

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

І. В. Матвєєва, С. І. Азаров,
Ю. О. Кутлахмедов, О. В. Харламова

**СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМ
ДО РАДІАЦІЙНИХ
НАВАНТАЖЕНЬ**

Монографія

Київ 2016

УДК 504.6 (02)
ББК Е080.3
М 333

Рецензенти: С. М. Чумаченко – доктор технічних наук, старший науковий співробітник (Український науково-дослідний інститут цивільного захисту ДСНС України);

Ю. С. Лапшин – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу № 1 (Національна академія наук України, Інститут загальної енергетики);

Л. О. Білявський – доктор геолого-мінералогічних наук, професор (Державна геологічна академія)

Рекомендовано вченою радою Національного авіаційного університету (протокол № 2 від 05.10.2016 р.).

Матвеева І. В.

М 333

Стойкість екосистем до радіаційних навантажень: монографія / І. В. Матвеева, С. І. Азаров, Ю. О. Кутлахмедов, О. В. Харламова. – К.: НАУ, 2016. – 396 с.

ISBN 978-966-932-007-0

У монографії наведено результати дослідження і моделювання радіо-екологічних процесів на основі розроблених автором ідей теорії радіоємності й надійності.

Розроблено й застосовано метод надійнішої структуризації екологічних систем, що складається з чотирьох етапів: 1) побудова камерної радіоекологічної моделі екосистеми; 2) визначення її конфігурації (последовна, паралельна або комбінована); 3) дослідження параметрів і швидкостей переходу радіонуклідів між камерами; 4) розрахунок надійності структурних елементів та екосистеми загалом.

Проаналізовано радіаційний стан лісових масивів під час пожеж, наведено математичну модель лісової пожежі, проведено моделювання викиду радіоактивних продуктів згоряння із зони лісової пожежі, а також розрахунок дозових навантажень радіаційного ризику для населення.

Науково обґрунтовано застосування контрзаходів для ефективної ліквідації наслідків різних видів забруднень.

Запропоновано геоінформаційну систему підтримки прийняття рішень із локалізації та ліквідації лісових пожеж для мінімізації радіоекологічних наслідків.

Видання орієнтоване на студентів, науковців, аспірантів, фахівців сфери техногенної та екологічної безпеки, безпеки життєдіяльності, охорони праці, а також на широке коло читачів.

УДК 504.6 (02)
ББК Е080.3

ISBN 978-966-932-007-0

© Матвеева І. В., Азаров С. І., Кутлахмедов Ю. О.,
Харламова О. В., 2016
© НАУ, 2016

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АЕС	– атомна електростанція
АСКРО	– автоматична система контролю радіаційного опромінення
БПЛА	– безпілотний літальний апарат
ВШР	– відносна швидкість росту
ГІС	– геоінформаційна система
ДІР	– довгоіснуючі радіонукліди
ДІВ	– джерело іонізуючого випромінювання
ДСНС	– Державна служба надзвичайних ситуацій
ІБРАЕ	– Інститут безпеки реакторів атомних електростанцій
ІРГ	– інертні радіоактивні гази
ІБОНХ	– Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії
КБЗ	– кар'єр бурих залізняків
K_b	– коефіцієнт винесення радіонуклідів
K_d	– коефіцієнт дезактивації
K_{ICEO}	– номінальний коефіцієнт імовірності стохастичних ефектів опромінення
K_n	– коефіцієнт нагромадження радіонуклідів
K_p	– коефіцієнт переходу радіонуклідів
ЛВЛ	– лічильник випромінювань людини
ЛД ₁₀₀	– середня доза речовини, що викликає загибель половини осіб групи, що досліджується
МАГАТЕ	– міжнародна агенція з ядерної енергії
МВА	– мінімально вимірювана активність
МГЗ	– Миколаївський глиноземний завод
МДК	– мінімально детектована концентрація
МСР	– Міжнародний союз радіоекологів
МЛК	– Мобільний лабораторний комплекс
НАНУ	– Національна академія наук України
НКРЗУ	– Національна комісія з радіаційного захисту населення України
НП	– населений пункт
НРБУ	– Норми радіаційної безпеки України
НС	– навколишнє середовище
ПС	– польова станція
РНО	– радіаційно небезпечний об'єкт
РПЗ	– радіоактивні продукти аварії

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	3
ВСТУП	5
1. АНАЛІЗ НАСЛІДКІВ РАДІАЦІЙНИХ АВАРІЙ, ЯКІ ВІДБУЛИСЯ НА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ	7
1.1. Оцінка радіоекологічного стану навколишнього природного середовища після аварії на Чорнобильській атомній електростанції.....	7
1.2. Оцінка забруднення довкілля радіоактивними продуктами внаслідок аварії на «Фукусімі-1».....	16
1.3. Порівняльний аналіз радіоекологічних наслідків аварій на Чорнобильській АЕС і «Фукусімі-1»	20
2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ РАДІАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ	26
2.1. Історико-хронологічний аналіз становлення науки про радіаційну стійкість екосистем	26
2.2. Основні поняття, склад, структура та закони функціонування екологічних систем	38
2.3. Визначення основних понять теорії стійкості екосистем ...	47
2.4. Методичні питання проведення досліджень з радіаційної стійкості екосистем	57
2.5. Імітаційне моделювання радіаційної стійкості екосистем ..	61
2.6. Аналіз радіаційної стійкості екосистем за допомогою теорії управління.....	73
2.7. Аналіз стійкості екосистеми до радіаційного впливу за допомогою камерної моделі.....	79
2.8. Застосування теорії надійності до аналізу стійкості екосистем	88
3. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	102
3.1. Об'єкти та предмет дослідження	104
3.2. Загальна методика аналізу радіологічних ризиків	106
3.3. Організація експериментальних досліджень	115
3.3.1. Відбір проб ґрунту та рослин	116
3.3.2. Визначення питомої активності радіонуклідів у зразках ґрунту та рослинності.....	117

3.4. Експериментальні дослідження зміни радіаційної обстановки на післяаварійних територіях	121
3.5. Вивчення поведінки ^{137}Cs в навколишньому природному середовищі	125
3.6. Ґрунтова хімія ^{137}Cs та його доступність для рослин.....	126
3.7. Форми знаходження та розподіл ^{137}Cs у ґрунтах.....	127
3.8. Оцінка стану радіоактивного забруднення лісів	129
4. МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЕКОСИСТЕМ	132
4.1. Радіостійкість різнорівневих біологічних систем	132
4.2. Математична модель радіаційного ураження багатоклітинного організму (на прикладі рослини).....	140
4.3. Математична модель ростової реакції кореня рослини після опромінення за участі репопуляційного відновлення	156
4.4. Математична модель синергізму впливу кількох небезпечних чинників на біоту екосистем.....	164
4.5. Математичні моделі пострадіаційного відновлення екосистеми	171
5. КОМПЛЕКС КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РАДІАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ	176
5.1. Метод структуризації та застосування чинника радіємності під час розрахунку стійкості екологічних систем	176
5.1.1. Методика розрахунку радіостійкості екологічних систем.....	183
5.2. Оцінка радіємності та стійкості каскаду Дніпровських водосховищ	193
5.3. Оцінка радіємності та стійкості типових схилових та гірських екосистем	199
5.4. Оцінка радіємності та стійкості локальних агроекосистем	216
6. МІНІМІЗАЦІЯ РАДІАЦІЙНИХ НАСЛІДКІВ ВІД ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС	239
6.1. Оцінка особливої природної пожежної небезпеки в лісах країни.....	239
6.2. Оцінка радіємності лісових екосистем.....	243

6.3. Модель розрахунку підйому та атмосферного перенесення радіоактивних аерозолей після лісової пожежі	260
6.4. Розрахунок дозових навантажень і радіаційних ризиків для населення, що мешкає в зоні дії лісових пожеж... 265	
7. РОЗРОБЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ЗАХИСНИХ ЗАХОДІВ В ЕКОСИСТЕМАХ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС.....	276
7.1. Застосування методів структуризації, якісної та чисельної оцінки стану екологічних систем під час розроблення контрзаходів щодо екосистем різних типів	278
7.1.1. Вибір та застосування контрзаходів на ландшафтних територіях	279
7.1.2. Вибір та застосування контрзаходів у водних екосистемах	282
7.1.3. Обґрунтування застосування контрзаходів в агроекосистемах.....	287
7.1.4. Вибір оптимальної системи контрзаходів щодо зниження дозових навантажень на населення та біоту	291
7.2. Оцінка ефективності технології дезактивації ґрунту за допомогою машини «TURF CUTTER»	294
7.2.1. Оцінка можливості створення дернини на супіщаних ґрунтах полігона в 30-кілометровій зоні ЧАЕС.....	296
7.3. Застосування контрзаходів у схилових та гірських екосистемах	300
7.4. Порівняльний аналіз ефективності деяких контрзаходів, спрямованих на зменшення негативних наслідків дії забруднювальних речовин.....	306
7.5. Обґрунтування застосування контрзаходів у лісових екосистемах	308
8. ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІЗ ЛІКВІДАЦІЇ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ	312
8.1. Концепція систем контролю за пожежною ситуацією в лісі..	312
8.2. Система комплексного моніторингу зони радіаційної аварії.....	329
ВИСНОВКИ	351
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	355

Навчальне видання

МАТВЄЄВА Ірина Валеріївна,
АЗАРОВ Сергій Іванович,
КУТЛАХМЕДОВ Юрій Олексійович,
ХАРЛАМОВА Олена Володимирівна

СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМ ДО РАДІАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Монографія

В авторській редакції

Технічний редактор А. І. Лавринович
Комп'ютерна верстка Н. С. Ахроменко