

**Страшне, прекрасне та
потворне в Чорнобилі. Від
катастрофи до лабораторії**

КУПИТИ

Чорнобиль, ядерна енергетика, зона відчуження... Усе це — не декорації комп'ютерної гри, а звична реальність, у якій ми живемо щодня. З наслідками аварії, що сталася понад 30 років тому, й атомними електростанціями, що живлять наші домівки. У цій книжці ви не знайдете детального аналізу подій, що сталися 26 квітня 1986 року, чи історій ліквідаторів. Натомість ви дізнаєтеся основи радіаційної науки, познайомитеся з людьми, які її творять, і зрозумієте, що відбувається в Чорнобилі та яким може бути майбутнє радіаційної і ядерної безпеки у світі після завершення війни в Україні.

Чи безпечний до вживання чорнобильський сніг та чи варто смакувати картоплю із зони відчуження? Що відбувається на АЕС і чому алкоголь не рятує від радіації? У чому різниця між радіобіологією та радіоекологією, випроміненням й опроміненням і чому не варто панікувати, якщо зупинився енергоблок якоїсь АЕС? Про все це, а також про окупацію Чорнобиля та ситуацію на Запорізькій АЕС, тактичну ядерну зброю та Фукусіму у своїй книжці розповідають радіобіологині Олена Паренюк і Катерина Шаванова.

Олена Паренюк, Катерина Шаванова

СТРАШНЕ, ПРЕКРАСНЕ ТА ПОТВОРНЕ В ЧОРНОБИЛІ

ВІД КАТАСТРОФИ ДО ЛАБОРАТОРІЇ



ВіхОла

Олена Паренюк,
Катерина Шаванова

Страшне, прекрасне та потворне в Чорнобилі

Від катастрофи до лабораторії

віх^ола

Київ ♦ 2023

Відгуки про книжку

ПОЛЬОВИЙ ЖУРНАЛ ДОСЛІДНИКІВ КІНЦЯ СВІТУ

Я чекав на появу книжки про Чорнобиль у серії non-fiction видавництва «Віхола». Саме в цьому виданні й саме цих авторок.

Одразу після аварії в середовищі письменників та журналістів установився драматичний формат розповіді про ЧАЕС у 1986 році. Це можна пояснити шоком від масштабу події та наслідків, що виникли на цивільному ядерному об'єкті. На якийсь час людство відчуло близький подих реальної ядерної війни, загроза якої тримала в напруженні весь світ з 1945 року. Без оголошення війни та завдання ядерних ударів склалися мапи радіаційного забруднення місцевості. Без руйнувань і явних зовнішніх впливів зазнавали знелюднення села й міста. Формули й терміни зі сторінок довідників з радіаційної безпеки та цивільного захисту потрапили в реальне життя. Очікувано, що в такій ситуації акцент буде зосереджено саме на людях: їхніх втратах, болю й досвіду подолання викликів, які принесла аварія.

З плином часу Чорнобильську катастрофу почали розглядати як історичну подію в контексті каскадного наростання ентропії соціуму під кінець існування СРСР. Розпад атома став частиною розпаду найбільшого соціального експерименту XX сторіччя. Із середини 1990-х суспільна думка помістила Чорнобиль до «політики пам'яті». Був створений пантеон героїв і жертв катастрофи, офіційні дати вшанування — роковини аварії та День ліквідатора, музеї та меморіали. Території, які зазнали радіаційного забруднення, розглядали як прокляті землі на півночі країни, де є страшна зона відчуження й села, місцевим мешканцям яких платять «гробові». На початку XXI сторіччя чорнобильська аварія стала поступово відходити на периферію уваги суспільства. Почала сприйматись як стара проблема. Один з керманичів держави висловив це простими словами на 20-річчя аварії: «Чорнобиль — це страшний сон, якого треба позбутися». На цьому можна було б ставити крапку. Але час вносить свої корективи. З'явилися нові покоління й нові технології, зону відчуження стали осмислювати в рамках нової культури. В Чорнобиль прийшов Homo ludens, який не мав емоційного досвіду переживання цієї катастрофи, і тому це були інтерес та цікавість першовідкривача. Локації зони відчуження потрапляли до сетінгу комп'ютерних ігор, з'явилися чорнобильський туризм і сталкерство.

Незважаючи на ставлення суспільства й держави, в самій зоні відчуження впродовж усього періоду після аварії, не зупиняючись, тривали процеси: виведення ЧАЕС з експлуатації, поводження з радіоактивними відходами, радіаційна безпека й наукові дослідження. Останнє важливо. Наслідком чорнобильської катастрофи стало створення потужного наукового та експертного середовища, яке займається проблемами радіаційної безпеки, радіоекології, радіобіології та інших пов'язаних напрямів. Завдання, які виконували науковці, мінялися з часом, як і форми організації науки. Однак у цій системі, попри складні умови, зберігався великий ступінь наступності дослідних структур. На початку XXI сторіччя зона відчуження стала «лабораторією просто неба», куди приїжджали в експедицію багато дослідників з різних країн. Завдяки Чорнобиллю наша країна отримала спеціалізацію на науковій мапі світу.

Ця книжка пропонує інший погляд на зону відчуження ЧАЕС, історію аварії 1986 року й атомну енергетику. Він буде однаково далекий від традиційних презентацій та хайпових заяв блогерів або «медійних експертів». Авторки, як сталкери, проведуть читача стежками зони відчуження, які знають тільки науковці. Познайомлять із заплутаним світом чорнобильського професійного життя та видатними персонами наукової спільноти. І, головне, з позиції експертів-науковців дадуть відповіді на більшість запитань, які стосуються Чорнобиля, атомної енергетики та радіації. Авторки розкажуть історію дослідження та використання атома, розкриють причини, що призводили до трагедій і катастроф, історію їх розуміння та прийняття як головної умови подолання. Ця розповідь буде подорожжю, яка врешті виведе читача з лабіринту. Лабіринту страхів, міфів, маніпуляцій і хибних уявлень, пов'язаних з радіацією.

Денис Вишневський, начальник наукового відділу Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, радіоеколог, фотограф і літописець Зони. Автор книжок про зону відчуження ЧАЕС

Радіацію (в значенні іонізуюче випромінювання) неможливо побачити чи відчути. А от відчути шлях її дослідниць, зануритися в атмосферу науки в Чорнобилі цілком можливо на сторінках цієї книжки. Олена й Катерина буквально беруть тебе за руку, садять на задне сидіння «Білого коня» і везуть на КПП «Дитятки». А по дорозі захопливо розповідають про «банановий еквівалент», греї та зиверти, вплив радіації на довкілля, способи захиститися від іонізуючого випромінювання. А потім, стишуючи голос, говорять і про період окупації ЧАЕС та тимчасову окупацію Запорізької АЕС.

Книжка дозволяє краще зрозуміти природу радіації, різні сценарії використання атомної енергії та наслідки цього використання. Дізнатися це все від двох науковиць, які своїми руками копають зразки ґрунту на території зони відчуження, — багато чого вартує, тому досить читати мій відгук, переходьте вже до книжки.

Артем Албул, автор каналу «Клятий раціоналіст»

Подяки

Ігорю Гудкову — академіку й наставнику з великої літери.

Валерію Кашпарову та колективу УкрНДІ СГР — з якими ми починали свій шлях у Чорнобиль.

Денису Вишневському, який є справжнім літописцем Зони й завжди щедро ділиться своїми надбаннями, роздумами та гречкою.

Колективу Інституту проблем безпеки АЕС НАН України та Сергію Паскевичу — з вами ми отримали наші найцінніші проби та афіліацію в Чорнобилі. З вами ми зробимо там Космос.

Японським колегам, котрі надали пропозицію, від якої неможливо відмовитися, й цим відкрили новий напрям наших пригод.

Ясуда-сенсей, арігато годзаїмас.

Нашій «молодій команді» — з вами можна робити науку і все, що завгодно.

Нашим родинам — за те, що ми такі, які є, і ви нас завжди в цьому підтримуєте.

Вступ

Наука про радіацію — цікава й непроста наука: вона об'єднує фізику, хімію, математику, біологію та сільське господарство, медицину й національну безпеку. Але в Україні радіобіологія здебільшого асоціюється з аварією на ЧАЕС, і цікавість до неї накопчує хвилями. Щоквітня — пік, а в решту часу увагу до неї може привернути хіба щось екстраординарне. А от фейки та міфи, пов'язані з аварією на ЧАЕС, — надзвичайно живучі цілорічно.

У 2019 році серіал «Чорнобиль» сколихнув суспільну зацікавленість, у 2020-му масштабні пожежі в зоні відчуження спровокували паніку та появу неймовірних історій (пригадаймо хоча б лякалку про радіацію, що в результаті масштабних пожеж знову атакує Київ із Чорнобиля), а у 2021 році ми почали писати цю книжку.

Ядерна енергетика — один з найбезпечніших придуманих людством способів видобутку такої потрібної нашій цивілізації енергії. Якщо ми хочемо енергетичної незалежності, то слід рухатися саме в бік АЕС. До речі, Євросоюз визнав атомну енергетику екологічною, зеленою. Проте варто пам'ятати й про можливі наслідки кожної помилки: за майже 80-річну історію атомної генерації ми все ж маємо дві масштабні аварії, що нагадують нам про повагу й обережність, з якими необхідно ставитися до нашого потужного союзника — радіоактивності.

Чорнобильська зона — це унікальна територія, на більшій частині якої не ведуть господарської діяльності, що перетворює її на унікальну «лабораторію просто неба», де вчені з усього світу та різних галузей здійснюють дослідження, спілкуються та загалом проводять значну частину свого життя. І на цьому шляху трапляється чимало пригод: великих і малих, героїчних і кумедних. Трапляються вони й у радіобіологінь.

Але насправді Чорнобиль є в житті всіх нас. Майже в кожній родині є детальні спогади, що саме вони робили 26 квітня 1986 року.

Безневинні запитання «А де ви працюєте?» чи «Як ви провели відпустку?» до авторок цієї книжки — і ми вже знаходимо людей, які ліквідували аварію в 1986-му, родичі яких працюють у Чорнобилі й Славутичі... Спогади про однокласника з Прип'яті, молочний магазин у «чорнобильському» будинку...

У квітковому магазині, в улюбленому барі чи кав'ярні, на масажі — та практично всюди ми зустрічаємо людей, які діляться з нами спогадами про «свій Чорнобиль».

У цій книжці ви не знайдете детального аналізу подій, що сталися 26 квітня 1986 року, тут не буде будови реактора (війна змусила додати цю інформацію) та історій ліквідаторів. Натомість ви прочитаєте про засади радіаційної науки (радіобіології та радіоекології), «побачите» людей, які її творять, та й загалом дізнаєтеся, що ж там зараз робиться, в цьому нашому Чорнобилі.

Наука ближче, ніж здається.

Вступ воєнний

Двадцять третє лютого 2022-го в Україні, мабуть, кожен пам'ятає по годинно...

У нас він був присвячений приємним «чорнобильським» клопотам.

Діловий центр Києва, затишна кав'ярня-бібліотека, де ми ховалися від похмурої погоди. Зустрілися з колегою із Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, обмінялися новинами, книжками, відсвяткували його день народження.

З редакторами відзначили подання завершеного рукопису цієї книжки у видавництво. Випили дві пляшки кави, розповіли все-все про персонажів, посміялися з ілюстрацій, напланували планів до Книжкового Арсеналу.

Увечері відбулося організоване нами інтерв'ю одного з героїв книжки з журналістами «Суспільного». Тема важлива, герой розумний та в'їдливий, журналісти професійно ставлять актуальні на той час незручні запитання: «Що в Україні з радіаційною безпекою? Яке майбутнє туризму в зоні відчуження? Як ставитися до нещодавніх навчань Нацгвардії у Прип'яті? Що думати про понтонні мости, які будують білоруси в межах своїх навчань за кілька десятків кілометрів від кордону із зоною відчуження?..».

Інтерв'ю завершилося фразою «От побачите, вони зайдуть через Зону»...

Після чого всі чемно розпрощалися й наобіцяли, що за кілька днів інтерв'ю розшифрують і «десь на цьому тижні вийде матеріал» (матеріал з правками та нашими доповненнями вийшов у квітні).

Уранці 24 лютого наш герой уже організовував евакуацію з Чорнобиля, а через день узяв із шафки свою військову форму й доєднався до лав Тероборони ЗСУ.

Уранці 24 лютого син Олени не пішов у дитячий садочок, а натомість кружляв біля кав'ярні, де обидві авторки зустрілися на

щоденну ранкову каву — щоб наступного разу побачитися вже в травні.

Війна йшла на Київ через Чорнобиль. Зони відчуження України та Білорусі мали дуже умовне маркування кордону, адже разом це був найбільший у Європі біосферний заповідник, де, за планом, могли вільно переміщатися тварини. І саме через цю тиху територію до нас зайшли орди росіян, які планували взяти Київ за три дні.

Люди Чорнобиля — як зріз суспільства України: на передовій, на окупованих територіях, волонтерять, в еміграції, у полоні... А дехто вже поліг за нас із вами.

Чорнобильська зона відчуження пережила навалу російських військ, які залишили після себе окопи в Рудому лісі, порожні місця від украдених карт пам'яті й материнських плат із комп'ютерів, понівечене обладнання, розбиті вікна, продірявлені стіни й безлад навколо. Найближчим часом у саперів в Україні буде багато роботи, тому «знімати» міни й розтяжки, що залишили військові, найімовірніше, будуть звірі — можливо, той самий легендарний лис або якийсь із табунів коней Пржевальського.

Війна змінила й іще змінюватиме підходи до світової радіаційної та ядерної безпеки.

Аварія 1986 року переформатувала стандарти й філософію безпеки проєктування та експлуатації АЕС. Відбулося «немислиме»: подія з правої частини статистичного розподілу прийшла в реальність. Війна поставила питання захисту об'єктів під час воєнної агресії.

Питання терористичних атак на об'єкти ядерно-паливного циклу, зрештою, має бути вирішене. Мають бути знайдені шляхи до реагування міжнародних «джентльменських клубів» на кшталт МАГАТЕ, ООН і решти аббревіатур на неадекватну поведінку гопників на АЕС та в місцях із підвищеною радіаційною небезпекою. Після перемоги України світ іще має віднайти свою енергетичну стабільність, і атомній енергетиці — принаймні в найближчій перспективі — відведено в ній надзвичайно важливе місце. Україна вже запланувала побудову двох нових атомних реакторів на Хмельницькій атомній електростанції, до того ж веде активні перемовини щодо реакторів нового типу — маленьких і ефективних — тож техніку безпеки маємо засвоїти чітко.

Війна змінила нас.

Ми ніколи не могли подумати, що в перші тижні війни станемо голосом Чорнобиля, а безліч колег з усього світу прийдуть до нас по новини. Що нас цитуватимуть у «Time», що ми дамо інтерв'ю «The Economist» і «The New Scientist», а новинні агентства Японії звертатимуться до нашого затишного блогу як до першоджерела. Ми завжди хотіли стати експертами з радіаційної та ядерної безпеки, але в одній з вечірніх телефонних розмов — після двох чи трьох інтерв'ю міжнародним виданням про можливий ядерний апокаліпсис — Олена нила Катерині: «А можна мені вже трохи менше експертності, будь ласка?». Зараз цей спринт закінчився, і ми повертаємося до свого звичного марафону: наука, наукопоп, робота, ця книжка, що переживає вже третє переосмислення. Книжку було завершено до повномасштабного вторгнення, і шкода, що вона не може вийти в початковому вигляді. Але вторгнення через Чорнобиль і захоплення ЗАЕС змусили нас дописати нові розділи.

Проте ми сподіваємося, що війна не змінить того факту, що науці в Чорнобилі буде місце — і саме люди науки визначатимуть обличчя Чорнобиля в майбутньому.

Чорнобиль довго залишався певною мірою закритим місцем, адже люди працюють тут десятки років. Особливості робочого графіка (люди живуть у Зоні або 14 днів через 14, або 4 через 3), робочий день, що триває з 8 ранку до 8 вечора, відсутність особливих розваг поза роботою — усе це призводить до того, що люди практично живуть у кабінетах і лабораторіях, віддаючи роботі душу й натхнення.

Повертатися до сплюндрованих кабінетів і лабораторій важко. Відновлювати маршрути патрулювання, дослідження в «саркофазі», систему радіаційного моніторингу — важко. Але це — шанс для майбутнього розвитку.

І ми впевнені, що цей шанс не проґавимо.

1. Наш шлях у Чорнобиль. Як і навіщо ми сюди прийшли

ЧАЕС — Чорнобильська атомна станція; так називають саму станцію, де сталася аварія. Вона складається з чотирьох енергоблоків, вибухнув 4-й. А останній вимкнули у 2000 році.

ЗВ — зона відчуження ЧАЕС.

ДП ЧАЕС — Державне підприємство ЧАЕС — експлуатуюча організація, якій юридично належить ЧАЕС.

НБК — Новий безпечний конфайнмент — Арка, яку у 2017 році насунули на об'єкт «Укриття», щоб захистити довкілля. Має проєктний термін експлуатації 100 років. Ми збираємося будувати лабораторію всередині НБК.

ДАЗВ — Державна агенція з управління зоною відчуження — розпорядник території, на якій розташована зона відчуження.

Об'єкт «Укриття» — ота штука, яку побудували у 1987 році над реактором, що вибухнув. Зараз перебуває всередині НБК. Наша лабораторія буде за межами об'єкта «Укриття», але всередині НБК. Пости спостережень / розміщення біологічних зразків обладнуватимемо всередині об'єкта «Укриття».

Рудий ліс — територія поруч із ЧАЕС, куди випала величезна кількість радіонуклідів, через що сосни втратили хлорофіл, набули буро-рудого кольору, померли, а після цього були зариті бульдозерами у траншеї та вкриті шаром піску з висадженими на ньому новими деревами.

А вам удвох ніколи не буває сумно?

Коли сталася аварія на Чорнобильській АЕС, Катерині було три. До моменту, коли мама завагітніла Оленою, залишилося приблизно три місяці.

Олена народилася через рік після аварії в Житомирі — регіоні, дуже близькому до Чорнобиля в багатьох сенсах. Займається радіобіологією

з 8 класу. Мала академія наук, бакалаврат, магістратура, аспірантура, докторантура. І все з радіобіології. Навіть сина народила 26 квітня.

Катерина — з міста Василькова Київської області. У 1986 році, рятуючись від радіації, вперше літала літаком, побачила море та гори — «чорнобильська дитина». До радіобіології прийшла на запрошення Олени в її першу наукову тематику, до того викладала генетику Олені в університеті. Зараз працює в R&D у сільському господарстві, але — «що заходить у Чорнобиль, те залишається там назавжди». З людьми так само.

ПРИГОДА

Перша спільна поїздка в Чорнобиль. Лютий 2013 року. Олена завершувала свою кандидатську дисертацію з радіобіології. Ця праця, як і наші подальші дослідження, була пов'язана зі впливом радіонуклідів на бактерії в ґрунті.

І треба було систематично — щосезонно — відбирати проби ґрунту в Чорнобилі. І настав лютий. І він повністю виправдовував свою назву: снігу насипало щедро, морози стояли міцні. І було нас цим не спинити, бо Чорнобиль чекав на своїх дослідників за розкладом.

Ми отримали перепустку в Зону й вирушили в дорогу: радіобіологиня Олена, генетикиня Катерина і тоді-ще-магістр Вова, він же водій стареньких «жигулів», більше відомих як Білий Кінь.

Машина була так напакована подушками, ковдрами, лопатами та харчами, що на КПП «Дитятки» нас запам'ятали раз і назавжди. А ми ж просто ретельно підготувалися до ночівлі в Чорнобилі! В Українського НДІ сільськогосподарської радіології, в якому здійснювала дослідження Олена, в місті Чорнобиль є свій будиночок, де зазвичай і базуються співробітники, коли дослідження тривають кілька днів. Інститут сільськогосподарської радіології арендує його в ДАЗВ і використовує для власних досліджень. Мила чотирикімнатна хатинка з електроенергією, пічним опаленням і зручностями надворі. Часто люди думають, що подорож туди має тривати вічність, але насправді це всього лише

дві години дороги на північ від Оболоні (або три, якщо ти аспірант на батьківській машині. Або менше ніж півтори, коли їдеш як Олена). Контрольно-пропускний пункт на в'їзді до зони відчуження працює з 8 ранку до 8 вечора, це територія із суворим адміністративним режимом, який, якщо ти хочеш працювати без проблем, варто поважати.

<https://essd.copernicus.org/articles/12/1861/2020/essd-12-1861-2020.pdf>

За посиланням ви можете переглянути мапу точок відбору Українського інституту сільськогосподарської радіології

Уся поїздка на машині перетворилася на суцільне «тягни-штовхай» нашого Білого Коня, бо розчищені дороги були дуже далеко від місць відбору зразків. Ми ж бо обирали їх за класикою — «стоячи на плечах гігантів», тобто в нашому випадку — користуючись мапою точок відбору Українського інституту сільськогосподарської радіології (УкрНДІСГР, далі — Інститут сільськогосподарської радіології) Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП). Пробовідбір — це 90 % наукової роботи в Зоні. Тому зоновське життя — це мапа, машина, чоботи й засоби відбору проб. А наукою вони стають уже в лабораторії під Києвом.

ЦІКАВИЙ ФАКТ

Мапа, яку ми використовували, — це частина величезного проєкту Інституту сільськогосподарської радіології зі створення бази даних точок відбору проб та інформації щодо вмісту в них радіонуклідів і мінеральних сполук. Мапа радіаційного забруднення — це саме «карта острова скарбів». Без неї не побачити основного сенсу Зони — забруднення. Сліди, сполуки та концентрації. Перший крок власних досліджень. Саме на основі цієї масштабної роботи було створено основні мапи забруднення територій зони відчуження радіонуклідами, якими користуються донині. Крім того, в базі даних є відомості про розташування точок — тобто в разі потреби можна повторно відібрати проби з тієї самої точки або знайти такі точки відбору проб, які будуть максимально подібні за всіма характеристиками, крім, власне, радіонуклідного забруднення.

Аби встигнути відібрати проби та працювати максимально ефективно, співробітники Інституту сільськогосподарської

радіології використовували гелікоптер. В Україні ніколи не було так, щоб грошей у науковців було дуже багато, тому, щоб зекономити час (і фінанси), проби відбирають максимально швидко. Уявіть: на те, щоб зіскочити з гелікоптера, підготувати обладнання для відбору проб ґрунту, очистити територію від лісової підстилки, за допомогою лопат і пробовідбірника взяти пробу, покласти її в поліетиленовий мішок, написати на папері бирку і вкласти її туди ж, — на все це в середньому йшло лише шість хвилин!

Але історію про гелікоптер ми дізналися пізніше — вже після того, як за показниками забруднення та вмісту мінеральних речовин підібрали точки на мапі, приїхали влітку в зону відчуження... і виявилось, що дістатися частини обраних точок машиною просто неможливо, а пішки йти ну дуже далеко.

Отож Вова кермував, ми штовхали машину... Так і пересувалися.

Найпам'ятніший момент відбувся, коли на відносно розчищеній дорозі нам назустріч вилетів КрАЗ. Зона — це далеко не ідилічна пустка, де бігають тварини й поодинокі науковці. Це режимний об'єкт, де відбувається активна діяльність з поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами, проходять тренування пожежних і військових, тому зустріти транспорт на пустій дорозі, особливо якщо пересуваєшся колією, яку в снігу проклав саме цей транспорт, — не така вже й дивина. Вова логічно вирішив, що краще в сніг, ніж у лоб, і звернув на узбіччя, де ми загрузли по самі вікна. Ми почали вигрібатися з машини, щоб за напрацьованою схемою спробувати виштовхнути Білого Коня. І побачили, що КрАЗ спинився, а до нас ідуть четверо кремезних дядьків. Ми аж завмерли в очікуванні неприємностей. А вони підійшли, чемно привіталися, тихо посунули нас від машини, підняли її на руках (просто отак угору підняли, аж колеса від землі відірвалися!) і спокійно поставили назад на дорогу. Побажали нам гарного дня й не стрибати більше на засніжене узбіччя.

Так ми вперше на власні очі побачили чорнобильське братерство в дії. І зрозуміли, що ми тут надовго.

Увесь день ми шукали наші точки, відкопували їх з-під снігу, довбали ґрунт, наповнювали мішечки. Метою тієї нашої поїздки був зимовий відбір проб: щоб оцінити сезонну динаміку таксономічного складу бактерій у ґрунті, необхідно було відбирати ґрунт щосезонно, а у вегетаційний період рослин (з квітня по жовтень) — щомісяця. Врешті ми отримали дані щодо найменшої кількості бактерій у досліджуваних ґрунтах, а заразом і контрольну точку щодо бактеріального різноманіття дерново-підзолистих ґрунтів.

Увечері нарешті дісталися будиночка, розпакували речі з Білого Коня, знайшли дрова. І зрозуміли, що вино є, а води нема. Але є сніг. Багато-багато свіженького пухнастого білого (що важливо) снігу. Тож ми збирали його, запаливши перед тим вогонь у грубці, на яку його ставили, добували воду й розробляли амбітні плани наукових звершень.

ЦІКАВИЙ ФАКТ

Місто Чорнобиль — найбільш живе місце Зони, де є персонал, офіси й інфраструктура, тож там відбувалися заходи з очистки території від радіонуклідів. До того ж пил з радіонуклідами осів уже досить давно, отже, свіжий сніг, що випадає, — чистий і радіологічно безпечний для вживання. Отак знання міграції радіонуклідів в екосистемі можуть виявитися корисними в найнесподіваніших умовах.

Минула ніч, настав ранок. Спакували наші проби з подушками, дозбирали зразки й рушили на КПП на виїзд. А там з'ясувалося, що ми — порушники і практично криміналітет. Адже ввечері треба було поставити штамп на перепустках і легалізувати нашу ночівлю в Зоні, бо без штампу документи — як Попелюшка після півночі.

Але на КПП ми були єдиними відвідувачами, а поліцейському було нудно, і він зробив стратегічну помилку. Спитав: «А що ви взагалі тут робите в такий день і таку погоду?».

Олена почала натхненно розказувати про бактерії, ґрунти, радіацію — ну, все як завжди, — щоб дати Вові й Катерині можливість і простір перепакувати проби. Назвімо це так.

«Ясно... — сказав поліцейський. — Але чому ваші проби треба відбирати саме на день святого Валентина?..»

Так у нас з'явилася розповідь про найромантичніший день святого Валентина.

А в коротенькій — дуже коротенькій (кхм-кхм) — лекції, яку він мав змогу (і не мав вибору) прослухати, було таке¹:

«Усім важливо розуміти, що є декілька ланок у формуванні екосистеми: продуценти, консументи та редуценти.

Продуценти — це рослини, вони перетворюють мінерали, сонячне світло та вуглекислий газ на живу речовину; консументи — це тварини, які споживають рослини (та інших тварин); а редуценти — ті, хто все це розкладає.

Бактерії — представники редуцентів, це одна з ланок, що розкладає відмерлу біомасу рослин і тварин назад до елементарних поживних речовин для того, щоб наступним поколінням рослин і тварин було з чого жити і біологічний колообіг розпочав новий цикл.

Бактерії — фінальна ланка такого розкладу, і ланка доволі специфічна: зазвичай бактерії спеціалізуються на розкладанні якоїсь конкретної речовини. І залежно від наявності чи відсутності цієї речовини змінюється кількість представників кожного виду мікроорганізмів.

У мікробній екології навіть є таке гасло: “Усе є всюди, але вирішує довкілля”. Це означає, що якщо в екосистему потрапила нова речовина, наприклад, померла тварина, і її тіло залишилось лежати на ґрунті — то за деякий час кількість представників тих видів бактерій, що беруть участь у процесі розкладання тіла, істотно зросте. А потім, коли їм стане нічого “їсти”, — знову знизиться до фонових показників. Таким чином, оцінюючи таксономічний склад мікроорганізмів у ґрунті, можна сказати, які саме процеси там відбуваються.

Але це працює і в інший бік: як саме зміниться таксономічний склад у разі, якщо додати до системи щось зовсім нове?

Наприклад, радіонукліди, що впливають не так власною концентрацією, як шляхом підвищення дози іонізуючого

випромінення. Можливо, є більш чутливі до дії радіації бактерії — тоді вони будуть програвати тим, які не такі чутливі. А програвши, перестануть виконувати свої функції, перестануть розкладати певні види макромолекул, змінюючи баланс поживних речовин у ґрунті.

А ще цікаво відповісти на це питання в динаміці: які процеси відбуваються в ґрунтах зони відчуження взимку? А які — влітку? Як впливають на таксономічний склад різні дози зовнішнього опромінення?

І саме для цього наша наукова група відбирала проби ґрунту на територіях з різним рівнем забруднення — щоб оцінити процеси, які відбуваються в ґрунті, і порівняти їх між собою».



По якійсь годині... Зразки ми вивезли, розійшлися з поліцейським друзями і ще довго радісно віталися, коли приїжджали в зону відчуження ЧАЕС.

А коли наступного дня розповіли нашому академіку, як героїчно здобували проби, він трохи здивовано спитав, чому було кілька днів не зачекати кращої погоди...

¹ Це важливо. Не будьте як той поліціант! Читайте уважно, бо повторимо! Це наша наукова тематика, ми її любимо. І розказувати про неї любимо.

2. Incidents and accidents, або Труднощі перекладу термінів, що описують ядерні катастрофи

INES (International Nuclear Event Scale — Міжнародна шкала ядерних подій) — система виміру, створена через необхідність надати коротку кількісну оцінку інцидентам та аваріям у ядерній сфері.

МАГАТЕ (Міжнародне агентство з атомної енергії), воно ж **IAEA** (International Atomic Energy Agency), — міжнародна міжурядова організація в структурі ООН, створена для розвитку та регуляції співробітництва у сфері мирного використання атомної енергії.

ТВЗ — тепловидільні збірки.

Чисто не там, де не сміять, а там, де прибирають.

Майже пряма цитата з народної мудрості

Ще не так давно люди, які люблять прості рішення, повторювали: «Що простіша система, то проблемніше її зламати».

Трохи ніяково казати, але це правило не працює ось уже близько чотирьох мільярдів років — приблизно з моменту, коли на нашій планеті виникло життя.

Живі організми складаються з ніжних і дуже тендітних матеріалів, які можуть бути зруйновані температурою, опроміненням, надлишком води чи її нестачею... І всі ці чинники довкілля призводять до поломок у наших клітинах: викликають помилки в генетичному матеріалі, дірявлять мембрану, утруднюють передачу сигналів. Навіть сам кисень, завдяки якому ми живемо, — сильний хімічний окисник, що руйнує наші молекули.

Фактично, життя може існувати лише в такому невеличкому проміжку, що мимоволі питаєш себе: а як ми взагалі вижили?

Відповідь неочікувана: ми, живі організми, просто навчилися дуже добре ремонтуватися. Складні системи молекулярної і клітинної взаємодії, що еволюціонували з нами, роблять усе можливе для вчасного виявлення помилки в клітині та коректної реакції на неї (про це можна почитати в одному з наступних розділів), а секрет живучості тихоходів, тарганів та інших термококів полягає в їхніх фантастичних системах репарації. Саме ця складна й багато разів відточена система (всі, хто погано справлявся з виправленням помилок у власних клітинах, просто не доживали до розмноження) й забезпечує здатність організмів адаптуватися, виживати й існувати майже в будь-яких умовах, що є на нашій планеті.

Можна уявити, що розвиток людства відбувається за схожою логікою. Наші потреби зростають, і ми створюємо дедалі складніші системи для їх задоволення: індустріальні парки й інтернет, складні медичні операції — усе це просто не може існувати без ювелірної координації, швидкого пошуку та своєчасного виправлення помилок. А помилки трапляються часто: всі ми люди. Але в деяких індустріях помилки помітні менше, ніж в інших.

Реальність у тому, що ядерна енергетика — це та галузь, помилки в якій можуть мати планетарні масштаби. Мирний атом — це загалом молода сфера людської діяльності. Перший експериментальний атомний реактор запустили в 1942 році в лабораторії Енріко Фермі (США). Це була історія про те, як майже філософський пошук базових підвалин матерії привів до отримання найпотужнішого джерела енергії. Реактор Фермі — це крок від спостереження за природою до керування нею. Вперше реактор під'єднали до мережі — тобто почали використовувати його для отримання електроенергії — у 1954 році, в місті Обнінськ, СРСР.

Над створенням і експлуатацією ядерних реакторів працювали найкращі уми планети, мирний атом був героєм, що приніс тепло й світло у величезну кількість осель. І саме це давало відчуття безпеки.

Науковці, які від початку працювали в ядерній галузі, були здебільшого фізиками, а не біологами, вони не настільки розумілися на неможливості створення абсолютно безпечної складної системи. Хоча саме людина, яка поєднала фізику й біологію, — Микола Тимофєєв-Ресовський — відкрила радіобіологічний парадокс, тобто факт, що

доза опромінення, отримана істотою, не має прямої кореляції з ефектами на здоров'ї.

Те, який величезний руйнівний потенціал має атом, людству стало зрозуміло ще в 1945 році, під час бомбардування Хіросіми й Нагасакі. Кількість запобіжних заходів і засобів, що були використані на перших ядерних реакторах, виявилася найбільшою з-поміж усіх наукоємних індустрій. Ядерна енергетика була безпечною.

Тоді люди ще не знали, що реактори вибухають.

Уся, майже вісімдесятирічна, історія розвитку ядерної енергетики засвідчила, що найбільшу радіаційну небезпеку несуть атомні енергоблоки (ядерні реактори) АЕС. Понад 90 % масштабних радіаційних аварій та інцидентів трапилися саме на АЕС. Найбільшими з них — яким за міжнародною шкалою INIS (International Nuclear Energy Scale) присвоєний максимальний (сьомий) рівень, — стали аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році та на АЕС «Фукусіма-1» у 2011 році.

Кінець безкоштовного уривку. Щоби читати далі, придбайте, будь ласка, повну версію книги.

ridmi
ТВІЙ УЛЮБЛЕНИЙ КНИЖКОВИЙ

КУПИТИ