

Відгук офіційного опонента
д.т.н. Ольховика Юрія Олександровича на дисертаційну роботу
ІВАЩЕНКА Тараса Григоровича
за темою: “ Розвиток наукових основ управління
екологічною безпекою планованої діяльності за
допомогою інтегрованих автоматизованих систем ”,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертації.

Відомо, що згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля», (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 199-ІХ від 17.10.2019, ВВР, 2019, № 51, ст.377, № 733-ІХ від 18.06.2020} планована діяльність - планована господарська діяльність, що включає будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання в природне середовище; планована діяльність не включає реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, розширення, перепрофілювання об'єктів, інші втручання в природне середовище, які не справляють значного впливу на довкілля відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України;

На нинішньому етапі суспільного розвитку людство починає усвідомлювати, що зростаючі економічні, соціальні та екологічні проблеми є у багатьох випадках наслідком неправильної поведінки людей. Загострення цих проблем змушує переосмислити головні етичні основи життєдіяльності людини і суспільства. Для визначення пріоритетних напрямків спільних дій на рівні світової спільноти прийняті документи (Ріо + 20 «Майбутнє, якого ми хочемо», Хартія Землі), в яких знайшли відображення загальновизнані правила поведінки по відношенню до природи.

Своїм непродуманим втручанням у хід природних процесів суспільство призвело до порушення природної рівноваги в межах окремих регіонів і в глобальних процесах масоенергопереносу на планеті. Наслідком цього стали процеси, які змінюють звичні умови проживання людей: деградація ґрунтів; висихання лісів; збільшення площі пустель; забруднення поверхневих і підземних вод та атмосферного повітря. Деградація і забруднення ґрунтів, відведення значних площ земель сільськогосподарського призначення під житлову, виробничу та транспортну забудову посилюють і без того гостру проблему забезпечення продовольством все більшої за чисельністю кількості земель, яка є критичною для багатьох регіонів планети, у яких населення перебуває на межі фізичного виживання. Зростання антропогенного впливу на природу планети призводить до збільшення кількості екстремальних явищ - катастрофічних ураганів, повеней, ураганів і т. п.

Традиційний спосіб отримання інформації про стан навколишнього середовища і техногенних об'єктів, який здійснюється наземними службами, не завжди забезпечує необхідну оперативність відновлення даних.

Техніко-економічна потреба створення автоматизованої системи моніторингу навколишнього середовища, необхідної інформаційної бази вже доведена досвідом світової спільноти. Головною метою створення такої системи полягає в комплексній автоматизації всіх процесів, пов'язаних зі збором, накопиченням і веденням різноманітної екологічної реєстраційної інформації, в забезпеченні можливості її подальшої обробки на основі сучасних інформаційних технологій. Застосування космічних знімків високої роздільної здатності та сучасних програмних засобів обробки дозволяють отримати інформацію про навколишнє середовище, створити базу даних з цифрових тематичних карт і статистичних даних різного рівня. Це дозволить підвищити рівень екологічної безпеки навколишнього середовища і техногенних об'єктів.

Проблеми подолання наслідків аварії залишаються актуальними і сьогодні, та потребують концентрації зусиль на загальнонаціональному рівні для прискорення їх вирішення. Беручи до уваги постійну зміну навколишнього середовища під впливом антропогенного впливу, промислових об'єктів, а також параметрів атмосфери Землі, виникає необхідність достовірного виконання завдань екологічного прогнозування та екологічної безпеки на основі застосування екологічного моніторингу. Тому розширення можливостей екологічного моніторингу можна здійснити з використанням мобільних екологічних комплексів, дистанційно пілотованих літальних апаратів і космічних систем спостереження при використанні дистанційних методів контролю параметрів навколишнього середовища, а також за рахунок удосконалення науково-методичного апарату оцінки стану зон екологічного ризику.

Проведене дослідження надзвичайних ситуацій техногенного характеру дозволяє зробити наступні висновки. В даний час організація отримання наявної інформації про надзвичайні екологічні ситуації має певні недоліки, які стають все більш очевидними. Основна проблема тут полягає в недостатній координації та інтегрування сформованих потоків інформації різних міністерств і відомств, які отримують відомості про різного роду надзвичайних ситуаціях та відсутності єдиного термінологічного та методологічного підходу.

Одним з основних напрямів підвищення екологічної безпеки є контроль параметрів навколишнього природного середовища, пошук та локалізація антропогенних впливів на стан довкілля, визначення епіцентру та зон впливу, а також характеру забруднення. В останні роки спостерігається розширення великомасштабної діяльності людини, пов'язаної з розвитком небезпечних високотехнологічних процесів (фізико-хімічних, теплових, радіаційних та ін.), що призводить до значної зміни стану природних умов. При цьому ступінь впливу і масштаби наслідків залежать від інтенсивності та характеру самого забруднення і стійкості навколишнього середовища до антропогенного навантаження.

Для контролю за параметрами довкілля і визначення ступеня впливу

техногенного забруднення застосовують екологічний моніторинг, який включає спостереження за подіями, процесами, явищами, а також здійснює оцінювання і прогнозування змін стану природного середовища на основі різних методів.

На сьогодні класичні методи контролю (контактні і біологічні), за допомогою яких оцінюють стан навколишнього природного середовища, не дають змоги виконати поставлені завдання в повному обсязі та в заданий час, через розширення масштабів техногенного впливу і збільшення часу обробки отриманих результатів. Саме тому світові тенденції засвідчують, що на перший план виходять дистанційні методи моніторингу, пов'язані передусім із використанням можливостей космічних систем дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у видимому та радіолокаційному діапазонах спектру. Застосування космічних систем спостереження для проведення екологічного моніторингу є одним з основних джерел застосування дистанційних методів для визначення стану і характеру навколишнього середовища. Це дає змогу виявляти стан розвитку та антропогенний вплив на навколишнє середовище, зокрема визначати його характер (наприклад, викиди в атмосферу) та його зони з необхідною оперативною і просторовою повнотою спостереження, а також комплексно оцінювати: властивості впливу, розміри, концентрацію, прогнозування наслідків впливу, зміст взаємодії і спостерігати за антропогенною зоною.

Забезпечення своєчасного отримання інформації та її повнота під час проведення екологічного моніторингу є актуальним і важливим напрямком досліджень, пов'язаним із розробленням рубрикатора екологічних завдань щодо своєчасного комплексного виявлення і визначення характеру техногенного впливу на основі обробки космічних знімків (КЗ) для забезпечення екологічної безпеки з використанням космічних систем ДЗЗ. Крім цього, космічні системи ДЗЗ можуть здійснювати безперервний моніторинг території, що дає змогу вирішувати деякі екологічні завдання на основі контролю та оцінювання раптових впливів, пов'язаних з викидами в навколишнє середовище (атмосферне повітря природних зон та територій, промислових підприємств, у разі виникнення надзвичайних ситуацій та інших випадків).

Зважаючи на випадковість природних процесів та антропогенних впливів на природні умови, для підвищення достовірності оцінки стану довкілля під час виконання завдань екологічного моніторингу дистанційними методами, а також можливості розширення інформаційних властивостей космічних систем спостереження за техногенним забрудненням довкілля виникає необхідність розробки класифікатора екологічних завдань для своєчасного проведення моніторингу та оцінювання на основі використання космічних засобів побудови екологічних карт, що і визначило основні напрями наукових досліджень.

У рамках зазначеного протиріччя актуальною науковою проблемою є

розробка теоретичних основ та технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності з використанням динамічної просторово-розподіленої моделі екологічних загроз та ризиків, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

Застосування отриманих результатів досліджень дозволить підвищити оперативність та ефективність управлінських екологічних рішень.

Незважаючи на істотні досягнення в теорії системного підходу до управління екологічною безпекою, існує клас складних систем, для яких постановка задач, методи та алгоритми підвищення екологічної безпеки розроблені не повною мірою.

Дисертація присвячена розвитку наукових основ управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем

Тому тема дисертаційної роботи Іващенко Тараса Григоровича, яка присвячена рішення цієї наукової проблеми є актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Автор добре розуміє специфіку задачі, що розглядається у дисертації та коректно формулює її постановку.

Аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків, аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру, які виконано досить кваліфіковано, склали концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою.

Тому автор обґрунтовано використовує методи системного підходу в якості напряму методології досліджень об'єкта як цілісної ієрархічної множини упорядкованих складних елементів (систем різних рівнів ієрархії), що мають між собою відношення та зв'язки; загальної теорії систем та системного аналізу, які є конкретизацією принципів та методів системного підходу для наукової та методологічної концепції дослідження об'єктів, що являються динамічними складними системами; математичного моделювання, які розглядаються як пізнавальна суть системного підходу; теорії імовірностей; морфологічного структурного аналізу і синтезу; динамічного програмування; теорії множин; метод Ісікави для аналізу кореневих причин аварійності; в роботі використано аксіоматику Колмогорова, імовірнісний простір Колмогорова, а також марківські процеси та марківські ланцюги, як базис для побудови імовірнісних моделей; методи теорії випадкових процесів, які пов'язані з математичним аналізом випадкових явищ, в яких присутній фактор часу.

Під час проведення досліджень автор спирається на відомі факти та наукові досягнення в обраній сфері, які отримані з використанням

апробованого математичного апарату, який є адекватним моделі управління ризиками та підтримки гарантованого рівня екологічної безпеки об'єктів планової діяльності.

Розроблені автором практичні рекомендації ґрунтуються на розробленому ним науково-методичному апараті, який є достатньо чутливим для відповідних змін вихідних даних.

Відмічаю, що наукові положення та рекомендації, які сформульовані у висновках зроблено науково обґрунтовано і логічно по результатам моделювання управління екологічною безпекою в екстремальних умовах функціонування техногенно небезпечних об'єктів.

Достовірність одержаних результатів.

Достовірність наукових положень, які захищаються здобувачем, висновків і рекомендацій підтверджується їх відповідністю методології дослідження поставленого наукового завдання; повнотою розгляду на теоретичному і експериментальному рівнях об'єкту дослідження, що охоплюють його змістовні і процесуальні характеристики; застосуванням комплексу методів, адекватних предмету дослідження і можливістю відтворення результатів дослідження.

Достовірність і обґрунтованість результатів дисертації ґрунтуються на:

- використанні результатів аналізу сучасного стану аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків;
- коректності застосування методів системного підходу (системного аналізу екологічних проблемних ситуацій та системного прийняття управлінських рішень);
- узгодженістю із наявними результатами інших авторів, які надруковано у вітчизняній та зарубіжній літературі;
- даних про їх успішне практичне застосування при комп'ютерному моделювання, та порівняння отриманих результатів з відомими даними незалежних дослідників та результатами моделювання.

Наукова новизна та важливість результатів, які одержані автором в дисертації, полягають в наступному:

У дисертаційній роботі розв'язана науково-технічна проблема розробки теоретичних основ та технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при планової діяльності з використанням динамічної просторово-розподіленої моделі екологічних загроз та ризиків, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

Метою роботи визначено «створення методологічних основ управління екологічною безпекою планової діяльності, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень».

Для розв'язання поставленої проблеми були вирішені наступні завдання:

1. Проведено аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків.

2. Проведено аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру.

3. Розроблено концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою.

4. Розроблено наукові засади ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

5. Розроблено методологію формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

6. Оцінено ефективність реалізація системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою.

Автором здійснено аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків, який передбачає аналіз стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання, аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище, аналіз існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем при управлінні екологічною безпекою.

В роботі визначено перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи. Мета створення перспективних інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою є підтримка прийняття екологічних рішень у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів відповідно до європейських стандартів і вимог для забезпечення дотримання екологічних прав громадян і забезпечення надання вільного доступу до екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища, екологічні ризики (загрози) для безпечної життєдіяльності, екологічну перспективу.

В дисертаційній роботі розроблено наукові основи управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Порівняльний аналіз з відомими рішеннями запропонованих автором нових рішень дозволяє визначити нові підходи до створення та застосування систем підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень при здійсненні стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінки екологічних загроз та ризиків.

Визначено, що задача оцінки екологічного збитку може розумітися як завдання оцінки величини збитку. Найчастіше оцінку проводять за емпіричними даними (за вибіркою величин збитків, відповідним тим, що сталося раніше аналогічних випадків). При відсутності емпіричного матеріалу залишається спиратися на експертні оцінки. Найбільш обґрунтованим є

модельно-розрахунковий метод, який спирається на моделі еколого-економічної ситуації, що дозволяють розрахувати характеристик збитку.

Визначено, що комплексна екологічна оцінка стану навколишнього середовища повинна враховувати природні, екологічні та соціально-економічні показники території, характеризувати ступінь антропогенного перетворення і рівень забруднення, як окремих компонентів, так і навколишнього середовища в цілому. Теоретичною і методологічною основою комплексної оцінки стану навколишнього середовища є керівні ідеї екології, географії, геохімії навколишнього середовища, геохімії ландшафту, які розглядають основні поняття і визначення, зміст, масштаб, методи, критерії, показники та результати оцінки.

Створення інтегрованої автоматизованої системи для підтримки прийняття інформаційних управлінських рішень в реальному часі, що заснована на динамічній оцінці ризику, є актуальною науково-прикладною проблемою, вирішенню якої присвячено дане дослідження. Оскільки методологія ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків на сьогоднішній день розроблена недостатньо, а визначена проблема занадто далека від свого вичерпного рішення, в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастишали, вона набуває особливої актуальності.

В роботі здійснено аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру. Системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності здійснено за наступними напрямками: застосування системного підходу до аналізу проблемної області, концептуалізація проблемної області, розкриття особливостей ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою.

Здійснено аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Визначено, що формування інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою доцільно здійснювати на основі ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень.

Автором запропонована класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах для застосування в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою планової діяльності.

Здійснено оцінки ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою на основі аналізу робіт в області моделювання екологічних процесів, аналізу робіт в області оцінки ризику.

Інтегровані автоматизовані системи управління екологічною безпекою доцільно будувати з використанням моделей та методів ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків. Інтегровані автоматизовані системи є відкритими складними динамічними системами, що містять сукупність природних та штучних картографічних

об'єктів, серед яких виділяються певні екологічні об'єкти, що представляють цінність для людини. Об'єкти планової діяльності схильні до стабільних або збурюючих впливів зовнішнього середовища.

Для прийняття рішень в природно-техногенних системах в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків доцільне аналізувати значні обсяги неповної, неточної інформації, що швидко змінюється в часі, при істотних обмеженнях часу на оцінку обстановки і прийняття рішення, що дозволяє віднести природно-техногенні системи до класу слабкоструктурованих складних динамічних систем, а проблему підтримки прийняття рішень до класу складних і важкоформалізованих проблем.

Необхідність прийняття рішень при планової діяльності за мінімальний час внаслідок високої динаміки ситуацій, а також великого обсягу різномірної вхідної інформації, частина якої є невизначеною, висуває завдання, вирішення яких перевищує фізіологічні можливості особи, яка приймає рішення. Застосування існуючих методик оцінки екологічних загроз та ризиків, заснованих на статистичних методах з використанням імітаційних моделей, пов'язане з неприйнятною обчислювальною складністю, яка є неприпустимою в системах підтримки прийняття рішень реального часу.

Визначено, що для підвищення своєчасності, обґрунтованості та ефективності рішень в інтегрованих автоматизованих системах при здійсненні підтримки прийняття рішень в реальному часі доцільно використовувати динамічні моделі екологічних загроз та ризиків ризику на основі просторово-розподіленій моделі територіальної системи та моделі процесів руйнівного характеру, що розвиваються в її межах, яка враховує вплив навколишнього середовища та рішень особи, яка приймає рішення, а також забезпечує достатню деталізацію в просторі і часі.

В роботі запропоновано визначати екологічний ризик як відображення відношення між сценаріями надзвичайних екологічних ситуацій – джерелами екологічного ризику, які в кожен момент часу можуть бути потенційними чи активними, та вразливими екологічними об'єктами – приймачами ризику. Розроблена концепцію екологічного ризику заснована на трьох стадіях: потенційного ризику, джерело якого описується небезпекою, ризику загроз від активного сценарію надзвичайної екологічної ситуації, який ще не охоплює екологічний об'єкт, та ризику руйнувань від активного сценарію, який викликає зміну його цінності. Запропонований підхід, на відміну від існуючих концепцій ризику, дозволяє описувати динаміку екологічного ризику, в системах підтримки прийняття управлінських екологічних рішень системах реального часу.

Автором запропоновано існуючу модель екологічного ризику, яка враховує ймовірність надзвичайної екологічної ситуації, доповнити за допомогою додаткової компоненти – екологічної загрози, яка є прогностичною просторово-часовою складовою ризику та дозволяє в будь-який момент прогнозувати можливість втрат та оцінювати ризик для конкретних екологічних об'єктів в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій в реальному часі.

Загрозу може бути подано у вигляді низки диференційованих за рівнями і розташованих навколо контуру надзвичайних екологічних ситуацій просторових зон, кожна з яких визначає межі тієї частини природно-техногенної системи, де проявляється загроза певного рівня. Запропонований підхід дозволяє ідентифікувати екологічну ситуацію для підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в умовах надзвичайних екологічних ситуацій.

Просторову модель природно-техногенної системи в умовах динамічних надзвичайних екологічних ситуацій, пропонується розглядати у вигляді накладення статичних і динамічних правдоподібних топологічних просторів, суміщених в єдиній системі координат, кожний з яких побудовано на основі відношення нерозрізненості відповідних картографічних об'єктів, або областей чи зон, що, на відміну від існуючих моделей, дозволяє відобразити різномірну динамічну просторово-прив'язану інформацію.

Визначено, що внаслідок неможливості побудови суворих топологічних просторів через невизначеність і неточність доступної екологічної інформації топологія має бути розмитою, що дозволить отримувати апроксимацію значень атрибутів за допомогою наближених або нечітких множин, яка забезпечить пристосування до умов неповної та неточної екологічної інформації та дозволить побудувати такі простори з використанням даних моніторингу в інтегрованих автоматизованих системах.

В роботі запропонована процедура ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Ця процедура передбачає: розробку інформаційної моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою; якісну оцінку небезпеки надзвичайної екологічної ситуації; оцінку загроз надзвичайних екологічних ситуацій; якісну оцінку компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах.

Надана формалізація процедури діагностики ситуації на основі аналізу екологічного ризику. Здійснено аналіз екологічного ризику та формалізована процедура ідентифікації надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах.

Автором встановлено, що метод якісної оцінки ризику враховує якісну оцінку його компонентів, таких як цінність екологічного, небезпека та загроза за допомогою порядкових шкал, що співвідносять кількісні та якісні значення відповідних компонентів ризику з індукованими відношеннями часткового порядку, що, на відміну від існуючих методів кількісних оцінок ризику, дозволяє отримувати оцінки, з якими особа, яка приймає рішення звикла мати справу.

Метод якісної оцінки динаміки цінності екологічного об'єкта ґрунтується на використанні вектору значень цінностей різних категорій та функцій втрат екологічної безпеки за кожною категорією. Запропонований підхід дозволяє оцінювати динаміку розвідку надзвичайної екологічної ситуації у відповідь на прийняті рішення.

Метод просторово-розподіленої оцінки загроз використовує динамічний топологічний простір, що складається з множини просторових зон з розмитими межами, які розташовані навколо контуру процесів руйнівного характеру і представляють собою території з різним ступенем загрози для цінних об'єктів, та дозволяє виконувати просторово-розподілену оцінку ризику, що є необхідною для діагностики поточної ситуації в умовах надзвичайних екологічних ситуацій.

Оцінка ризику може бути виконана за використання за допомогою ступеня можливості, що, на відміну від застосовуваного в даний час ймовірнісного підходу, дозволяє більш адекватно оцінювати ризик в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, коли про ймовірність в статистичному сенсі не може бути мови.

З метою наочності подання інформації для певного моменту часу запропоновано будувати поверхню ризику, яка відображає нормовану оцінку рівня ризику для кожної комірки. Поверхня наглядно відображає опуклі ділянки місцевості з максимальним ризиком. Запропоновано в тій же системі координат також будувати поверхню цінності. Для визначення ділянки, яка потребує уваги особою, яка приймає управлінські рішення, необхідно побудувати дві поверхні-зрізи, які встановлюють критичні значення цінності та ризику. Всі ділянки, оцінка ризику яких вище даної поверхні, знаходяться в умовах критичного ризику. Перетин множини ділянок, що мають критичну цінність і знаходяться в умовах критичного ризику, потребують уваги ОПР (рис. 4.13). Варіюючи розташування поверхонь зрізів, можна звужувати або розширювати множину екологічних об'єктів, які потребують захисту.

В роботі запропоновано методологію формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Застосовано системний підхід до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Визначено, що з позицій теорії управління традиційний підхід передбачає використання окремих каналів управління: проведення стратегічного екологічного оцінювання; проведення оцінки впливу на навколишнє середовище; оцінювання екологічних загроз та ризиків.

Запропоновано створення інтегрованих автоматизованих систем (інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів), які дозволяють комплексувати інформаційні (апаратні та програмні) ресурси в системі управління екологічною безпекою, - при проведенні стратегічного екологічного оцінювання; проведенні оцінки впливу на навколишнє середовище; оцінюванні екологічних загроз та ризиків.

Запропоновано розглядати екологічний об'єкт управління та орган якій формує управлінський вплив з позицій системного підходу можуть розглядатись як система організаційного екологічного управління. Загальна структура системи екологічного управління включає наступні елементи (підсистеми): об'єкт екологічного управління; інформаційна підсистема, яка дозволяє отримати відомості про керовані координати (фазові координати) об'єкта управління; формувач управління - підсистема, яка з використанням

інформації про стан об'єкта формує управлінські екологічні рішення; виконавча підсистема - структура, яка через механізми управління здійснює вплив на об'єкт управління.

Запропоновано механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою. Визначено стратегічне та ситуаційне управління в організаційних екосистемах. Запропоновано етапи управління екосистемою за допомогою інтегрованих автоматизованих систем: формулювання цілей екологічного управління; визначення об'єкта екологічного управління; структурний синтез моделі екологічного об'єкта; ідентифікація параметрів моделі екосистеми; планування експериментів в екосистемі; синтез екологічного управління; реалізація екологічного управління; корекція в системі екологічного управління.

Сформульовано інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планової діяльності. Визначено проблеми екологічних інформаційних потоків. Визначено фактори, які впливають на процес прийняття управлінських екологічних рішень. Запропоновано три моделі прийняття екологічних рішень: класична модель; поведінкова модель; ірраціональна модель.

З теорії та аналізу даних екологічного моніторингу запропоновано методи підготовки інформаційних рішень: метод зіставлення даних (кореляційний метод); екологічного моніторингу; метод фільтрації даних екологічної інформації; метод розпізнавання екологічної ситуації. Запропонована технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок. Для побудови системи підтримки прийняття управлінського інформаційного екологічного рішення запропоновано застосовувати один з інструментів кластерного аналізу - метод аналізу ієрархій.

Запропоновано багатокритеріальний вибір варіантів побудови системи прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень. Запропонована методика побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень, а також схема корекції екологічної інформації в системі підтримки прийняття рішень.

В роботі проведена оцінка ефективності реалізація системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою. Науково обґрунтована технологія підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропонована технологія системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності складається з послідовності взаємопов'язаних інформаційних процесів, що використовують розроблені в дисертації методи та моделі та спрямовані на вирішення задач дисертації. Технологія дозволяє збирати, зберігати, накопичувати, обробляти та виводити інформацію для підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

Систему підтримки прийняття рішень при плановій діяльності побудовано відповідно до наступної послідовності етапів: формування моделі формування

інформаційних екологічних рішень; формування складу бази даних (БД) і бази знань в системі підтримки прийняття рішень; формування комплексу математичних методів і прогностичних моделей; формування структури комплексу інформаційних процесів в системі підтримки прийняття рішень; розробка технології формування управлінських інформаційних екологічних рішень.

Динамічну частину технології підтримки прийняття рішень подано як сукупність інформаційних процесів та їх взаємозв'язків. Ця технологія передбачає наступні інформаційні процеси: просторова прив'язка об'єкта планової діяльності; моніторинг екосистеми; моделювання нештатних, аварійних екологічних ситуацій; аналіз екологічних загроз та ризиків техногенне небезпечних об'єктів; діагностика екологічних ситуацій; візуалізація інформації для особи, яка приймає рішення.

Управління екологічною безпекою планової діяльності запропоновано здійснювати за допомогою інтегрованої системи екологічного моніторингу на основі комплексу супутникових систем спостереження, безпілотних літальних апаратів, наземних стаціонарних та мобільних систем. При цьому екологічний моніторинг потребує наявності не тільки центрального наземного пункту, що виконує функції обробки й аналізу даних, а й певного набору технічних засобів спостереження, наприклад космічних апаратів (супутників), літаків, гелікоптерів, безпілотних літальних апаратів з різними типами сенсорів, а крім того ще й мережі наземних сенсорів. Моніторинг може здійснюватися як на етапі виявлення потенційних джерел надзвичайної екологічної ситуації (оцінки небезпеки або потенційного ризику), так і на етапі спостереження за нештатної (аварійної) ситуації, що вже розповсюджується (оцінки динаміки ризику екологічних загроз та/або руйнувань). Інтегрована система моніторингу виконує наступні функції: пошук потенційних джерел надзвичайної екологічної ситуації; визначення місця розташування та площі розповсюдження надзвичайної ситуації, спостереження за її розповсюдження; отримання детальної інформації про надзвичайну ситуацію, оцінка її суттєвих параметрів, необхідних для прийняття рішень; прогнозування майбутньої динаміки розвитку надзвичайної ситуації.

З метою визначення класу ситуації введено функцію ідентифікації екологічної ситуації, що дозволяє встановити клас екологічної ситуації. Запропоновано алгоритм встановлення класу екологічної ситуації. Представлений алгоритм дозволяє порівнювати поточну ситуацію з класом найбільш можливих з найбільш небезпечних екологічних ситуацій на основі відповідних симптомів. Запропонована схема системи підтримки прийняття рішень в інтегрованій автоматизованій системі

Оцінена ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в природно-техногенних системах в умовах екологічних надзвичайних ситуацій.

Запропоновану технологію підтримки прийняття управлінських екологічних рішень покладено в основу веб-орієнтованої геоінформаційній

системі GISForestProject, яку створено мовою програмування Python за допомогою фреймворку Django та його розширення GeoDjango. При створенні проекту також було використано бібліотеку OpenLayers для створення карт, а також систему управління базами даних PostgreSQL.

Формування множини можливих управлінських екологічних рішень проводиться за прецедентами, з використанням комплексного критерію близькості класів екологічних ситуацій, який враховує просторове розташування об'єктів та оцінку екологічної безпеки об'єктів планової діяльності.

Проведено оцінку ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження.

Обґрунтовано функції системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Система забезпечує виконання наступних функцій: створення статичного шару просторової моделі об'єктів планової діяльності, що складається з геотаксонів, створення атрибутивної бази даних, що описує геотаксони, і прив'язка її до шару геотаксонів; створення шару комірок змінного розміру; прийом і обробка даних моніторингу стану об'єктів планової діяльності в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій; моделювання екологічних процесів в районі діяльності об'єкта планової діяльності і уточнення параметрів моделі відповідно до даних екологічного моніторингу; візуальне відображення динаміки розповсюдження надзвичайної екологічної ситуації, у вигляді відповідного шару просторової моделі району планової діяльності; діагностика ситуації в районі планової діяльності в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій за допомогою обчислення екологічних загроз та ризиків для об'єктів планової діяльності і візуальне відображення цих оцінок в просторовій моделі у вигляді динамічних зон на відповідному шарі просторової моделі району планової діяльності; візуалізація геопросторової інформації, необхідної для підтримки прийняття управлінських рішень при планової діяльності метою підвищення ефективності її сприйняття особою, яка приймає рішення. Програмний продукт розроблений за допомогою програмних засобів, що вільно поширюються, таких як Python 3.2, Django, GeoDjango, OpenLayers, СУБД PostgreSQL 9.4, PostGIS.

Для оцінки результатів дослідження було проведено експеримент з використанням системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Для цього було використано ретроспективні дані, щодо стратегічної екологічної оцінки та оцінки впливу на навколишнє середовище.

Результатами експерименту підтверджено, що використання системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень дозволяє збільшити ступінь ефективності прийнятих управлінських екологічних рішень за рахунок: скорочення часу підготовки документів щодо стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз та ризиків (час скорочується: до 1-2 годин при здійсненні СЕО, ОВНС; 5-10 хв. при обробленні повідомлень про виникнення

надзвичайних екологічних ситуацій оцінці екологічних загроз та ризиків.); автоматизації доведення інформації, що надійшла до служб оперативного реагування; інформаційно-аналітичної підтримки управлінських рішень при ліквідації надзвичайних екологічних ситуацій; зберігання інформації в БД з прив'язкою до об'єктів планової діяльності; можливості автоматизації формування звітів, ведення статистики, аналізу оперативної обстановки; єдиного інформаційного простору підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

Дискретизація простору розгляду координатної сіткою комірок з розміром менше 10 м призводить до різкого збільшення часу обчислення, а при розмірі комірок від 20 м і вище точність апроксимації є недостатньою. Запропонована система підтримки прийняття управлінських екологічних рішень може забезпечити прийнятні характеристики щодо точності і швидкодії за умови дискретизації простору (місцевості) з розмірами комірок від 10 до 20 м.

Проведеними експериментами також підтверджено, що використання GISForestProject забезпечує зменшення помилок 1 роду (до 10-2) та 2 роду (до 10-3) та дозволяє ОПР своєчасно приймати адекватні рішення на основі оцінки екологічного ризику при плановій діяльності об'єктів критичної інфраструктури при виникненні надзвичайних екологічних ситуацій, та відповідно зменшити реальні збитки в умовах надзвичайних екологічних ситуацій. Результати експерименту доводять, що використання СППУЕР дозволяє зменшити тривалість оцінки ситуації та вибору рішення ОПР, що дає можливість знизити залежність від її психофізіологічних і евристичних властивостей та зменшити екологічні ризики від надзвичайних екологічних ситуацій в об'єктах критичної інфраструктури.

На основі виконаних розрахунків та проведених досліджень отримано такі нові результати.

Вперше:

- запропоновано методологію створення інтегрованих автоматизованих систем (інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів), які дозволяють комплексувати інформаційні (апаратні та програмні) ресурси в системі управління екологічною безпекою, при проведенні стратегічного екологічного оцінювання; проведенні оцінки впливу на навколишнє середовище; оцінюванні екологічних загроз та ризиків;

- розроблено концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою, яка ґрунтується на процедурах: формування структури проблемної області планової діяльності; формування концепції природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності; формування концепції екологічного ризику; побудова просторової моделі об'єкта планової діяльності;

- розроблено метод розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів та передбачає наступні процедури: виділення інформації відносно до екологічної ситуації, систематизація екологічної інформації згідно

визначених ознак, побудова моделі, прогнозування процесів в екосистемі, визначення ступеня достовірності, опис ситуації, прийняття інформаційного екологічного рішення;

- розроблено технологію прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок для навчання систем підтримки прийняття управлінських рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

Удосконалено:

- методику ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем, яка передбачає: розробку інформаційної моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою; якісну оцінку небезпеки надзвичайної екологічної ситуації; оцінку загроз надзвичайних екологічних ситуацій; якісну оцінку компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах, що на відміну від існуючих підходів дозволяє більш адекватно оцінювати ризик в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій за рахунок побудови поверхні ризику, та нормованої оцінки рівня екологічного ризику.

- метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз, в якому при визначенні оперативної ваги (важливості) екологічного повідомлення запропоновано враховувати характеристики джерел інформації та умови спостережень замість ймовірнісного представлення у вигляді фільтраційної процедури з застосуванням експертних оцінок.

Отримали подальший розвиток:

- механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою, якій передбачає відокремлення стратегічного та ситуаційного управління в системі підтримки прийняття управлінських екологічних рішень інтегрованих автоматизованих систем за рахунок запропонованих етапів: формулювання цілей екологічного управління; визначення об'єкта екологічного управління; структурний синтез моделі екологічного об'єкта; ідентифікація параметрів моделі екосистеми; планування експериментів в екосистемі; синтез екологічного управління; реалізація екологічного управління; корекція в системі екологічного управління.

- алгоритм діагностики екоситуації в системі управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем, в якому на відміну від існуючих запропоновано здійснювати обчислення відстаней між поточною екологічною ситуацією та визначеними класами ситуацій на основі симптомів, за рахунок чого дозволяє підвищити достовірність ідентифікації екологічного стану об'єкта планової діяльності.

Аргументування та критичне оцінювання порівняно з відомими рішеннями запропонованих автором нових рішень.

Сьогодні можливо визначити, що розробка розвитку наукових основ управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою

інтегрованих автоматизованих систем є новим перспективним науковим напрямом дослідження. Зараз працюють або готуються до розгортання різні підходи до управління екологічною безпекою об'єктів критичної інфраструктури, техногенно небезпечних об'єктів.

Значний внесок у розвиток теорії і практичних питань створення систем управління екологічною безпекою навколишнього природного середовища таких вчених як Аверин Г.В., Белявський Г.О., Бондар О.І., Бугор А.Н., Бусигин Б.С., Ващенко В.М., Ємець М.А., Єрмаков В.М., Лялько В.І., Машков О.А., Мокин В.Б., Петрук В.Г., Попов М.О., Рудько Г.І., Соколов Ю.М., Тарарико О.Г., Уліцкий О.А., Федоровський О.Д., Фролов В.Ф., Чумаченко С.М., Шапар А.Г., Шмандий В.М., Шматков Г.Г., та інші. Однак, залишаються ще недостатньо висвітлені питання щодо удосконалення певних підходів та методів, які б об'єднали теорію і практику побудови інтегрованої автоматизованої системи, яка об'єднала виконання завдань стратегічного екологічного оцінювання, оцінювання впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз та ризиків. На сьогодні гостро стоять питання об'єднання інформаційно-логічних структур регіональних систем екологічного моніторингу, розробки способів та алгоритмів обробки моніторингової інформації та структури баз даних що зберігаються, визначення критеріїв комплексної оцінки стану навколишнього природного середовища.

Аналіз літератури показав, що на сьогоднішній день напрацьовано різні методи, механізми, принципи і методики визначення стану навколишнього середовища при проведенні екологічного моніторингу з використанням аерокосмічних технологій. Це підтверджується проведеними дослідженнями та працями в галузі застосування аерокосмічних технологій для задач екології та природокористування таких вчених, як Азаров С.І., Аверин Г.В., Белявський Г.О., Бондар О.І., Бугор О.М., Булко Н.И., Бусигін Б.С., Ващенко В.М., Волошин В.І., Востоков А.Б., Вульфсон Л.Д., Гаврись А.П., Гарбук С.В., Гаркавий С.Ф., Гершензон С.Е., Гонін Р.Б., Горбулін В.П., Горелов В.А., Гош С.К., Гречищев А.В., Гришин Ю.І., Драновський В.Й., Ємець Н.А., Зібцев С.В., Зубова Л.Г., Кац Я.Р., Козлов Н.П., Копачевський В.М., Костюченко Ю.В., Котляр О.Л., Кохан С.С., Красовський Р.Я., М. З. Лавривський М.З., Лебедев А.А., Лихачов Ю.А., Лялько В.І., Мокін В.Б., Монкеліонене Я., Нестеренко В.П., Петрук В.Г., Петросов В.А., Попов М.О., Присяжний В.І., Ребрин Ю.К., Рудько Г.І., Сахацький А.В., Соколов Ю.М., Станкевич С.А., Стрільців В.А., Тарарико О.Г., Толкачева Н.В., Федоровський О.Д., Ходоровський А.Я., Чандра А.М., Чумаченко С.М., Шабалева М.А., Шапар А.Г., Шмандий В.М., Шматков Г.Г., Яцків Я.С. та ін.

Відомо, що одним з перспективних методів проведення екологічного моніторингу є дистанційний, який базується на основі комплексного використання космічних, повітряних і рухомих наземних комплексів спостереження систем спостереження. Система моніторингу повинна в інформаційному плані забезпечити організацію необхідних інформаційних

потоків і покращити спостереження за основними процесами і явищами в біосфері. Для прийняття раціональних управлінських рішень необхідною умовою є наявність якісного телекомунікаційного (інформаційного) забезпечення по динаміці різноманітних показників, що характеризують стан навколишнього середовища.

Згідно концепції SCOPE (з англ. - Наукового комітету з проблем навколишнього середовища) систему повторних спостережень одного і більше компонентів навколишнього середовища в просторі і в часі з певними цілями і згідно з попередньо підготовленою програмою було запропоновано називати моніторингом. Відомо, що термін «моніторинг» (від латинського monitor - той, хто спостерігає) виник перед проведенням Стокгольмської конференції ООН по довкіллю (Стокгольм, 5-16 червня 1972). Основні елементи моніторингу як системи, вперше описані в роботі Р. Манна (R. Mann, 1973).

Відзначено внесок у розвиток теорії і практичних питань створення систем інтегрованих автоматизованих систем підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень найшли своє відображення в роботах багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених, в тому числі Скуріхіна В.І., Івахненко О.Г., В.Є. Снітюка, М.М. Биченка, А.М. Грішина, Н.М. Куссуль, С.І. Van Western, P. Avesani, A. Perini, F. Ricci та інших. В даний час активно ведуться дослідження в області створення ризик-орієнтованих систем підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій, в основі яких лежать ідеї В.М. Глушкова, М.З. Згуровського, П.І. Бідюка, Н.М. Куссуль, Т.Є. Рака, І.В. Шостака, С.В. Скакуна, А.Ю.Шелестова, D.E Calkin, M.P. Thompson, M.A. Finney, C. Miller, A.A. Ager, M.S. Kappes, E. Chuvieco, T.Aven, A.A. Bachmann, V. Gallina, K. Hyde, C.C. Hardy та інших, інтенсивно досліджується також використання геоінформаційних технологій.

Однак, залишаються ще недостатньо висвітлені питання щодо удосконалення певних підходів та методів, які б об'єднали теорію і практику побудови регіональної системи підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень при управлінні

Усі вище визначені чинники визначають аргументування та критичне оцінювання запропонованих автором нових рішень порівняно з відомими рішеннями.

Практична значимість та важливість для галузі полягає в створенні теоретико-прикладних основ (концепції, принципи, моделі, методи) та інструментального базису (алгоритми та інформаційна технологія) розробки систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Результати дисертаційної роботи впроваджені в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Державному підприємстві «Бар'єр», Департаменті екології, природних ресурсів та паливно-енергетичного комплексу

Кіровоградської обласної державної адміністрації, Управлінні екології та природних ресурсів Черкаської ОДА, Науково-виробничій впровадjuвальній фірмі «Геотехнологія», м. Київ, а також у навчальний процес в Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління Мінприроди України, м. Київ, при викладанні навчальних дисциплін для студентів за спеціальністю екологія та охорона навколишнього середовища, - «Методологія та організація наукових досліджень», «Філософія науки та інноваційного розвитку».

Дисертацію виконано відповідно до пріоритетних цілей, сформульованих в «Стратегії державної екологічної політики України на період до 2030 року», «Національному плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2016-2020 роки», які відповідають зобов'язанням України в рамках виконання «Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом» та полягають в забезпеченні сталого розвитку природно-ресурсного потенціалу України, зниженні екологічних ризиків для екосистеми, удосконаленні та розвитку державної системи природоохоронного управління. Тема дисертаційного дослідження є складовою частиною науково-дослідних робіт, що проводяться в Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України відповідно до пріоритетних напрямів наукових досліджень, програм і тем, зокрема законів України «Про наукову і науково-технічну діяльність», «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки».

Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому, відповідність оформлення дисертації вимогам, затвердженим МОН України.

У *вступі* обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовано мету та наукову проблему дисертації, показано зв'язок роботи з науковими темами та програмами, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено інформацію щодо кількості публікацій, апробацію та впровадження основних результатів дослідження, виділено особистий внесок здобувачки в опублікованих працях зі співавторами.

У *першому розділі* «АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СТРАТЕГІЧНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ, ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ, ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ» здійснено аналіз стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання, аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище, аналіз існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем при управлінні екологічною безпекою та визначено перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи.

У *другому розділі* «АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДТРИМКИ

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ» проведено системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності (системний підхід до аналізу проблемної області, концептуалізація проблемної області, особливості ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою). Формалізовано постановку проблеми ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Проведено аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Надано класифікацію процесів руйнівного характеру в екосистемах. На основі аналізу робіт в області моделювання екологічних процесів, аналіз робіт в області оцінки ризику визначено ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою.

У *розділі 3* «КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ» обґрунтована структура проблемної області. Запропоновано концепцію природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності, концепцію екологічного ризику. Побудована просторова модель об'єкта планової діяльності, яка передбачає наступні складові: основна топологічна модель природно-техногенної системи; рівень комірок просторової моделі об'єкта планової діяльності; статична складова просторової моделі: рівень геотаксонів; рівень динаміки процесу руйнівного характеру в екосистемі; верхній рівень просторової моделі екосистеми: зони; побудова просторової моделі природно-техногенної системи; розмивання топологічної моделі екосистеми.

Четвертий розділ «ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ТА РИЗИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕГРОВАНІХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ» присвячено розробці моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Надано якісну оцінку небезпеки надзвичайної екологічної ситуації, оцінку загроз надзвичайних екологічних ситуацій (кількісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації, якісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації). Надано якісну оцінку компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах. Запропоновано технологію діагностики ситуації на основі аналізу екологічного ризику, яка передбачає аналіз екологічного ризику та ідентифікацію надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах.

У *п'ятому розділі* «РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В ІНТЕГРОВАНІХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ» запропоновано системний підхід до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Розглянуто інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття

управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планової діяльності. Запропоновано метод формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Розглянуто процес прийняття інформаційних екологічних рішень. Запропоновано метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз, метод фільтрації екологічної інформації, метод розпізнавання екологічної ситуації. Обґрунтовано технологію прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок. Запропоновано методику побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень.

У *шостому розділі* «ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ПРИ УПРАВЛІННІ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ» надано наукове обґрунтування технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропоновано схему організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності. Оцінено ефективність застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження.

У *висновках* відтворено основні результати дисертаційного дослідження, що відображають наукові основи управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

У *додатках* наведено: список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію матеріалів дисертації; акти впровадження; аналіз використання космічних систем в Державній системі екологічного моніторингу; екранні форми програмного продукту.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел із 169 найменувань. Загальний обсяг дисертації становить 659 сторінок, в тому числі основного тексту 320 сторінок, додатки 339 сторінок. Дисертація містить 11 таблиць і 123 рисунки.

Оцінка мови та стилю викладення дисертації і автореферату. Мова та стиль дисертації та автореферату свідчать про вміння автора аргументовано викладати свої думки та, у цілому, відповідають вимогам МОН України. Сформульовані у дисертаційній роботі основні положення, висновки та рекомендації викладені у логічній послідовності та доказовій формі, що значно сприяє усвідомленню думок автора. Всі розділи дисертації мають внутрішню єдність і завершеність. Змістовне наповнення підрозділів роботи відповідає змісту визначених розділів.

Отримані підсумкові результати дисертації співпадають із загальною метою і конкретними науковими завданнями, сформульованими у вступі. В цілому, дисертаційна робота сприймається як кваліфікаційна закінчена наукова праця, що містить нові наукові результати.

Підтвердження повноти викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Наукова новизна безсумнівна та достатня для докторської дисертації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 54 наукових праці: 5 монографій, 16 публікації у фахових наукових виданнях, з них 6 одноосібних, в тому числі 5 публікацій у наукометричній базі Ulrich'sweb американського видавництва Bowker, Index Copernicus International (Польща); ERIH PLUS (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences); Google Scholar, 4 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір та додатково 24 публікації в матеріалах міжнародних і національних конференцій.

Інформація про отримані результати у кандидатській дисертації здобувача не використовувалась при підготовці докторської дисертації.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації і дає повне уявлення про отримані результати дослідження та їх наукову новизну та практичну значимість.

Відмічаю в цілому науково-коректний стиль викладення матеріалів дисертації. Назва роботи відповідає самій роботі, яка відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека.

Недоліки

У якості недоліків у роботі потрібно відмітити наступне.

1. В запропонованому методі розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів бажано було більш детально визначити наступні процедури: виділення інформації відносно до екологічної ситуації, систематизація екологічної інформації згідно визначених ознак, побудова моделі, прогнозування процесів в екосистемі, визначення ступеня достовірності, опис ситуації, прийняття інформаційного екологічного рішення.

2. Автор визначив особливий клас процесів – процеси руйнівного характеру, під якими в контексті дослідження маються на увазі просторово-розподілені небезпечні природні явища, що протікають в природно-техногенній системі. Слід було б пояснити, чому із розгляду виключені небезпечні техногенні явища, які по суті є внутрішніми збуджуючими процесами, притаманними природно-техногенній системі.

3. При розробці технології прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок для навчання систем підтримки прийняття управлінських рішень в інтегрованих автоматизованих

системах зроблена припущення щодо кваліфікації експертів, які не досить обґрунтовані з позиції визначення характеру планової діяльності.

4. Отриманих результати (концепції, принципи, моделі, методи) та інструментальний базис (алгоритми та інформаційна технологія) розробки систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем потребують відповідного інформаційного та телеметричного забезпечення для подальшого впровадження. Ці питання розглянуто досить стисло.

5. Бажано було більш детально визначити механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою, якій передбачає відокремлення стратегічного та ситуаційного управління в системі підтримки прийняття управлінських екологічних рішень інтегрованих автоматизованих систем за рахунок запропонованих етапів: формулювання цілей екологічного управління; визначення об'єкта екологічного управління; структурний синтез моделі екологічного об'єкта; ідентифікація параметрів моделі екосистеми; планування експериментів в екосистемі; синтез екологічного управління; реалізація екологічного управління; корекція в системі екологічного управління.

6. Не надано порівняльної характеристики запропонованого алгоритму діагностики екоситуації в системі управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем, з відомими. Також було доцільне визначити переваги обчислення відстаней між поточною екологічною ситуацією та визначеними класами ситуацій на основі симптомів, що дозволило підвищити достовірність ідентифікації екологічного стану об'єкта планової діяльності.

7. Не визначені переваги системі підтримки прийняття рішень в запропонованій моделі планової діяльності. Бажано було конкретизувати показники ефективності управління екологічною безпекою планової діяльності для визначених об'єктів критичної інфраструктури, техногенно небезпечних об'єктів.

8. В роботі не конкретизовано для яких конкретних напрямків планової діяльності зроблено висновок, що використання систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень вдалось зменшити, що надало можливість знизити залежність від її психофізіологічних і евристичних властивостей та зменшити екологічні ризики від надзвичайних екологічних ситуацій в об'єктах критичної інфраструктури.

9. Автором обґрунтовано, що інтегрована автоматизована система дозволяє підвищити ефективність управлінських рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності. Однак при цьому бажано було обґрунтувати завдяки чому, вдалось забезпечити прийнятні характеристики щодо точності і швидкодії за умови дискретизації простору (місцевості) з розмірами комірок від 10 до 20 м. Виникає питання наскільки зменшується тривалість оцінки ситуації та вибору рішення особи, яка приймає рішення.

10. В роботі присутні окремі стилістичні помилки.

Вказані недоліки не знижують науковий рівень дисертації “Розвиток наукових основ управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем” та не впливають на позитивне враження від дисертації, як кваліфікаційну роботу, в цілому, завершеність якої не викликає сумніву. Робота містить висунуті автором науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, наукові положення, особистий внесок здобувача в науку.

Висновок.

Вивчення дисертаційної роботи, автореферату та опублікованих здобувачем наукових праць дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота виконана на актуальну тему, представляє собою логічне завершене наукове дослідження, що містить нові обґрунтовані наукові результати, які в сукупності є вирішенням сформульованої вище наукової-технічної проблеми, та відповідає вимогам п. 9, 10, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів» до щодо докторських дисертацій, а здобувач **Іващенко Тарас Григорович** заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
завідувач відділу Державної Установи
«Інститут геохімії навколишнього
середовища Національної академії наук України»,
д.т.н.


Ю.О. Ольховик

Підпис д.т.н. Ольховика Ю.О. засвідчую
В.о. ученого секретаря
ДУ ІГНС НАН України, к.пед.н.


В.В. Коваленко

*Відсутні зауваження до дисертації д.т.н.
Ольховика Ю.О. підписав в довідку*

8.26.880.01 15.09.20

Телескоп: Державна наукова установа
