

УДК 551.521

В. П. КРАСНОВ¹

РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ З ЛІСОЗНАВСТВА ТА ЛІСІВНИЦТВА

Зроблено узагальнення щодо значення та місця радіоекології лісу для теорії та практики лісового господарства. Здійснено аналіз найбільш вагомих здобутків радіоекології для ведення лісового господарства на територіях, забруднених радіонуклідами. Обґрунтовано можливе застосування радіоекологічних досліджень у лісознавстві та лісівництві.

¹ **Володимир Павлович КРАСНОВ** — дійсний член Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри екології Житомирського державного технологічного університету. Україна, м. Житомир. Тел.: (80412) 41-52-47, факс: (80412) 516628. E-mail: Krasnov_vp@mail.ru

Лісова радіоекологія, як частина загальної радіоекології, що вивчає закономірності поведінки радіоактивних елементів у біосфері і дію іонізуючого випромінювання на природні угруповання живих організмів, почала розвиватись у період загрозливого проникання техногенних радіонуклідів у навколишнє природне середовище. Нагальність розвитку цього напрямку радіоекології спричинило і те, що лісові екосистеми:

- є найпоширенішими типами рослинного покриву на планеті;
- вирізняються різноманітністю своїх форм;
- поширені у різних природно-кліматичних зонах Землі;
- характеризуються великою кількістю і специфічним видовим розмаїттям живих організмів (зокрема і дендрофлори);
- мають різні інтенсивність та напрямки руху речовини;
- виконують численні природні функції;
- забезпечують людство різноманітними ресурсами;
- виконують кліматорегулювальні функції;
- беруть активну участь у глобальному обміні енергії та речовини.

Зазначені властивості визначають специфіку радіоактивного забруднення лісових екосистем і впливають на напрямок та інтенсивність міграції радіонуклідів у біологічних і трофічних ланцюгах.

Вважають, що виникнення лісової радіоекології зумовила, насамперед, потреба вирішення конкретних прикладних завдань з охорони навколишнього середовища, забезпечення умов праці і проживання сільського населення та ведення лісового господарства у зоні радіоактивного забруднення [1]. Безумовно, у 40-ві та 50-ті роки минулого століття не йшлося, скажімо, про створення лісів на забруднених радіонуклідами територіях. Дослідників більше цікавили проблеми функціонування тих чи інших виробничих і природних структур після атомного вибуху [5]. Але вже тоді не викликали сумнівів вагомість вивчення міграції радіоактивних елементів у лісових екосистемах, можливі екологічні наслідки радіоактивного забруднення та потреба радіоекологічних досліджень.

Наголосимо, що саме у середині ХХ ст. було виконано фундаментальні лабораторні та дрібноділянкові дослідження з радіоекології. Наприклад, доповідь відомого вченого М.В. Тимофєєва-Ресовського за опублікованими роботами, представлена для захисту вченого ступеня доктора біологічних наук, мала назву: "Деякі проблеми радіаційної біогеоценології". Дослідник вважав, що радіаційна біогеоценологія є частиною загальної біогеоценології [9]. Як відомо, біогеоценологічні підходи є основоположними для досліджень з лісознавства та лісівництва, тому частину наукових напрацювань з радіоекології лісу можна використовувати для поглибленого тлумачення процесів, що відбуваються у лісових екосистемах. Своєю чергою, радіоекологія лісових екосистем опирається на сучасні основи лісознавства та лісівництва. А методи радіоекології можна досить широко використовувати у лісівництві, за аналогією з фізіологією та біохімією рослин, де ефективно використовують ізотопні методи та вимірювання випромінювань.

Тоді ж у Радянському Союзі, США, Японії та країнах Західної Європи розпочали дослідження

радіочутливості деревної рослинності. Було з'ясовано, що деревні породи, особливо хвойні, дуже чутливі до дії іонізуючого випромінювання. Тривалі та надзвичайно ефективні дослідження у цьому напрямку здійснили у Брукхейвенській національній лабораторії США, де вивчали радіочутливість понад 200 деревних порід (Сперроу) [8]. Дослідники цієї лабораторії Вудвелл і Плетт також дали екологічну оцінку ефектам тривалого гамма-опромінювання лісових біогеоценозів [6]. Результати радіоекологічних досліджень є підставою для прогнозування можливих екологічних наслідків застосування атомної зброї або аварій на підприємствах ядерного паливного циклу. Вони також актуальні для планування конкретних лісогосподарських заходів, зокрема, для проектування лісокультурних робіт на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС.

Згодом – у 60-ті та 70-ті роки минулого століття у різних країнах було започатковано радіоекологічні дослідження у природних екосистемах з вивчення міграції радіоактивних елементів на забруднених територіях, зокрема у лісових масивах, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок радіаційної аварії на ВО "Маяк" у Радянському Союзі. Крім цього, після штучного внесення радіоактивних елементів у лісові екосистеми запроваджували довготривалі спостереження за їх міграцією [10].

Вивчення міграції радіонуклідів у лісових екосистемах є фундаментальною теоретичною основою для виявлення закономірностей міграції будь-яких хімічних елементів. Водночас, це дає змогу виявити перерозподіл радіоактивних елементів у просторі та часі. Інформація щодо рівнів радіоактивного забруднення тих чи інших компонентів лісової екосистеми дає змогу науково обґрунтувати можливості використання продукції лісового господарства у конкретний час, а створені на їх основі прогнозні моделі стосуються не тільки самої продукції, але й організаційні та лісогосподарські заходи в реальних умовах. Спостереження за міграцією радіоактивних елементів у лісових екосистемах дає змогу краще зрозуміти та обґрунтувати значення лісу для підтримання екологічної рівноваги на певній ділянці суші та у біосфері загалом. Дослідження міграційних процесів також дають змогу прогнозувати можливі дозові навантаження різних компонентів екосистем, а також, що найважливіше, дозові навантаження працівників лісового господарства та місцевого сільського населення. Останнє пов'язане з потребою забезпечення умов праці та проживання.

У нинішній час розширення радіоекологічних досліджень зумовлено вже дещо іншими обставинами, а саме: нагромадженням величезної кількості ядерної енергетики та військової галузі, а також радіоактивних забруднень внаслідок аварій на ядерних об'єктах, зокрема на атомних електростанціях (які ставалися майже у всіх країнах, які їх експлуатують), у місцях збереження радіоактивних відходів, на інших підприємствах паливного ядерного циклу. У деяких країнах (на жаль, в Україні також) виникають локальні, але досить значні за інтенсивністю випромінювання, джерела радіоактивного забруднення у місцях несанкціонованого захоронення джерел іонізованого випромінювання від приладів і обладнання. Досить часто такі "захоронення" трапляються саме у лісових масивах.

Після аварії на Чорнобильській АЕС з'явився унікальний полігон, як не цинічно це звучить, для проведення подальших радіоекологічних досліджень у лісових екосистемах. У лісових угрупованнях можна було спостерігати широкий діапазон рівнів радіоактивного забруднення угідь, а також усі радіаційні ефекти на деревних породах – від радіаційної стимуляції до летальних. Але, водночас, радіоактивне забруднення лісів, як і інших територій, після аварії на ЧАЕС значно відрізнялось від експериментів на ділянках чи у лабораторіях, де радіоактивне забруднення досягалося штучним внесенням радіонуклідів. За умов реальної радіаційної катастрофи була відсутня "чистота досліду", адже під час штучного експерименту вносили певні радіонукліди, рівномірно, з визначеною активністю. Було втрачено для дослідження перший етап аварії, коли радіонуклідний склад аварійних викидів і їх активність були максимальними. З огляду на нерівномірність викидів за інтенсивністю, радіонуклідним складом і активністю, а також значну мозаїчність радіоактивного забруднення площ, практично неможливо відтворити первісну радіаційну ситуацію та радіаційне навантаження на біоту у конкретному місці. Це дещо ускладнює виконання радіобіологічних досліджень. У той же час, існують широкі можливості для проведення досліджень з міграції радіоактивних ізотопів у лісових екосистемах, особливо таких екологічно небезпечних, дозоутворювальних як ^{137}Cs та ^{90}Sr , період розпаду яких особливо тривалий.

З перших годин від початку аварії на Чорнобильській АЕС керівникам лісгосподарських підприємств і галузі доводилося приймати досить складні та неоднозначні рішення. Адекватність таких рішень в існуючій радіаційній ситуації безпосередньо залежала, поряд з іншими чинниками, від об'єктивності тих даних, які її характеризували, та від розуміння подальшого перерозподілу радіоактивних елементів між численними компонентами лісу. У наступні місяці та роки об'єктивність прийняття рішень, знову ж таки, прямо залежала від повноти інформації про радіаційний стан довкілля.

Після аварії на ЧАЕС ліси повною мірою виконали свої природні функції і захистили населені пункти та сільськогосподарські угіддя від ще більшого радіоактивного забруднення. Дослідники виявляли вищі рівні радіації біля одного дерева або куртин, а також у тій частині лісових масивів, яка була спрямована до джерела аварійних викидів. Пізніше з'ясували, що у лісах сконцентровано на 20-30 % радіонуклідів більше, ніж на сусідніх відкритих сільськогосподарських угіддях [11]. Тобто далася взнаки більша радіологічна місткість лісових екосистем. Втім, значення лісу у регулюванні радіоекологічної ситуації цим фактом не обмежилось. Дослідники довели, що завдяки замкненості або специфічності кругообігу радіонуклідів у лісових екосистемах не відбувається їх переміщення до інших типів природних екосистем. Таким чином, ліси стають своєрідним депо або вмістилищем радіоактивних елементів, що перетворює їх у досить небезпечні у радіаційному сенсі території. Це вимагає пильнішої уваги до рекреаційної та господарської діяльності у забруднених лісах.

Лісові екосистеми є критичними ландшафтами з точки зору проникання радіоактивних елементів трофічними ланцюгами до людини і тому потребують

пильності радіоекологів. Цю "критичність" зумовлює декілька чинників:

- нагромадженням значної кількості радіонуклідів у компонентах лісових екосистем;
- неможливістю вжиття контрзаходів щодо закріплення радіонуклідів у ґрунті та запобігання потраплянню у рослини;
- особливостями лісових ґрунтів, внаслідок чого основна кількість радіонуклідів зосереджена у коренезаселеному шарі ґрунту та характеризується значною міграційною здатністю;
- наявністю значної кількості тих видів рослин і грибів, які мають значні коефіцієнти нагромадження радіонуклідів;
- складністю та різноманітністю шляхів міграції радіоактивних елементів у лісових екосистемах.

Зіставляючи наукові напрацювання з питань лісової радіоекології із завданнями, які потрібно було вирішувати лісівникам після аварії на ЧАЕС, варто зазначити, що у доаварійні роки було розроблено загальні схеми поведінки того чи іншого радіонукліду у деяких типах лісових біогеоценозів, але не було кількісної оцінки розподілу і перерозподілу радіоактивних елементів у певному едотопі, у тій чи іншій фізико-географічній зоні. Було досліджено закономірності нагромадження радіонуклідів певними видами рослин, здебільшого – без кількісної оцінки. Було простежено шляхи міграції радіоактивних елементів у ланцюгу "ґрунт – кормові рослини – тварини", але не було розроблено настанов з ведення мисливського господарства на територіях, уражених радіонуклідами. Рівень знань про дію іонізованого випромінювання на певні види лісотвірних порід й інші лісові рослини і гриби був недостатнім для того, щоб запропонувати конкретні заходи щодо впорядкування площ, на яких лісові насадження загинули, а також щодо використання продукції лісового господарства за різних рівнів радіоактивного забруднення ґрунту. Конкретних наукових розробок з лісового насінництва, створення лісових культур, рубань, пов'язаних з веденням лісового господарства, протипожежних заходів, боротьби з шкідниками та хворобами, дотримання санітарно-гігієнічних умов праці на певних видах робіт на вражених радіацією територіях в літературних джерелах доаварійного періоду (до 1986 р.) ми не виявили.

Таким чином, лісова радіоекологія і після аварії на ЧАЕС продовжувала розвиватися, насамперед, як прикладний напрям, що було зумовлено потребою вжиття адміністративних заходів та управлінських рішень. Вони, головним чином, мали характер заборони або регламентації: можливість проживання на тих чи інших площах, проведення певних лісгосподарських робіт; ведення певних напрямів лісгосподарської діяльності; використання тих чи інших ресурсів лісу тощо. Перші розроблені рекомендації були спрямовані на вирішення небагатьох проблем, не вирізнялися детальністю, оскільки базувалися на невеликій кількості досліджень та слабкій обізнаності про радіаційний стан довкілля, зокрема лісових екосистем.

За період, який минув після аварії на ЧАЕС, були в цілому вирішені головні проблеми, пов'язані як з веденням лісгосподарського виробництва, так і з використанням продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісових

екосистем. Досить детально вивчені такі питання, як акумуляція ^{137}Cs у тканинах та органах головних лісотвірних порід, за різної щільності радіоактивного забруднення території, у різних едатопах, зміна вмісту ^{137}Cs у деревній продукції після технологічної переробки, регламентація використання деревної продукції [4]. Також інтенсивно досліджували закономірності радіоактивного забруднення недеревної продукції лісового господарства – дикорослих ягід та грибів, лікарських рослин, деревних соків тощо. Досить добре вивчені для цієї продукції закономірності міграції ^{137}Cs для основних видів у ланцюгах "грунт – рослини" та "грунт – гриби" в оптимальних лісорослинних умовах, міжвидові відмінності в акумуляції ^{137}Cs , різниця в інтенсивності акумуляції ^{137}Cs видами у різних типах лісорослинних умов, залежність вмісту ^{137}Cs у сировині від щільності радіоактивного забруднення ґрунту, багаторічна динаміка вмісту ^{137}Cs у низці видів. Також значну увагу приділено питанням ведення мисливського господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів. Зокрема, в Українському Поліссі в цілому вивчено основні закономірності радіоактивного забруднення головних видів мисливських копитних тварин – козулі європейської, дикого кабана, лося, значно гірше – благородного оленя та інших мисливських тварин, зокрема, зайця-русака. Наявні лише фрагментарні дані щодо вмісту радіонуклідів у хижих звірів (вовка, лисиці, куниці) та інших – борсука, бобра, ондатри тощо. Для найбільш масових видів мисливських копитних встановлено динаміку споживання різних видів кормів протягом року, динаміка вмісту ^{137}Cs у різних органах тварин, особливості забруднення за різної щільності радіоактивного забруднення території [7].

Таким чином, у сучасних умовах лісова радіоекологія – це розділ екологічної науки, який вивчає механізми розподілу, міграції та біологічної дії штучних і природних радіонуклідів у різних типах лісових біогеоценозів і здійснює прогнозування їх змін. Виходячи з цієї дефініції лісової радіоекології, можна виділити два важливі та великі блоки процесів:

- міграція радіонуклідів в лісових екосистемах,
- біологічна дія радіації на лісову біоту.

У першому випадку треба розглядати радіонукліди просто як хімічні макро- (^{40}K) чи ультрамікроелементи (^{137}Cs , ^{90}Sr), які, в разі надходження до лісових екосистем, або поглинаються надземною частиною рослини або затримуються на різний термін на вегетативних частинах рослини, або потрапляють до ґрунту і залучаються до біогеохімічних процесів, які там відбуваються. У другому випадку, після потрапляння радіонуклідів у рослини, залучення до біогеохімічних ґрунтових процесів і, надалі, до біологічних та трофічних ланцюгів, відбувається шляхом опромінення компонентів біоти, з яких складаються конкретні частини екосистеми. Ми вже зазначали, що лісові екосистеми складаються з численних живих організмів, що вони мають різноманітну радіочутливість, що найвразливішими є деревні види. Тому будь-які кількісні та якісні зміни компонентів екосистеми можуть призвести до зміни, деградації та загибелі всієї екосистеми. Варто також пам'ятати, що коли йдеться про міграцію радіонуклідів або їх

біологічну дію, то ми маємо справу з досить мізерною ваговою кількістю хімічного елементу. Відомо, що активність у 1 Кі мають 1 г ^{226}Ra , або 11,5 мг ^{137}Cs , або 7,3 мг ^{90}Sr , тому для радіоекологічних досліджень потрібні досить точні прилади та апробовані методичні підходи. Частина методик може бути використана із суміжних наук, адже радіоекологи використовують знання та методики фізіології рослин і тварин, лісового ґрунтознавства, біогеоценології, ядерної фізики, біохімії, геохімії, лісової пірології, радіаційної гігієни, радіобіології тощо.

В Україні вже з'явилося декілька підручників та навчальних посібників з лісівництва. Вони, безумовно, відіграли позитивну роль у підготовці фахівців з лісового господарства. Але, на жаль, у цій навчальній літературі бракує інформації щодо сучасних уявлень про ліси та ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення. У системі сучасних уявлень і знань певне місце повинні посісти знання з лісової радіоекології. Це особливо важливо для України, адже практично все Полісся, а це близько 40 % лісів держави, потрапило в зону радіоактивного забруднення. З метою впровадження досягнень сучасної лісової радіоекології у практичну підготовку фахівців з лісового господарства варто врахувати такі аспекти.

У лісівництві необхідно розглядати природний радіаційний фон як важливий екологічний чинник. У процесі еволюції життя на Землі живі організми проявили надзвичайну здатність використовувати найменші кількості багатьох абіотичних чинників для свого становлення, розвитку та успішного існування. До таких чинників належить і природний радіаційний фон. Відомо, що як природний екологічний чинник він існує з часів виникнення нашої планети, природна радіація потрібна для існування живого в біосфері. Відомі дослідження французьких вчених показали, що в умовах ізоляції від природного радіаційного фону розмноження і розвиток інфузорій уповільнюється. Водночас, після відновлення фонового опромінення спостерігалось відновлення життєдіяльності дослідних організмів. Згодом позитивне значення природного радіаційного фону для живих організмів було доведено на дослідах із водоростями, цвіллю, комахами, рослинами і тваринами [2].

Радіацію варто розглядати як потужний антропогенний чинник. Опромінення, з одного боку, може призвести до знищення існуючих лісових екосистем – від дії високих доз радіації, від виникнення ядерної зими, пожеж і ударної хвилі в разі застосування атомної зброї у різних масштабах. З іншого боку, радіація може спричинити деградацію і зміни лісових екосистем за доз опромінення, які призводять до уповільнення росту та відновлення тих чи інших видів, заміни одних видів іншими. Крім цього, під впливом опромінення можлива поява і закріплення у нащадків різноманітних мутацій, які, своєю чергою, можуть призвести до різноманітних сукцесій. За певних доз опромінення також можлива стимуляція життєдіяльності деяких видів, що, знову ж таки, призведе до появи нових рослинних угруповань.

Дуже важливими для теорії та практики лісового господарства є знання з радіочутливості деревних порід. Порівняльні дослідження радіорезистентності представників різних таксонів живого світу також дали змогу виявити зв'язок між сформованими у

процесі еволюції рівнями структурної організації геному і їх радіочутливості. Простежуються чіткі відмінності між великими таксонами щодо властивих їм представникам рівнів радіостійкості. Досить висока радіостійкість властива бактеріям, археям, ціанобактеріям і найпростішим. Аналіз загальноприйнятої схеми еволюції живого світу та зіставлення її з дослідними даними щодо радіочутливості живих організмів дає підстави для висновку, що у таксонів, які сформувались на початкових етапах еволюції, радіостійкість видів значно вища, ніж у тих, що сформувались у більш пізні часи. Дослідники пов'язують цей факт з тим, що радіостійкі таксони формувались у період високих рівнів природної радіоактивності Землі і у них виробились певні пристосування. Відомо, що ліси є складними та різноманітними угрупованнями живих організмів, які характеризуються різною радіорезистентністю. У будь-якій системі порушення розвитку або умов існування одного конкретного виду призводить до появи цілого комплексу вторинних явищ, що, своєю чергою, веде до порушення динамічної рівноваги у рослинному угрупованні та його перебудови. Безумовно, що насамперед і більшою мірою лісові угруповання реагують на стан едифікаторних видів – лісотвірних деревних порід. Підтвердженням надзвичайно високої радіочутливості деревних порід, особливо хвойних, встановленої в 50-ті роки радянськими та американськими дослідниками, є загибель соснових лісів у місцях високих рівнів радіації у період аварії на Чорнобильській АЕС. Відмирання деревної рослинності першого ярусу призвело до потреби вирубування цих даних ділянок лісу та їх повторного штучного відновлення. Встановлено, що променеве ураження хвойних рослин проявляється за доз опромінення у 2-5 Гр, листяних дерев – 100-200 Гр. Радіаційне пригнічення ярусу кущів у лісі настає у разі поглинання дози понад 200 Гр, трав'яних рослин – від 200 до 1600 Гр, мохів і лишайників – від 100 до 5000 Гр. Внаслідок цього навколо потужного, постійного джерела іонізованого випромінювання формуються концентричні зони різних рослинних асоціацій [3].

В умовах радіоактивного забруднення потрібна ревізія загальних норм проектування та ведення лісового господарства, а також збільшення частки екологізованого багатопільового лісокористування.

В основу такого перегляду покладено два застережні моменти: убезпечення умов праці та заборона випуску продукції, радіоактивне забруднення якої перевищувало б допустимі рівні. Для контролю за виконанням першого застереження використовують нагромаджені дози, другого – допустиму питому активність конкретного радіонукліду в конкретному виді продукції лісового господарства. В основу екологізованого лісокористування покладено науково обґрунтовані настанови щодо групування лісгосподарських підприємств України за мірою радіоактивного забруднення та можливістю використання продукції лісового господарства, а також деталізоване зонування лісів, забруднених радіонуклідами [7]. Потреба врахування радіаційного чинника в крайньому разі призводить до заборони вжиття всіх (окрім боротьби з

пожежами, шкідниками та хворобами) лісгосподарських заходів. Особливо відчутна заборона доглядових рубань у соснових монокультурах, які досить широко створювались на піщаних ґрунтах, а також на площах, де було припинене сільськогосподарське виробництво. Дослідженнями встановлено, що у таких насадженнях знижується продуктивність, значно погіршується санітарний стан, інтенсивніше поширюються хвороби та шкідники, створюються додаткові умови для виникнення або поширення пожеж.

У лісгосподарських підприємствах, розташованих на забруднених радіонуклідами територіях, варто запровадити диференційований підхід до певних видів діяльності.

В Україні площа лісів, на яких заборонено лісгосподарську діяльність, становить 40,8 тис. га, а площа, на якій введено обмеження щодо використання деревини, – 101,5 тис. га. Крім заборони використання деревини на площах зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту понад 15 Кі/км², існують певні обмеження з використання деревини на конкретні цілі, наприклад, на дрова паливні. Це, своєю чергою, призводить до потреби вилучення значної кількості ділянок стиглого лісу з лісосічного фонду у період виконання лісовпорядних робіт. Як бачимо, радіаційний чинник потрібно враховувати вже на стадії проектування тих чи інших робіт. Ще жорсткіші радіоекологічні умови складаються для використання недеревної продукції лісу. Враховуючи специфічні ґрунтові умови (високу кислотність, бідність мінералами та гумусом тощо), а також біологічні та екологічні особливості дикорослих ягідних, лікарських рослин і їстівних грибів, обмежене використання недеревної продукції запроваджено на 1190,5 тис. га лісу.

Ліси, забруднені радіонуклідами, потребують також більшої уваги щодо здійснення протипожежної організації територій.

Значна кількість радіонуклідів і до теперішнього часу сконцентрована у лісовому настилі, рослинах надґрунтового покриву, які і належать передусім до займистих лісових матеріалів. Встановлено, що під час верхових пожеж формуються потужні вертикальні потоки повітря, які підхоплюють попіл, недогорілі рештки рослин і лісового настилу, аерозолі і переносять їх на значні віддалі. При цьому відбувається повторне радіоактивне забруднення інших територій, а також складаються досить небезпечні радіаційні умови для людей, котрі беруть участь у гасінні пожеж [5]. Для боротьби з пожежами в таких умовах вкрай потрібне додаткове гігієнічне оснащення пожежників, застосування сучасних методів боротьби з пожежами.

У комплексі моніторингу лісу треба належну увагу приділити радіаційному моніторингу. Потреба здійснення радіаційного моніторингу лісу пояснюється двома чинниками: наявністю значних площ, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС, та розміщенням на території нашої держави значної кількості атомних електростанцій та інших підприємств паливного ядерного циклу [8]. Головні завдання такого моніторингу полягають у:

- отриманні повної детальної інформації про рівні радіоактивного забруднення всієї території;
- встановленні динаміки радіоактивного забруднення площ;

- вивченні перерозподілу радіонуклідів у різних типах ґрунтів автоморфних і гідроморфних ландшафтів;
- вивченні інтенсивності міграції радіоактивних елементів у деревні породи, кущові та трав'яні рослини, гриби, мохи, лишайники у системі "ґрунт – компонент лісової екосистеми" (вид рослин, грибів) на лісотипологічній основі;
- вивченні міграції радіонуклідів у системі "ґрунт – кормові рослини – дикі тварини";
- встановленні рівнів радіоактивного забруднення рослин-ефікаторів.

Виходячи із мети та завдань радіаційного моніторингу лісових екосистем їх можна розглядати як цілісний об'єкт моніторингу. Водночас, враховуючи їх складність та багатокомпонентність, ті чи інші складники лісових екосистем можна розглядати як самостійний моніторинг. Особливо це стосується критичних компонентів, ефікаторів.

У теорії та практиці лісівництва повинні знайти відображення знання про розподіл радіоактивних елементів у компонентах лісових екосистем. Дослідження, здійснені на постійних пробних площах, дають змогу не лише зрозуміти розподіл радіонуклідів на конкретний час, але й виявити закономірності кругообігу їх у певному типі лісорослинних умов і розробити прогностичні моделі радіоактивного забруднення як складових частин екосистеми, так і продукції лісового господарства. Результати досліджень [4], виконаних на лісотипологічній основі, переконливо свідчать про доцільність їх використання у практиці довготермінового планування лісогосподарської діяльності у конкретних лісогосподарських підприємствах.

У лісівництві ненастанно увагу треба приділяти інформації з радіаційної гігієни. Дослідження з вивчення санітарно-гігієнічних умов праці під час доглядових рубань виявили значні перевищення радіоактивності повітря за рахунок піднятого у процесі роботи радіоактивного пилу, що може призвести до перевищення дозових навантажень на працівників лісового господарства під час здійснення лісогосподарських заходів. Переважна частина радіаційних гігієністів відносять лісогосподарські професії до критичних з огляду на рівні радіоактивного забруднення лісів, а також режими і умови праці, дозвілля, ведення домашнього господарства. Втім, специфічні умови праці складаються й у разі виконання проведення інших лісогосподарських і лісозаготівельних робіт. Під час лісокультурних робіт можливе значне пилоутворення, під час підсочування – виникає можливість потрапляння часточок забрудненої радіонуклідами кори у легені тощо.

Таким чином, узагальнюючи значення та місце лісової радіоекології для теорії та практики лісового господарства, наголосимо, що своєчасне та апробоване запровадження досягнень сучасної науки у

практичне виробництво є вимогою часу. Для реалізації цього завдання потрібні не лише обґрунтоване застосування радіоекологічних досліджень у лісознавстві та лісівництві, але і використання набутих знань під час готування фахівців з лісового господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Алексахин Р.М., Нарышкин М.А.** Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. – М. : Изд-во "Наука", 1977. – 144 с.
2. **Кузин А.М.** Вторичные биогенные излучения – лучи жизни. – Пушино : РАН Ин-т биофизики клетки, 1997. – 38 с.
3. **Куликов Н.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н.** Радиоэкология почвенно-растительного покрова. – Свердловск : УрО АН СССР, 1990. – 173 с.
4. **Краснов В.П., Орлов А.А., Бузун В.А., Ландин В.П., Шелест З.М.** Прикладная радиоэкология леса. – Житомир : Полисся, 2007. – 680 с.
5. **Марадулин И.И., Панфилов А.В., Шубин В.А.** Основы прикладной радиоэкологии леса. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2001. – 224 с.
6. **Плэтт Р.Б.** Экологическое действие ионизирующей радиации на организмы, сообщества и экосистемы // В кн. : Вопросы радиоэкологии. – М. : Атомиздат, 1968. – С. 31-56.
7. **Рекомендації** з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / за ред. В.П. Краснова. – К. : Держкомлісгосп України, 2008. – 83 с.
8. **Спэрроу А.Х., Вудвелл Дж.М.** Чувствительность растений к хроническому гамма-облучению // В кн. : Вопросы радиоэкологии. – М. : Атомиздат, 1968. – С. 57-85.
9. **Тимофеев-Ресовский Н.В.** Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Доклад по опубликованным работам, представленным для защиты учёной степени д-ра биологических наук. – Свердловск : УрО АН СССР, 1962. – 54 с.
10. **Тихомиров Ф.А., Карабань Р.Т., Юланов В.П.** Повреждение древесных растений под действием β -излучений ^{89}Sr // Лесоведение. – 1972. – № 5. – С. 69-76.
11. **Щеглов А.И.** Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. – М. : Изд-во "Наука", 1999. – 268 с.

V. P. Krasnov

RADIOECOLOGY OF FOREST ECOSYSTEMS IN THE KNOWLEDGE SYSTEM OF FOREST SCIENCE AND PRACTICAL FORESTRY FIELD

The importance and the role forest radioecology for the forestry theory and practice are summarized. The analysis of the most important achievements in radioecology for forest management on the territories polluted by radiological nuclides has been done. The possibilities to use of radioecology researches in forest science and silviculture are substantiated.

