



ERASMUS+ project:
Integrated Doctoral Program for
Environmental Policy,
Management and Technology –
INTENSE

Проект ЕРАЗМУС+:
Комплексна докторська
програма з екологічної
політики, менеджменту
природокористування та
техноекології – INTENSE

Teaching and learning materials

Навчально-методичний
комплекс

Course:
Models for Environmental Risk
Assessment

Навчальна дисципліна:
Моделі оцінки екологічних
ризиків

Developed by: Inna Bodak

Підготовлено: Інна Бодак

*Partner Nr.9
V. N. Karazin Kharkiv
National University*

*Партнер №9
Харківський національний
університет
імені В. Н. Каразіна*



Disclaimer

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Застереження

Підтримка Європейською Комісією випуску цієї публікації не означає схвалення змісту, який відображає лише думки авторів, і Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.



Contents / Зміст

		Page/ Стр.
General information	Загальна інформація	3
Lectures: <i>Short overview</i> <i>Questions for self-control</i>	Лекційні заняття: <i>Зміст лекцій</i> <i>Питання для самоконтролю</i>	5
Practical works and seminars: <i>Practical works</i> <i>Seminars</i>	Практичні та семінарські заняття: <i>Практичні роботи</i> <i>Семінари</i>	7
Independent work	Самостійна робота	9
Final control	Підсумковий контроль	11
References	Література	12
Access to the course	Доступ до навчальної дисципліни	13



General information / Загальна інформація

Навчальна дисципліна «Моделі оцінки екологічних ризиків» складена для третього / аспірантського рівня вищої освіти відповідно до:

освітньо-наукової програми 103 «Науки про Землю»,

галузі знань 10 «Природничі науки»

для спеціалізації Конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів в рамках виконання міжнародного проекту ЕРАЗМУС+ «Комплексна докторська програма з екологічної політики, менеджменту природокористування та техноекології – INTENSE».

Робоча програма навчальної дисципліни була:

- рекомендована до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;
- схвалена на засіданні кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти;
- погоджена з гарантом освітньо-наукової програми 103 «Науки про Землю» (рівень PhD);
- погоджена науково-методичною комісією навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна;
- затверджена проректором з науково-педагогічної роботи Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

До навчальної дисципліни також розроблено **силабус** англ. мовою.

На навчальну дисципліну отримано **дві рецензії** українських вчених та **одна рецензія** європейського партнера проекту.

Мета – сформувати у студентів знання про сучасні моделі оцінки екологічних ризиків, навчити самостійно застосовувати їх на практиці для кількісної та якісної оцінки величини та наслідків антропогенного впливу на довкілля.

Кількість кредитів: 3 кредити ECTS.

Кількість годин: 90 годин (з них аудиторних: 30 годин).

Мова викладання – українська.

Зміст та дистанційний курс за навчальною дисципліною **розроблено:** Алла Некос, д-р геогр. наук, проф.; Інна Бодак.

Розроблені матеріали, дистанційний курс та усі супровідні матеріали **розміщено** на: <https://dist.karazin.ua/>, <http://intense.network>, <http://ecology.karazin.ua/mizhnarodna-dijalnist/intense-integrated-doctora/>.

Доступ до дистанційного курсу може бути наданий після реєстрації.



Lectures / Лекційні заняття

Зміст лекцій

Змістовна частина навчальної дисципліни складається з 6 тематичних розділів.

Тема 1. Методичний апарат аналізу ризику

Основні визначення та поняття в оцінці екологічного ризику. Надійність, безпека, небезпека. Ризик і ймовірність. Класифікація ризиків. Індивідуальний та колективний ризику. Потенційний ризик. Відносний і абсолютний ризику. Прийнятний ризик. Концепція прийнятного ризику. Максимально допустимий ризик. Ризик, яким можна знехтувати. Співвідношення величин ризику в різних областях діяльності людини. Концепції аналізу ризику. Класифікація методів оцінки ризику. Методики оцінки та прогнозу ризику.

Інженерний метод. Модельний метод. Метод експертних оцінок. Метод соціального опитування. Метод системного аналізу ризику. Детерміністичний метод. Метод індексів небезпеки. Вірогіднісний метод. Методи логічного аналізу: «Дерево подій» (Event Tree Analysis) і «Дерево помилок» (Fault Tree Analysis). Статистичний метод. Метод Делфі (DELFI). Метод гранично допустимих величин (ГДВ). Метод Монте-Карло. Метод аналізу Маркова. Метод кваліметричного моделювання. Матричні методи. Матриця Леопольда. Метод карт ризику

Семінар 1. Аналіз шляхів міграції забруднюючих речовин від джерела до людини.

Тема 2. Методологія оцінки ризику хімічного впливу

Загальні положення методології оцінки ризику хімічного впливу. Оцінка ризику. Управління ризиком. Інформування про ризик.

Етапи оцінки ризику. Ідентифікація небезпеки. Оцінка експозиції. Характеристика небезпеки (оцінка залежності «доза-ефект»). Характеристика ризику. Характеристика ризику неканцерогенних ефектів. Характеристика ризику канцерогенних ефектів.

Практична робота 1. Оцінка ризику загрози здоров'ю за умови впливу порогових токсикантів

Практична робота 2. Оцінка ризику загрози здоров'ю за умови впливу безпорогових токсикантів (нерадіоактивних канцерогенів)

Тема 3. Методологія оцінки ризику радіаційного впливу

Радіаційний ризик, пов'язаний із внутрішнім опроміненням. Доза опромінення. Дозовий коефіцієнт. Коефіцієнт індивідуального радіаційного ризику. Радіаційний ризик у випадку зовнішнього опромінення. Колективний ризик та скорочення життя. Відносна втрата колективної тривалості життя.

Практична робота 3. Оцінка ризику загрози здоров'ю за впливу радіації

Тема 4. Методологія оцінки ризику у випадку інтродукції генетично модифікованих мікроорганізмів і трансгенних рослин у довкілля

Основні принципи оцінки ризиків ГМО. Етапи процесу оцінки ризиків. Чинники ризику генетично модифікованих рослин (ГМР) для здоров'я людини, пов'язані з вивільненням їх у



довкілля або використанням у господарській діяльності. Оцінка токсичності ГМР. Оцінка алергентності ГМР. Бази даних алергенних білків для визначення потенційну алергентності на підставі амінокислотних послідовностей. Оцінка екологічного ризику ГМР.

Семінар 2. Етапи процесу оцінки ризиків ГМО

Семінар 3. Фактори ризику генетично модифікованих рослин (ГМР) для здоров'я людини, пов'язані з вивільненням їх у довкілля або використанням у господарській діяльності

Тема 5. Екологічний ризик і методологія його оцінки за допомогою біотестування та біоіндикації

Реакції біологічних систем на надходження токсикантів. Моделі «доза – ефект» та «час – ефект». Гострий та хронічний вплив. Летальний та сублетальний вплив. Індекс токсичності. Індикаторні види. Сучасні методи біотестування та біоіндикації для оцінки забруднення ґрунтового покриву, повітря та поверхневих вод.

Семінар 4. Екологічний ризик і методологія його оцінки за допомогою біотестування та біоіндикації

Тема 6. Оцінка ризику: фундаментальні проблеми, виклики та перспективи

Узагальнення та систематизація набутих знань щодо основних моделей оцінки екологічного ризику.

Семінар 5. Оцінка ризику: фундаментальні проблеми, виклики та перспективи (колективна дискусія)

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняється поняття «потенційний ризик» і «реальний ризик»?
2. Поясніть відмінність між ризиком і небезпекою.
3. Дайте визначення поняттям «ризик» і «безпека».
4. У чому полягає відмінність між аналізом і оцінкою ризику?
5. Що таке потенційний ризик і ризик реальний?
6. Дайте визначення індивідуального ризику.
7. Які існують рівні індивідуального ризику і від чого вони залежать?
8. Сформулюйте концепцію прийнятності ризику.
9. Чому доцільно розрізняти абсолютний і реальний ризики?
10. Які існують концепції аналізу ризику?
11. Що собою представляють феноменологічні методи аналізу ризику?
12. Що собою представляють детерміністичні методи аналізу ризику?
13. Що собою представляють імовірнісні методи аналізу ризику?
14. Що собою представляють експертні методи аналізу ризику?
15. На чому базуються статичні методи оцінки ризику?
16. На чому базуються теоретико-ймовірнісні методи оцінки ризику?
17. На чому базуються евристичні методи оцінки ризику?

Тексти лекцій, презентації та додаткові матеріали розміщено у дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.



Practical works and seminars / Практичні та семінарські заняття

Практичні роботи

Практична робота 1

Оцінка ризику загрози здоров'ю за умови впливу порогових токсикантів

Мета – ознайомитися з методиками оцінки ризику для здоров'я людей у результаті забруднення атмосферного повітря, питної води та продуктів харчування токсикантами, для яких визначені погорові рівні впливу.

Практична робота передбачає розвиток практичних навичок з оцінки ризику шляхом письмового розв'язання різних ситуативних задач. У кожній задачі запропоновано кілька варіантів вихідних даних, необхідних для виконання обчислень. Також практична робота супроводжується прикладами розрахунку задач подібних типів для того, щоб аспіранти змогли отримати краще розуміння особливостей застосування різних алгоритмів оцінки ризиків.

Практична робота 2

Оцінка ризику загрози здоров'ю за умови впливу безпорогових токсикантів (нерадіоактивних канцерогенів)

Мета – ознайомитися з методиками оцінки ризику для здоров'я людей у результаті забруднення атмосферного повітря, питної води та продуктів харчування безпороговими токсикантами (нерадіоактивними канцерогенами).

Практична робота передбачає розвиток практичних навичок з оцінки ризику шляхом письмового розв'язання різних ситуативних задач. У кожній задачі запропоновано кілька варіантів вихідних даних, необхідних для виконання обчислень. Також практична робота супроводжується прикладами розрахунку задач подібних типів для того, щоб аспіранти змогли отримати краще розуміння особливостей застосування різних алгоритмів оцінки ризиків.

Практична робота 3

Оцінка ризику загрози здоров'ю за впливу радіації

Мета – ознайомитися з методиками оцінки ризику радіаційного впливу для здоров'я людей у випадку внутрішнього та зовнішнього опромінення.

Практична робота передбачає розвиток практичних навичок з оцінки ризику шляхом письмового розв'язання різних ситуативних задач. У кожній задачі запропоновано кілька варіантів вихідних даних, необхідних для виконання обчислень. Також практична робота супроводжується прикладами розрахунку задач подібних типів для того, щоб аспіранти змогли отримати краще розуміння особливостей застосування різних алгоритмів оцінки ризиків.

Семінари

Семінар 1

Аналіз шляхів міграції забруднюючих речовин від джерела до людини



Мета – поглибити та систематизувати інформацію щодо основних процесів біогеохімічної міграції з метою проведення аналізу шляхів надходження забруднюючих речовин від джерела забруднення до організму людини, який є необхідною складовою ідентифікації небезпеки та визначення експозиції в методиці оцінки ризику.

Семінар 2

Етапи процесу оцінки ризиків ГМО

Мета – ознайомитися з алгоритмом оцінки ризику у випадку інтродукції генетично модифікованих мікроорганізмів і трансгенних рослин у довкілля, проаналізувавши характер дій на кожному з етапів.

Семінар 3

Фактори ризику генетично модифікованих рослин (ГМР) для здоров'я людини, пов'язані з вивільненням їх у довкілля або використанням у господарській діяльності

Мета – навчитися розробляти та аналізувати моделі (алгоритми) оцінки ризику генетично модифікованих рослин для здоров'я людини та довкілля у різних ситуативних випадках на основі аналізу потенційних факторів впливу.

Семінар 4

Екологічний ризик і методологія його оцінки за допомогою біотестування та біоіндикації

Мета – поглибити та систематизувати теоретичні знання щодо методик оцінки екологічного ризику за допомогою застосування методів біотестування та біоіндикації для різних природних середовищ – воли, ґрунту та атмосферного повітря.

Семінар 5

Оцінка ризику: фундаментальні проблеми, виклики та перспективи

Мета – систематизувати та узагальнити знання щодо основних сучасних методів оцінки екологічного ризику, отриманих у результаті вивчення курсу, а також обговорити потенційні виклики та перспективи розвитку існуючих концепцій оцінки ризиків.

Семінарські заняття передбачають як індивідуальні завдання, так і роботу в групах. До кожного семінару надані рекомендації щодо підготовки. Залежно від завдання, на заняттях аспіранти роблять доповіді, презентують результати своєї роботи перед аудиторією, відповідають на питання та беруть участь у обговореннях.

Детальні вказівки щодо підготовки до практичних робіт та семінарських занять розміщено у дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.



Independent work / Самостійна робота

Самостійна робота передбачає самостійне повторення лекційного матеріалу, опрацювання питань програми, які не викладались на лекціях, підготовку до семінарських та практичних занять, колоквіумів або тестування у вільний від аудиторних занять час.

Контроль засвоєння навчального матеріалу під час самостійної роботи проводиться шляхом винесення самостійно засвоєного матеріалу на поточний та підсумковий тестові контролю, колоквіуми та обговорення на семінарських заняттях.

Зміст самостійної роботи:

<p>Тема 1:</p> <p>Ознайомитися з інфомацією щодо наступних питань:</p> <ul style="list-style-type: none">- шляхи міграції забруднюючих речовин від джерела до людини.- інженерний метод; модельний метод; метод експертних оцінок; метод соціального опитування; метод системного аналізу ризику; детерміністичний метод; метод індексів небезпеки; вірогіднісний метод;- методи логічного аналізу: «Дерево подій» (Event Tree Analysis) і «Дерево помилок» (Fault Tree Analysis);- статистичний метод; метод Делфі (DELFI); метод гранично допустимих величин (ГДК);- метод Монте-Карло; метод аналізу Маркова; метод кваліметричного моделювання;- матричні методи: матриця Леопольда, метод карт ризику.
<p>Тема 2:</p> <ul style="list-style-type: none">- ознайомитися з особливостями розрахунку ризику загрози здоров'ю від впливу порогових токсикантів;- ознайомитися з особливостями розрахунку ризику загрози здоров'ю за умови впливу безпорогових токсикантів (нерадіоактивних канцерогенів)
<p>Тема 3:</p> <p>Дослідити сутність наступних понять:</p> <ul style="list-style-type: none">- радіаційний ризик, пов'язаний із внутрішнім та зовнішнім опроміненням;- доза опромінення та дозовий коефіцієнт;- індивідуальний та колективний радіаційні ризики.
<p>Тема 4:</p> <ul style="list-style-type: none">- ознайомитися з основними принципами оцінки ризиків ГМО;- проаналізувати етапи процесу оцінки ризиків;- опрацювати інформацію щодо факторів ризику генетично модифікованих рослин (ГМР)- ознайомитися з алгоритмами оцінки токсичності та алергентності ГМР.
<p>Тема 5:</p> <p>Зібрати та опрацювати інформацію щодо наступних питань:</p> <ul style="list-style-type: none">- реакції біологічних систем на надходження токсикантів;- моделі «доза – ефект» та «час – ефект»;- гострий та хронічний вплив;- летальний та сублетальний вплив;- сучасні методи біотестування та біоіндикації для оцінки забруднення ґрунтового покриву, повітря та поверхневих вод;



Тема 6:

- провести узагальнення та систематизацію набутих знань щодо основних моделей оцінки екологічного ризику;
- підготуватися до колективної дискусії та підсумкового контролю

Детальні вказівки щодо самостійної роботи розміщено в дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.



Final control / Підсумковий контроль

Підсумковий контроль проводиться у вигляді електронного тесту, який містить питання по усім темам навчальної дисципліни. Банк питань включає в себе близько 70 питань закритого типу:

- питання мультिवаріантними відповідями;
- питання на визначення правильності твердження з варіантами відповідей «так» / «ні».

За виконання підсумкового тесту аспірант отримує максимум 40 балів.

Підсумковий тест розміщено в дистанційному курсі на базі платформи MOODLE.



References / Література

- Gov.uk. (2011). Guidelines for environmental risk assessment and management: Green leaves III – Publications – GOV.UK. Available at:
<https://www.gov.uk/government/publications/guidelines-for-environmental-risk-assessment-and-management-green-leaves-iii>
- Guidance of risk assessment of living modified organisms / UNEP/CBD/BS/COP-MOP/6/13/Add.1, July 30, 2012 // Access mode: https://bch.cbd.int/protocol/guidance_risk_assessment,
Date of access: 2020-05-21
- IPCS (2009). Environmental Health Criteria 240. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Geneva, WHO. Access mode:
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44065/WHO_EHC_240_eng.pdf;jsessionid=7FD8A0C07DD5F7521159C2088A39EEBE?sequence=152, Date of access: 2020-05-21
- Meek, M. E., Boobis, A. R., Crofton, K. M., Heinemeyer, G., Raaij, M. V., Vickers, C. (2011) Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, Vol. 60, Issue 2, Supplement, 1 July 2011, pp. S1-S14. . Access mode: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2011.03.010>, Date of access: 2020-05-21
- National Research Council (2009). *Science and Decisions: Advancing Risk Assessment*. Washington, DC: The National Academies Press. Access mode:
<https://doi.org/10.17226/12209>, Date of access: 2020-05-21
- Torres, J., Bobst, S. (2015). *Toxicological Risk Assessment for Beginners*. 250.
- Ваганов П. А. Как рассчитать риск угрозы здоровью из-за загрязнения окружающей среды : задачи с решениями. Спб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2008. 129 с.
- Добровольський В.В. Екологічний ризик: оцінка і управління: навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. П.Могили, 2010. 216 с.
- Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв і др. Х.: НУГЗУ, 2015. 419 с.
- Касьяненко А. А. Современные методы оценки рисков в экологии: учеб. пособ. М. : Изд-во РУДН 2008. 271 с.
- Лисиченко Г.В., Хміль Г.А., Барбашев С.В. Методологія оцінювання екологічних ризиків. Одеса : Астропринт, 2011. 368 с.
- Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ, 2007. 40 с.
- Оценка рисков воздействия ГМО на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом рисков для здоровья человека. Методические рекомендации / Г. В. Мозгова. Минск: Право и экономика, 2014. 58 с.
- Web-sites:**
- EPA. Ecological Risk Assessment : website. Access mode: <https://www.epa.gov/risk/ecological-risk-assessment>, Date of access: 2020-05-21
- Integrated Risk Information System (IRIS) / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). Available at : <http://www.epa.gov/iris>



Access to the course / Доступ до навчальної дисципліни

Усі розроблені матеріали до навчальної дисципліни розміщені у дистанційному курсі на базі платформи MOODLE (<https://dist.karazin.ua/>). Доступ до дистанційного курсу може бути наданий після реєстрації (лист із запитом надсилайте координатору школи в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна).

Супровідні матеріали розміщено також на сайті проєкту INTENSE та на сторінці проєкту на сайті навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: <http://intense.network>, <http://ecology.karazin.ua/mizhnarodna-dijalnist/intense-integrated-doctora/>

Контактні дані:

Координатор INTENSE школи

в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна

Ганна Тітенко, канд.геогр.наук, доц.

Директор навчально-наукового інституту екології

E-mail: titenko@karazin.ua