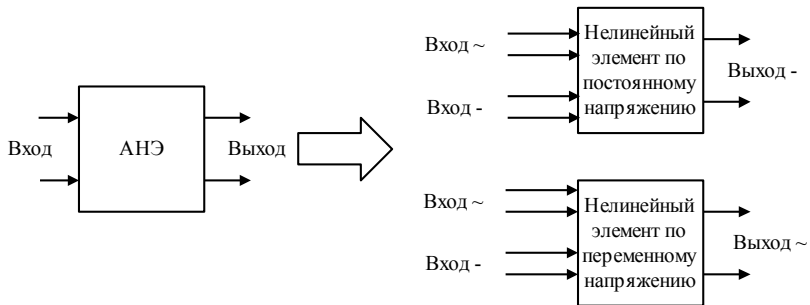


Рис. 4. Представление активного нелинейного элемента

Если считать, что на входе АНЭ сигнал имеет вид:

$$U_{\text{вх}} = U_{\text{вх}_{-}} + U_{\text{вх}_{-}\sim} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot \nu \cdot t),$$

где  $U_{\text{вх}_{-}}$  - постоянная составляющая входного сигнала,

$U_{\text{вх}_{-}\sim}$  - переменная составляющая входного сигнала,

$\nu$  - частота основной гармоники сигнала, а выходной сигнал описывается однозначной функцией  $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$ , то мы можем решить поставленную задачу с помощью двумерных характеристик, описывающих постоянную составляющую и амплитуду основной гармоники сигнала на выходе нелинейного элемента по известным формулам для коэффициентов ряда Фурье:

$$U_{\text{вых}_{-}}(U_{\text{вх}_{-}}, U_{\text{вх}_{-}\sim}) = \nu \cdot \int_0^{\frac{1}{\nu}} f(U_{\text{вх}_{-}} + U_{\text{вх}_{-}\sim} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot \nu \cdot t)) dt \quad (1)$$

$$U_{\text{вых}_{-}\sim}(U_{\text{вх}_{-}}, U_{\text{вх}_{-}\sim}) = 2 \cdot \nu \cdot \int_0^{\frac{1}{\nu}} f(U_{\text{вх}_{-}} + U_{\text{вх}_{-}\sim} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot \nu \cdot t)) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot \nu \cdot t) dt \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) представляют собой передаточные характеристики устройств, показанных на рис. 4, для нелинейных элементов по постоянному напряжению и по напряжению первой гармоники.

Теперь необходимо преобразовать исходную моделируемую схему, заменив АНЭ двумя элементами, описанными формулами (1) и (2).

Получив преобразованную схему, можно проанализировать её по предложенной методике, отличающейся от известных тем, что расчёт ведётся в статике, не прибегая к расчетам во временной области. Это позволяет уменьшить количество расчётов. Алгоритм методики представлен на рис. 5.

Если сравнить алгоритмы, представленные на рис. 2 и 5, то очевидно, что в предложенной методике на два вложенных цикла стало меньше, а так как эти вложенные циклы были расчётом во временной области, то это сокращает время моделирования и анализа схемы в несколько сотен раз.

Если ток на выходе АНЭ описывается уравнением:  $I_{вых} = f_{АНЭ}(U_{вых}, U_{вх})$ , а зависимость выходного тока и напряжения на выходе АНЭ связаны зависимостью, определяемой схемой, в которую он включён  $I_{вых} = f_{сх}(U_{вых})$ .

Можно найти точное, либо эмпирическое решение, зависимости связывающей выходное напряжение с входным:  $U_{вых} = f(U_{вх})$ .

Или если привязываться к точке схемы, в которой замыкается обратная связь:  $U_{вых} = f_{OC}(U_{вх})$ .

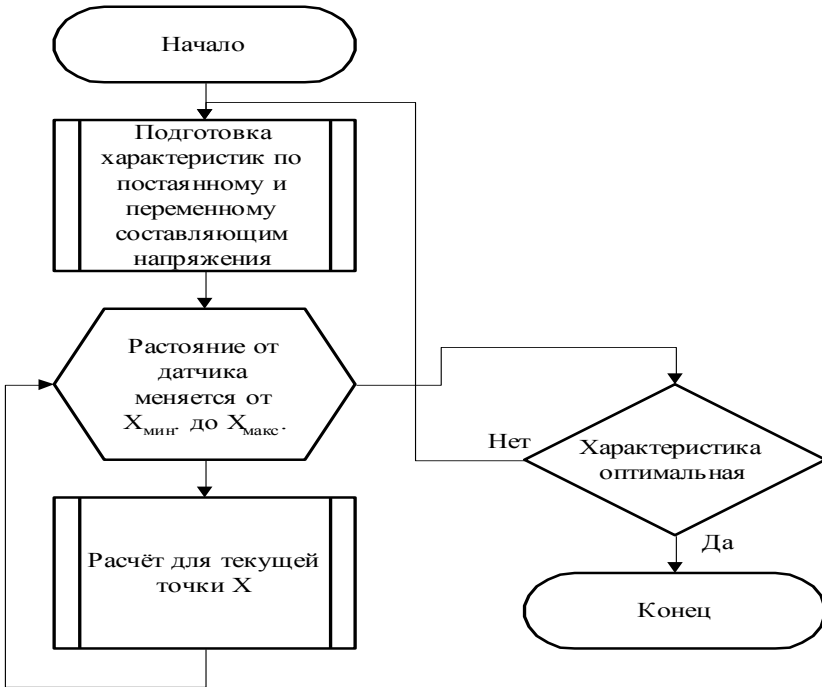


Рис. 5. Алгоритм расчёта схем, содержащих АНЭ по методу гармонической линейзации

Разомкнём обратную связь, как представлено на рисунке 6, тогда подставляя вместо  $U_{ex}$  выражение

$$U_{ex} = U_{ex\_ -} + U_{ex\_ \sim} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

и применяя методику, описанную выше, запишем зависимости:

$$U_{вых\_ -} = f_{OC\_ -}(U_{ex}) \text{ и } U_{вых\_ \sim} = f_{OC\_ \sim}(U_{ex})$$

по формулам для коэффициентов ряда Фурье.

Варьируя переменными  $U_{ex\_ -}$  и  $U_{ex\_ \sim}$  в пределах, определяемых диапазоном входных напряжений строятся двумерные характеристики для АНЭ по постоянной составляющей напряжения  $U_{вых\_ -} = f_{OC\_ -}(U_{ex\_ -}, U_{ex\_ \sim})$  и по переменной составляющей напряжения  $U_{вых\_ \sim} = f_{OC\_ \sim}(U_{ex\_ -}, U_{ex\_ \sim})$ . Если замкнуть цепь обратной связи, то  $U_{вых\_ -}$  и  $U_{вых\_ \sim}$  становятся входными, и получаем систему из двух уравнений:

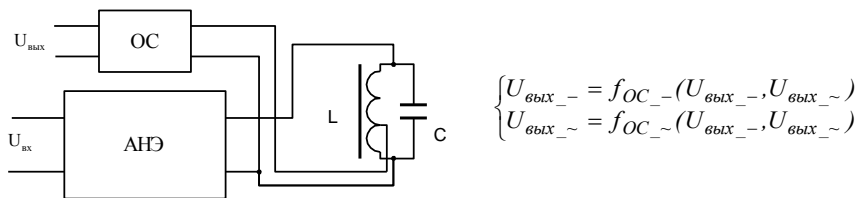


Рис. 6. Разомкнутая схема датчика

Решив эту систему численными методами, найдём значение для  $U_{вых\_ -}$  и  $U_{вых\_ \sim}$ . При необходимости вычисленные значения можно привести к любой точке схемы.

### **Выводы:**

1. Применение принципа гармонической линеаризации для расчёта генераторных и избирательных цепей с активными нелинейными элементами позволяет существенно сократить время расчёта, при одновременном достижении требуемой точности. Это позволяет не только упростить, но и формализовать проектирование генераторных схем.

2. Предложенная выше методика может быть применена при оптимизации датчика положения для роботизированного объекта, в результате чего были достигнуты высокие метрологические

характеристики, при существенном сокращении времени на отладку схемы и выбор параметров датчика.

3. Создание бесконтактных датчиков положения с дискретным выходным сигналом и измерительных устройств с аналоговым выходным сигналом особенно целесообразно для роботов, предназначенных для захвата с последующим удалением для утилизации радиоактивных элементов из объекта «Укрытие -2» ЧАЭС

#### **Список литературы:**

1. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика. Учеб. для вузов по спец. Радиотехника. – М.: Высшая шк., 1990. – 335с.: ил.
2. Заездный А.М. Основы расчетов нелинейных и параметрических радиотехнических цепей. – М.: Связь, 1973г. – 448с.:ил.
3. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования: Учеб пособие для ВТУЗов. - М.: Машиностроение, 1989. – 752с.:ил.
4. Ларин В.Ю., Ларина Е.Ю., Савицкая Я.А., Розоринов Г.Н., Федоров Е.Е., Чичикало Н.И. Концепции профессионального проектирования приборов и систем – К.: Кафедра, 2016. 468 с.: ил.

#### **Информация об авторах:**

**Власюк Анна, Ларина Екатерина** - Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», кафедра Звукотехники и регистрации Информации, кафедра автоматизированные системы обработки информации и управления

#### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

*For account and modeling of the electronic circuits the set of methods allowing to make account of various categories of the circuits, for example is developed: the linear, inertial and nonlinear circuits. On these techniques, if there is a problem of designing of a circuit concerning simultaneously to several categories, some features of a circuit or at all are lowered. For the majority of the circuits such assumptions are quite applicable. For example in circuits with a constant working point the nonlinearity in most cases can be replaced by a linear site, as in the general essential nonlinearity on a small constant site is any more not essential, and consequently it can neglect.*

# АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Штефан Владислав

Науковий керівник: Савельєв М. В.

**Анотація:** Наводяться особливості будови та принципи дії автоматизованої системи прийняття рішень методом аналізу ієрархій. В цій роботі подаються переваги даної системи перед існуючими проектами.

**Ключові слова:** Автоматизована система, метод аналізу ієрархій, прийняття рішень, проект, веб-застосунок.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** При виконанні майже будь-якої діяльності постає питання прийняття рішень. Наприклад на підприємствах виникає необхідність вибору постачальників, стратегій розвитку та інші задачі, що зводяться до вибоу однієї або декількох альтернатив з декількох множин за певними критеріями. Тому задача прийняття рішень дуже важлива з економічної та управлінської точки зору. Відповідно, на наш погляд, виникає *проблема* – як забезпечити автоматизацію прийняття рішень.

**Аналіз інших продуктів.** Проблема прийняття рішень на основі сучасних технологій, пов'язаних з використанням комп'ютерних систем, не нова, але більшість існуючих продуктів являє собою дороге програмне забезпечення для підприємств або застарілі застосунки, що давно не оновлювалися. У той же час, корпоративні рішення мають суттєвий недолік: вони не підходять для державних організацій яким потрібна відкритість та можливість громадськості бачити процес прийняття рішень. Більшість продуктів поширюються у вигляді встановлюваних програм без підключення до мережевої бази даних, а тому незручно координувати роботи декількох експертів які працюють з різних місць. Тому з'являється необхідність вирішення зазначених проблем та вибору більш зручного способу прийняття рішень. [1,2]

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Існуючі продукти є дуже дорогими та не підходять для державних установ або давно не оновлювалися. Тому *мета даної роботи* полягає в тому, щоб продемонструвати принципи дії та будову автоматизованої системи прийняття рішень методом аналізу ієрархій. Відповідно, завдання полягає у:

- Створенні автоматизованої системи прийняття рішень методом аналізу ієрархій;
- Розробці програми, що буде зберігати інформацію про прийняті рішення.

**Основна частина.** Для розв'язання сформульованої проблеми нами була запропонована система, яка містить такі складові:

- Клієнтська частина веб застосунку, яка візуально відображає та розв'язує задачі прийняття рішень методом аналізу ієрархій;
- Серверна частина веб застосунку, що зберігає створені ієрархії, дозволяє користувачам їх переглядати і при наявності прав змінювати їх та створювати нові.

Метод аналізу ієрархій (МАІ) ґрунтується на принципах декомпозиції та синтезу, реалізація яких дає змогу зменшити кількість можливих помилок у процесі отримання інформації від експерта. За допомогою методу аналізу ієрархій отримують структуру у вигляді ієрархії, що дозволяє уникнути складних порівнянь, замінивши їх попарними. Цей метод дає змогу перевіряти послідовність тверджень експерта. [3]

Клієнтська частина застосунку написана на мові JavaScript за використанням відкритої бібліотеки r5.js. Застосунок візуалізує ієрархії та проводить відбір найкращої альтернативи за методом аналізу ієрархій.

Після розрахунку дані про експертизу можна надіслати на сервер для збереження та подальшого редагування. Дані про експертизу надсилаються і зберігаються у форматі JSON. Сам серверний застосунок написаний на мові PHP та фреймворку Laravel. Застосунок дозволяє переглядати вже створені експертизи, створювати нові, редагувати існуючі та створювати нові версії існуючих експертиз.

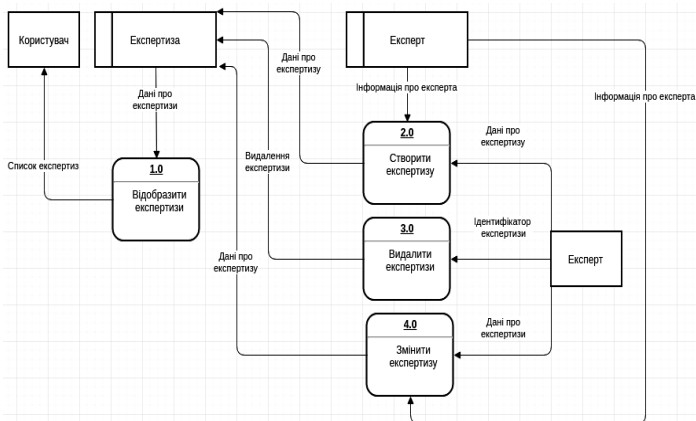


Рисунок 1. Діаграма потоків даних системи.

Важливою перевагою веб-застосунку над звичайним є те, що експерти з різних комп'ютерів можуть переглядати та змінювати експертизи без необхідності встановлення програмного забезпечення та перенесення файлів самих експертиз, також веб-застосунки працюють на будь-якому пристрою з доступом до мережі інтернет та мають однаковий інтерфейс і

у разі додавання нового функціоналу зміни необхідно вносити лише в один програмний код.

### **Висновки.**

Реалізація запропонованого нами проекту дозволить зекономити кошти на покупку пропріетарного програмного забезпечення, а також зберегти час і кошти необхідні для навчання спеціалістів які будуть приймати рішення. Важливими перевагами нашого проекту є кросплатформовість та можливість переглядати та редагувати рішення з різних комп'ютерів. Проект дозволяє своєчасно приймати управлінські та господарські рішення.

### **Література:**

1. Collaborative MCDA multi-criteria decision making software | D-Sight [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.d-sight.com/solutions/d-sight-cdm>.
2. InfoHarvest Inc. Products Page [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.infoharvest.com/ihroot/infoharv/products.asp>.
3. Кушлик-Дивульська О. І. Основи теорії прийняття рішень / О. І. Кушлик-Дивульська, Б. Р. Кушлик. – К., 2014. – 94 с.

### **Інформація про автора:**

**Штефан Владислав**- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського  
вул. Політехнічна, 6, м. Київ, 03056, Україна  
shtefan0110@gmail.com

### **Annex for papers written in Ukrainian and Russian**

**Abstract:** *Structural features and principles of decision-making automated system that uses hierarchy analysis process are given. This sheet presents the advantages of this system over existing projects.*

**Keywords:** *Automated system, hierarchy analysis process, decision making, project Web application.*

# NPP ACCIDENT MONITORING AND SAFETY MANAGEMENT SYSTEM: INTEGRATING OF WI-FI, DRONE FLEET AND INTERNET OF THINGS

Vyacheslav Kharchenko, Anatoly Sachenko, Volodymyr Kochan, Maxim Yanovsky, Herman Fesenko, Hubert Roth



Maxim Yanovsky

**Abstract.** Post-accident monitoring system (PAMS) assure measurement of criticality important parameters, transmission of data and support of decision making to minimize consequences of NPP accidents. PAMSs must be tolerant to equipment and communication failures and destructions caused by accidents. Existed wired network-based NPP PAMSs are vulnerable to multiple failures caused by severe reactor accidents and nature disasters. A conception and principles of development and implementation of reliable and resilient post-accident monitoring system based on application of wireless communications and multi-functional drone fleet (PASDM) are suggested. The principles are following: diversity of data sources/sensors and types, communications, decision options; mobility (by drones and robotics); dynamical reconfiguration and redundancy of sensors and communications; self-organization of embedded, ground and mobile devices. These principles assure receiving date about accident in conditions of multiple failures and uncertainty of environment parameters. Tasks of PASDM creation and implementation and structure of system are described.

## 1. Introduction

The implementation of reliable and resilient post-accident monitoring systems (PAMS) is a requirement of regulatory bodies after Fukushima NPP emergency [1]. PAMSs are necessary for other critical systems and infrastructures (chemical enterprises, oil-gas transport systems, etc) to assure measurement of criticality important parameters, transmission of data and support of decision making to minimize consequences of accidents by crisis center. Severe reactor accident monitoring and post-accident safety management systems must be tolerant to any failures and destructions caused by accident/disaster.



Existed NPP PAMSs are based on wired networks (WRN) connecting sensor area with the crisis center. Reliability and survivability of such systems can be assured by redundancy of equipment, cable communications and other components. However, WRN-based PAMS can completely or partially fail in a case of severe reactor accident or/and natural disasters. To improve characteristics of the PAM and similar monitoring systems the Wi-Fi communication and drones can be applied [2-5].

Goal of the paper is creating the concept and principles of development and implementation of the reliable and resilient post-accident monitoring system based on application of multi-functional drone fleet (PADMS).

## **2. Tasks**

Tasks of creating and implementing PADSM are the following:

### **2.1. Designing the PADSM to provide monitoring and real-time data communication for pre- and post severe accident conditions at NPP by:**

- requirement analysis for NPP monitoring and management systems;
- analysis and development of scenarios models for typical severe accidents at NPP;
  - development of methods and tools to provide the trustworthiness of sensors data transferred to wired or wireless communication channels;
  - building the special wireless communication network providing the required bandwidth till required level during severe accident based on board repeaters of many drones interacting with each other [2];
    - development of the reliability, availability, survivability and safety assessment and assurance models for analysis of system characteristics influence on NPP safety [5-7];
    - designing the core basic version of the decision support system which will be used for a mitigation of NPP. Its purpose is to elaborate a secure communication between the following units:
      - a) the measurement and control modules and transponders drones;
      - b) drone-repeaters and the crisis centers;
      - c) PADSM and IoT/cloud;
      - d) IoT/cloud and experts;
      - e) experts and the crisis center.

**2.2. Developing the methods and tools to improve the trustworthiness of sensors data and to provide ability for constructing the reliable and precision models.** The main technology is a testing of all parts of the measurement channel. The main requirement is to provide the necessary error level (or error, which can be evaluated in the real-time) in condition of pre-emergency situations and during the accident.

**2.3. Creating the supplementary mobile ad-hoc wireless communication network for sensors data collection based on repeaters located on drones.** It has to provide:

- the required bandwidth under required level during the severe accident in conditions when other channels receiving sensors data and commands appear to be particularly or fully damaged during the severe accident;
- the fast drones deployment;

- low bandwidth and low cost but with the high device density;
- the adequate reliability of the data collection and transmitting from sensors to external emergency control rooms;
- low probability of damage during the accident, reparability in any time, high flexibility of use.

To create such network is needed to solve the following tasks:

1. Develop special codes with high noise immunity and provision of ability for adaptation to level of noises, error correction and assessment of current quantity of errors.
2. Develop methods to archive data by using codes developed in (1).
3. Assessment of the suitability to create the desired wireless drones network (by WiFi and UWB) and open optical channel (for LiFi).
4. Develop methods to use codes (1) in wireless protocols.
5. Development mobile ad hoc wireless network architectures and coordinating intercommunication protocols;
6. Develop data routing methods between drones (acting as repeaters) in flight formation according to their relative positions and loading of communication channels;
7. Develop special (noise immune) protocols for communication between drones.
8. Develop video data transfer methods to address hardware limitations and bandwidth;
9. Research methods of increasing the reliability of data transmission under influence of radiation based on error correction;
10. Develop methods to minimize energy consumption in wireless communication channels;
11. Develop conversion methods to translate between different communication technologies (ZigBee, WirelessHart, Wi-Fi, GSM).

**2.4. Developing the hardware/software capabilities for drone navigation** that provides:

- monitoring the drones states during both pre-deployment and flight operation;
- the space-localization of drones using the global and/or local navigation subsystem;
- detecting the static and moving obstacles as well as implementation of collision-avoidance methods between drones and uncharted obstacles;
- maneuvering the drones through indoor passageways, maintaining its current or new position, as well as, take-off and landing at a defined coordinate position with a given tolerance;
- the autonomous cooperation between drones during the NPP monitoring and accident surveillance, and the formation of a connected spanning network for sensor data collection and transmission.

**2.5. Involving investigation results needed for PADSM safety ensuring in pre- and post severe accident conditions at the NPP** by:

- reliability, availability, survivability and safety assessment and assurance;
- analysis of PADSM characteristics influence on NPP safety;

- development and research of reliability models taking into account monitoring of the location and sensor configuration and variants of drone fleet and robots application;
- development and research of survivability models considering NPP monitoring system as system with a multi-level degradation and recovery;
- development and research of availability models for various maintenance policies and processing modes.

**2.6. Development of the decision support system** for the severe accidents NPP mitigation. For this purpose the following methods and means are developed:

- methods and tools for adapting the basic core version to the terms of a specific NPP;
- methods and tools for implementing the information that comes from the drones-repeaters and drones-observers about currently state of NPP equipment and environment;
- presentation design concepts for a decision support system using cognitive work analysis methods;
- decision support information technology according to technical and regulatory requirements, accident scenarios and terms of the specific NPP;
- tools to generate the recommendations by external experts using Internet of Things.

### **3. Principles**

UAVs (unmanned aerial vehicles) such as drones to monitor NPPs at the pre-accident stage should be used considering possibilities and restrictions of their application at the post-accident stage are discussed.

The following principles are proposed:

- diversity principle using:
  - a) diversity of data sources/sensors which is provided by application of wire sensors, Wi-Fi sensors, Li-Fi sensors;
  - b) diversity of data transmission which is provided by application of wire network, wireless drone based network, Li-Fi drone based network and Internet of Things based network;
  - c) diversity of data types which is provided by application of sensors and video data;
  - d) diversity of pre-decision options (diversity of knowledge for decision making) which is provided by application of pre-decisions by internal group located at the crisis center and pre-decisions by group consisting of external experts);
    - mobility (by drones and robotics);
    - dynamical reconfiguration and redundancy of sensors and communications;
    - self-organization of embedded, ground and mobile devices to assure receiving data about accident in conditions of multiple failures and uncertainty of environment parameters.

Application of a few monitoring channels improves the integrity (as most important attribute of security) in extreme conditions.

Risks of IoT application, as additional channel of data collection in cloud, caused by attacks on its components and communication are minimized by implementation of well-known techniques.

Including of external experts to support decision making by crisis center (internal experts) is very important considering experience of Fukushima accident.

#### 4. Structure

To assure a stable work of WLN-based PADSM subsystem after accident in conditions of the powerful jamming the special means are needed to support the reliable transmission of data considering probable failures of WRN.

For this purpose and to improve survivability of PADSM introducing drone fleet subsystem (DS) was proposed in [2, 5] and shown in Fig. 1.

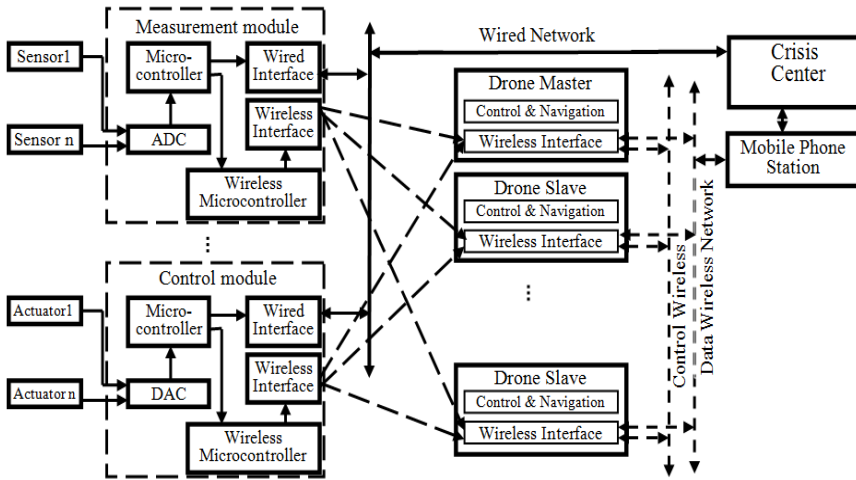


Figure 1. The structure of the integrated PADSM

The drone fleet is located permanently at a considerable distance from the NPP.

The communication network (WLN + DS) is deployed after the accident, and then drones fly to the accident zone. Drones fleet is divided by the role and equipment into:

- repeaters (Slave), that work together on a principle of “one leader” and if the “leading drone-repeater” (Master) is damaged then other drone-repeater takes Master functions;
- observers (equipped with a TV camera), that enable to run the continuous visual monitoring of the accident location;
- additional sensors, that can be located in drones or be dropped down in certain places).

Drones should be able to change their role by upgrading equipment at the location base. Measurement and control modules are equipped with backup batteries, blocks of wireless communication, as well as, self-testing and self-

diagnostic systems. To meet the system requirements the self-adaptability, self-testing and self-healing procedures are used.

The constantly active wire network of the measurement and control modules and its wireless extension includes sensors and actuators from 1 to n which are connected to m traditional measurement and control modules (Figure 1). Each of them includes the multichannel analog to digital converter ADC or digital to analog converter DAC, the microcontroller for the traditional data processing, and an adapter of the wired interface. Through this interface the measurement and control modules interact with the control and crisis center receiving commands and sending measurement results.

To provide the work of those modules within the system each module is equipped with an additional wireless microcontroller which receives data from the wireless network, or prepares data for the transmission through wireless network. This microcontroller operates only in pre-emergency and post-emergency modes. It receives measurement results (from the measuring module microcontroller or adapter of wired interface), then compresses, encodes and transmits it through the wireless interface. Measurement and control modules, with the absence of network power, are charged from the independent accumulator unit (it is not presented in Figure 1).

In the normal exploitation mode the data and commands exchange is running through the wired network. If it is damaged during an accident, another wireless network is created on the basis of drones. Due to “Master’s” commands drones are situated in the air in a way to run following functions: to cover all measuring modules which are equipped with the wireless connection; to distribute data streams through drones as evenly as possible; to secure the highest possible veracity of the transmission for sensor data and controlling commands; to avoid obstacles and making no obstacles per each other.

In the independent power supply of the measurement and control modules (from the backup accumulators only) it is very important to minimize their power consumption. For this purpose all possibilities have to be explored including a limitation of the wireless interface power, and drones must be placed in the appropriate zones close enough to the signal sources.

Thus, to use drone subsystem more efficiently, the following methods and tools should be developed:

- methods and tools for monitoring the state of mission and drones’ components, including power and navigation subsystems;

- methods and tools of drones’ space-localization methods via the GPS and non GPS, as well as local navigation subsystem;

- methods and tools for collisionless drone maneuvering, adapted to the conditions of NPP needs;

- methods and tools for finding the optimal position of drones, providing sufficient bandwidth, reliability of messages retranslation, minimizing power consumption and collisionless;

- methods and tools of drones interacting with each other during action, in particular, optimizing the location, distributing the data flows and to avoid collisions;

methods and tools of drones' equipment by necessary sensors, retractions of their data to the crisis center, and sensors throwing to a specified location.

## **5. Conclusions**

We propose to use the post-accident monitoring system based on the application of multi-functional drone fleet and multi-communication technologies in case of the NPP severe accident. Such PADSM includes one wired network subsystem (as a traditional PAMS) and three wireless network subsystems which are more resilient to multiple physical failures.

Overall the suggested PADSM will provide opportunities for better real-time decisions making and monitoring capabilities to assess the progress of a predicted emergency situation by addressing the following concerns:

- provide real-time comprehensive NPP system status data in terms of various reactor-operating states,
- provide visual and sensor data for plant components (steam pipes and steam-generator tubes), the frequency of events, and evidence of human factors failures,
- provide critical real-time data sets used in a branch-and-bound PSA analyzer, and
- provide situation-awareness data sets for first responders and emergency control room personnel.

## **References**

1. Accident and post-accident monitoring system. Retrieved November 25, 2016, from <http://imp.lg.ua/index.php/en/pams-2>.
2. Hiromoto, R., Sachenko, A., Kochan, V., Koval, V., Turchenko, V., Roshchupkin, O., & Kovalok, K. (2014). Mobile Ad Hoc Wireless Network for Pre- and Post-Emergency Situations in Nuclear Power Plant. In Proceeding of The 2nd IEEE International Symposium on Wireless Systems within the Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS-SWS 2014). Offenburg, Germany.
3. Sanada, Y., & Torii, T. Radiation measurement by unmanned aircraft after Fukushima Daiichi nuclear power plant accident (2015). Retrieved November 25, 2016, from <http://www.icao.int/Meetings/RPAS/RPASSymposiumPresentation/Day%201%20Session%202%20Massaki%20Nakadate.pdf>
4. Towler, J., Krawiec, B., & Kochersberger, K. (2012). Radiation Mapping in Post-Disaster Environments Using an Autonomous Helicopter. Remote Sensing, 4(7), 1995-2015.
5. Sachenko, A., Kochan, V., Kharchenko, V., Roth, H., Yatskiy, V., Chernyshov, M., Bykovyy, P., Roshchupkin, O., Koval, V., & Fesenko, H. (2016). Mobile post-emergency monitoring system for nuclear power plants. In Proceedings of the 12th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2016). Retrieved November 25, 2016, from <http://ceur-ws.org/Vol-1614/>.

6. Kharchenko, V., Sachenko, A., Kochan, V., & Fesenko, H. (2016). Reliability and survivability models of integrated drone-based systems for post emergency monitoring of NPPs. In Proceeding of The International Conference on Information and Digital Technologies 2016 (IDT 2016). Rzeszow, Poland: University of Rzeszow press.
7. Kharchenko, V. (2016). Diversity for Safety and Security of Embedded and Cyber Physical Systems: Fundamentals Review and Industrial Cases. In Proceeding of 15Th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC 2016). Tallinn, Estonia: Tallinn University of Technology press.

### **Authors' Information:**

**Vyacheslav Kharchenko**- Center of Safety Infrastructure Oriented Research and Analysis, Research Production Company Radiy Academic Tamm str., 29, 25009, Kropyvnytsky, Ukraine  
Department of Computer Systems and Networks,  
National Aerospace University KhAI  
Chkalov str., 17, 61070, Kharkiv, Ukraine

**Anatoly Sachenko, Volodymyr Kochan**- Institute of Intellectual Computer Systems Ternopol National Economical University  
Lvivska str., 11, 46020, Ternopil, Ukraine

**Maxim Yanovsky**- Department of Computer Systems and Networks,  
National Aerospace University KhAI  
Chkalov str., 17, 61070, Kharkiv, Ukraine

**Herman Fesenko**- Department of Occupational Safety and Health,  
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv  
Marshal Bazhanov str., 17, 61002, Kharkiv, Ukraine

**Hubert Roth**- Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Siegen  
Hoelderlin str., 3, D-57068, Siegen, Germany

## **ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ВІБРАЦІЇ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ УКРАЇНИ.**

Яровой Леонід

Проблема безаварійної експлуатації об'єктів енергетичного комплексу, в першу чергу ядерного, надзвичайно актуальна. Крім самого реактору,

критичними об'єктами є також системи трубопроводів, що працюють у важких умовах, системи обслуговування реактора та інше обладнання. Гостро стоїть питання контролю критичних параметрів, наприклад, рівня вібрації, напруженого стану, неруйнівного контролю, вібрації об'єктів та агрегатів в зонах з підвищеним рівнем радіаційного забруднення, які більшу частину часу закриті для доступу персоналу. Саме тому для запобігання аварійним ситуаціям регламентом експлуатація АЕС передбачені дорогі планові зупинки реакторів для контрольних досліджень та профілактичного ремонту.

Відомо, що лазерні інтерференційні системи з успіхом застосовуються для неруйнівного контролю, безконтактного дослідження руху та вібрації механічних об'єктів. А серед них увагу, в першу чергу, привертають лазерні доплерівські віброметри (ЛДВ), які можуть безконтактно на значному віддаленні від потенційно небезпечних об'єктів контролювати їх механічний стан шляхом точного та чутливого вимірювання параметрів вібрації в різних точках об'єкту.

Мета роботи - створення та застосування лазерних інтерференційних систем та методів для безконтактної діагностики механічного стану критичних діючих об'єктів та агрегатів в зонах з підвищеним рівнем радіаційного, забруднення,

З 1996 року на механіко-математичному факультеті КНУ рамках гранту УНТЦ було розпочате дослідження по розробці та застосуванню голографічної та лазерної доплерівської систем для діагностики критичного навантаження в трубопроводах та інших агрегатах в процесі виведення з експлуатації Чорнобильської атомної станції [1].

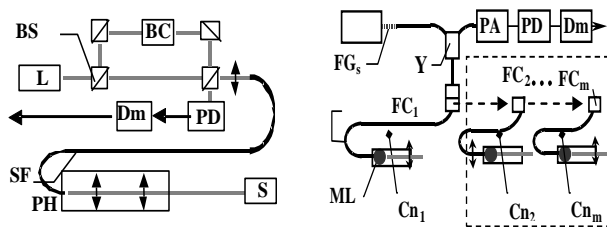
Створена в процесі роботи мобільна голографічна система дозволила виконувати оперативні дослідження зон напружень та критичних деформацій, але лише при умові відсутності значних коливань температури оточуючого середовища, сильних вібрацій. Але головне те, що з системою має працювати досвідчений персонал.

В той же час, системи ЛДВ значно менше залежить від завад зовнішнього середовища, причому може знаходитись на значній відстані до досліджуваного об'єкту. ЛДВ системи можуть бути керовані дистанційно, а саме лазерний промінь може бути спрямований віддаленим оператором на обрані області досліджуваного об'єкту, або об'єктів.

Нами також було розроблено макет лазерного віброметра LDV-F з світловодним зондом довжиною 25 м та мініатюрною випромінюючою головкою для роботи в особливо небезпечних та агресивних зонах АЕС [2]. Для вимірювань використовувався також промисловий лазерний віброметр CLV-S.

Впродовж 1997-1999 років впродовж виконувались тестування в різних зонах Чорнобильській АЕС. А пізніше нами були проведені тестування на





## АБ

Рис. 1 Лазерні віброметри CLV-S (А) та LDV-F.(Б)

Рівненській АЕС з принципово іншим типом реактору (ВВЕР-1000).

На рис.1А та. 1Б подані блок схеми лазерних віброметрів, котрі використовувались в наших дослідженнях на АЕС. Позначками на малюнках позначені такі елементи для віброметра CLV-S (рис.1А): L – лазер; BS – світлоподільні елементи; BC – комірка Бреґґа; PD – фотодетектор; Dm – демодулятор доплерівського сигналу; PH – головка зонду віброметра; SF – одномодовий світловод, що зберігає поляризацію; S – об’єкт дослідження.

Для віброметра LDV-F (рис.1Б): L – лазер; FG – світловодна ґратка Бреґґа; PD – фотодетектор; PA – підсилювач доплерівського сигналу Dm – демодулятор доплерівського сигналу; Y – світловодний направлений розгалужувач; FC<sub>1</sub>...FC<sub>m</sub> – світловодні роз’єми; SF – одномодові світловоди; ML – мікролінзи; C<sub>n1</sub>...C<sub>n<sub>m</sub></sub> – канали світловодних зондів.

На АЕС, зокрема, досліджувалися вібрації головок головних циркулярних насосів (ГЦН), кожухів та кріплення підшипників турбін та турбогенераторів, різноманітних трубопровідних систем (трубопровідів вузла редуціювання ущільнючої води у залі НГУ, маслопроводів гідропідйому підшипників ротора турбіни інш.). Отриманий масив даних аналізувався з метою визначення перспектив та доцільності використання лазерних віброметрів на АЕС.

Результати вимірювань біли також співставленні з результатами від штатних (контактних) віброметрів АЕС. Встановлено, що крім таких загальновідомих переваг ЛДВ як висока чутливість, динамічний діапазон, вражаюча точність, лазерні віброметри також дозволяють виконувати мультиплікативні заміри в декількох наперед визначених точках обладнання шляхом послідовного їх сканування лазерним променем віброметра. Наприклад, спостереження за розподілом амплітуд вібрації вздовж труби може визначити зони критичних навантажень [4], а при певних умовах і дефекти. Важливо, що всі ці вимірювання можуть виконуватись телеметрично без присутності персоналу.

Іншим підходом до роботи в небезпечних та важкодоступних зонах АЕС є використання довгих світловодних зондів, або розгалуженої мережі таких зондів, як це передбачено в прототипі вібрметра LDV-F.

Для підвищення чутливості до коливань з малою амплітудою в умовах значних впливів оточуючого середовища на тракт розповсюдження зондувального лазерного променя запропоновано використовувати ефект "трихвильового фотозміщення" (ТХФ)[4] . А експерименти показали високу ефективність розробленої методики особливо для ЛДВ з світловодним трактом ) [5] .

Ще одним перспективним підходом до контролю критичних вібрації обладнання АЕС є лазерні вібрметри з автофотозмішуванням [6], які дозволяють виконувати вимірювання з безпечних відстаней в 100 м та більше.

У підсумку робота, що проведена, та аналіз результатів дозволяють зробити висновок про широкі можливості застосування засобів лазерної вібрметрії в системах аварійного реагування на об'єктах критичної інфраструктури.

### Література

1. L.Yarovi, I. Robur, G. Siegmund, D. Tushev, Experiences in using laser Doppler vibrometers at Chernobyl nuclear power plant, Proc. SPIE Vol. 4072. *Vibration Measurements by Laser Techniques*. p. 479-487. June 2000.
2. Азутін О. М., Яровой Л.К. Напівпровідниковий світловодний лазерний доплерівський вібрметр для неруйнівного контролю // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. 2003. – Випуск. 5, - С. 7-12.
3. Куценко О. Г., Яровой Л. К. Дослідження впливу неоднорідності на згинні коливання балки методом лазерної вібрметрії // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. – 2003. - Випуск 3, - С. 95-100.
4. Пат України 99058 від 09.04.2012 G01C 3/00, G01C 3/08, G01B 9/02. Лазерний доплерівський вимірювач вібрації / Яровой Л. К, Іващенко Д.О., Розумнюк В.І.; заявник Київський національний університет імені Тараса Шевченка – № а20110548 Україна; друк 10.07.12, Бюл. № 13
5. M. Prokofiev, I. Stepakhno, L. Yarovi. Method of increasing the sensitivity of non-contact nanovibration measurement under phase noise in the measurement channel of laser vibrometer. Proceedings of International scientific conference “UNITECH”, Gabrovo, Bulgaria, November, 18 – 19<sup>th</sup>, 2016, Gabrovo, pp III 364 – 269.
6. Смельянов В. та інші. Вібрметр з зворотнім зв'язком в напівпровідниковому лазері //Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. 2012. – Випуск 1. – С. 77 – 82.

### Інформація про автора:

**Яровой Леонід-** с.н.с. механіко-математичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, yarovoi@univ.kiev.ua

### Annex for papers written in Ukrainian and Russian

*We discuss the possibility of noncontact laser diagnostics to monitor emergencies at nuclear power plants. The paper shows the experience of vibration measurement by means of laser vibrometry in different areas of technical equipment at the Chernobyl NPP and Rivne, particularly in areas with high levels of radiation contamination. The new technical solutions are proposed to reduce the harmful effects of the environment on the elements of the diagnostic laser systems.*

### **МОДЕЛЬ ТЕПЛОГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО, ВЛАЖНОСТНОГО И РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ НОВОГО БЕЗОПАСНОГО КОНФАЙНМЕНТА И ОБЪЕКТА "УКРЫТИЕ"**

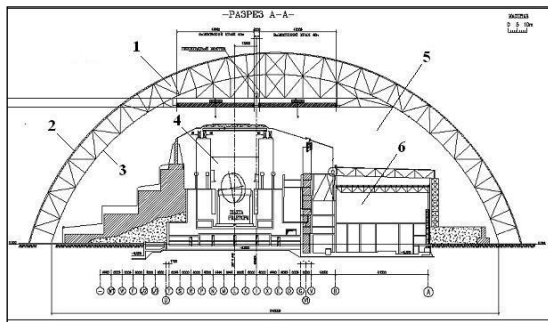
(для поддержки проекта преобразования объекта «Укрытие»)

Круковский П.Г., Метель М.М., Полубинский А.С., Краснов В.А.,  
Скляренко Д.И., Дейнеко А.И.

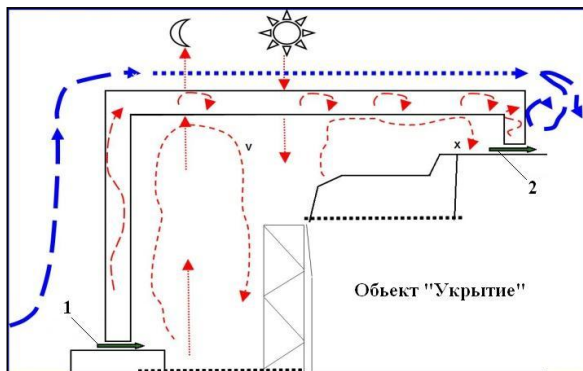


Круковский П.Г.

Новый Безопасный Конфайнмент (НБК), построенный и надвинутый на Объект «Укрытие» (ОУ) Чернобыльской АЭС (рис.1), является защитным сооружением, включающим в себя оборудование для извлечения из разрушенного 4-го энергоблока ЧАЭС материалов, содержащих ядерное топливо, преобразования этого энергоблока в экологически безопасную систему и обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды.



а



б

Рис.1 Схемы Объекта «Укрытие» и Нового Безопасного Конфайнмента в поперечном (а) и продольном (б) сечениях. На рис.а: 1- стальные конструкции и кольцевое пространство Арки НБК, 2- наружная оболочка, 3- внутренняя оболочка, 4- Объект «Укрытие» и разрушенный реактор, 5- основной объем НБК, 6- маззал. На рис.б: стрелками показано движение воздушных потоков при Западном ветре, 1- направление входа воздуха в НБК через щели Западной стены, 2- направление выхода воздуха из НБК через зазоры Восточной стены.

Ресурс несущих стальных конструкций (трубы диаметром до 1м), находящихся в кольцевом пространстве между двумя металлическими оболочками (рис.1,а), должен быть обеспечен в течении 100-летнего срока работы НБК. Для этого предусматривается специальная система вентиляции и осушения воздуха для поддержания требуемого режима влажности (не более 40%), а также предотвращения попадания радиоактивных аэрозольных выбросов в окружающую среду при демонтаже конструкций ОУ.

В докладе обосновывается необходимость детального анализа и прогнозирования совместных термогазодинамических и влажностных процессов в ОУ и НБК, которые и определяют 100-летний ресурс стальных конструкций НБК. Для выполнения анализа и прогнозирования этих процессов разработана трехмерная компьютерная CFD (Computational Fluid Dynamic) модель, которая позволила проверить работоспособность системы вентиляции НБК при возможных климатических условиях и отказах вентиляционного оборудования.

Рассмотрен комплекс методических и программных процедур и технологий, позволивших учесть в модели основные физические процессы и особенности структуры и геометрии НБК и ОУ. К таким физическим процессам относятся аэродинамическое обтекание НБК наружным ветром и движение воздушных потоков в объемах НБК и ОУ (рис.1,б), теплообмен, воздухообмен и влагообмен ОУ с НБК и НБК с окружающей средой, перенос радиоактивных аэрозолей (РА) из ОУ в НБК и окружающую среду.

Разработанная модель термогазодинамических и влажностных процессов в воздушных объемах Арки НБК, строительных конструкциях ОУ, фундаментах и грунтах под ними была использована для детального анализа распределения температур и влажности в основных объемах НБК и ОУ при различных климатических условиях в стационарных и нестационарных режимах, а также прогнозирования тепловлажностного состояния ОУ и НБК при отказах различных частей вентиляционного оборудования.

Температурно - влажностный режим в кольцевом пространстве Арки НБК, основном объеме и в строительных конструкциях ОУ формируется в результате сложного взаимодействия происходящих там аэродинамических и тепломассообменных процессов (рис.1). Это процессы теплопроводности через элементы строительных конструкций, сопряженный конвективный теплообмен между воздушными потоками и поверхностями Арки НБК и ОУ, смешение поступающих в объем кольцевого пространства и основной объем Арки НБК (а также отводимых из указанных объемов) воздушных потоков с различной температурой и влажностью, тепло, поступающее в основной объем НБК из ОУ и разрушенного реактора.

Разработанная и кратко описанная выше модель термогазодинамических и влажностных процессов в воздушных объемах Арки НБК, строительных конструкциях ОУ, фундаментах и грунтах под ними была использована для детального анализа распределения температур и влажности в кольцевом и основном объемах НБК и ОУ при различных климатических условиях в стационарных и нестационарных режимах, а также прогнозирования тепловлажностного состояния ОУ и НБК при отказах различных частей вентиляционного оборудования.

Проведенные исследования показали, что система вентиляции в целом работоспособна в диапазоне заданных климатических условий с изменением температуры окружающего воздуха от -22 до + 30 °С, относительной влажности от 50 до 100% и силе ветра от 0 до 25 м/с.

Рассмотренная модель позволяет также проводить анализ распространения радиоактивных аэрозолей из ОУ в основной объем НБК и окружающее пространство. Приведены предварительные результаты распространения РА в ОУ, НБК и окружающей среды как в период ввода НБК в эксплуатацию, так и в процессе эксплуатации, когда все зазоры между стенами НБК и строительными конструкциями ОУ будут загерметизированы.

Работа выполнялась при финансовой поддержке консорциума VINCI Construction Grands Projets/ Vouzgues Travaux Publics NOVARKA, Национальной академии наук Украины и научной программы НАТО “Наука во имя мира и безопасности”.

**Информация об авторах:**

**Круковский П.Г., Метель М.М., Полубинский А.С., Скляренко Д.И., Дейнеко А.И.**- Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев, ул. Желябова, 2а

**Краснов В.А.**- Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, г. Киев, ул. Лысогорская, 12