

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри прикладної
механіки та технологій захисту
навколишнього середовища


_____ Володимир КОЛОСКОВ
(підпис)

“ 25 ” 08 _____ 20 20 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичне моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки»

циклу професійної (вибіркової) підготовки
за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти
галузь знань 18 «Виробництво та технології»
спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
за освітньо-науковою програмою
«Техногенно-екологічна безпека»

Силабус розроблено згідно робочої програми навчальної дисципліни.

Рекомендовано кафедрою прикладної механіки та технологій захисту
навколишнього середовища на:

2020-2021 навчальний рік Протокол від «25» 08 _____ 2020 року № 20

Перезатверджено. Завідувач каф. ПМ та ТЗНС _____ Володимир КОЛОСКОВ
(підпис)

20__-20__ навчальний рік Протокол від «__» _____ 20__ року № __

Перезатверджено. Завідувач каф. ПМ та ТЗНС _____ Володимир КОЛОСКОВ
(підпис)

20__-20__ навчальний рік Протокол від «__» _____ 20__ року № __

2020 рік

1. Анотація

Курс навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки» розроблений для підготовки здобувачів вищої освіти за третім рівнем вищої освіти в галузі знань 18 «Виробництво та технології» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» розроблена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії «Техногенно-екологічна безпека» та покликаний забезпечити теоретичну й практичну основи та усіляко сприяти формуванню у майбутнього науковця з техногенно-екологічної безпеки системи теоретичних знань і практичних навичок у вказаній сфері професійної діяльності.

Важливою складовою курсу є вивчення теоретичних основ й практичних аспектів математичного моделювання та результатів його застосування щодо систем забезпечення техногенно-екологічної безпеки та процесів у них.

При цьому кінцевим результатом навчання виступає набуття здобувачами вищої освіти практичних навичок створення нових і вдосконалення існуючих математичних моделей процесів у системах забезпечення техногенно-екологічної безпеки та їх практичного застосування для вирішення задач у галузі технологій захисту навколишнього середовища.

Стратегічно вищезначену глобальну ціль у цьому курсі занять досягають шляхом послідовної реалізації наступних кроків: вивчення теоретичних основ математичного моделювання, ознайомлення з практичними аспектами та результатами застосування математичного моделювання процесів у системах забезпечення техногенно-екологічної безпеки.

2. Інформація про викладача

Загальна інформація	Кондратенко Олександр Миколайович, доцент кафедри прикладної механіки та технологій захисту навколишнього середовища факультету техногенно-екологічної безпеки, кандидат технічних наук, доцент.
Контактна інформація	м. Харків, вул. Чернишевська, 94, кабінет № 604. Робочий номер телефону – 707-34-07.
E-mail	kondratenko@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси*	– екологічна безпека процесу експлуатації енергоустановок з поршнеvim ДВЗ; – критеріальне оцінювання показників рівня екологічної безпеки; – матеріалознавство у галузі наноматеріалів та напівпровідників; – технології захисту навколишнього середовища від газоподібних та аерозольних викидів транспорту;

	<ul style="list-style-type: none"> – метрологічні аспекти оцінювання показників рівня екологічної безпеки; – прикладна механіка текучих середовищ у технологіях захисту навколишнього середовища; – актуальні питання пакувальної індустрії
Професійні здібності*	<ul style="list-style-type: none"> – навички аналізу науково-технічної, довідникової, нормативної та патентної літератури; – навички аналітичних (розрахунки та моделювання) досліджень, пов'язаних з критеріальним оцінюванням показників рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергоустановок з поршнеvim ДВЗ; – навички експериментальних досліджень, пов'язаних з визначенням техніко-економічних та екологічних показників роботи енергоустановок з поршнеvim ДВЗ; – проектування та побудова випробувальних стендів, експериментальних діючих зразків, комплексів засобів вимірювальної техніки

* – заповнюється за бажанням НПП.

3. Час та місце проведення занять з навчальної дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру щочетверга з 15.30 до 16.30 в кабінеті № 607. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити: технології захисту доквілля.

Постреквізити: методи моніторингу стану доквілля, технології і методи контролю показників якості доквілля. Знання, отримані під час засвоєння навчальної дисципліни, потрібні при виконанні дисертації доктора філософії, зокрема при організації експериментальних досліджень за темою дисертації.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни: формування вмій та навичок прикладного використання інформації з математичною обробкою, отриманої в результаті досліджень. Отримання знань в області використання методів моделюва-

ння систем.

Основні завдання вивчення дисципліни:

- виробити чітке уявлення про принципи моделювання процесів і систем використання ресурсів;
- сформувати знання про методи математичного моделювання;
- розвинути вміння застосовувати теоретичні знання й практичні навички в розробці й застосуванні математичних моделей для аналізу й прогнозування стану ресурсів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки» здобувач вищої освіти повинен отримати:

знання:

- основних термінів і понять, що застосовуються в межах означеного курсу;
- основні принципи побудови та використання базових математичних моделей;
- загальні принципи моделювання процесів в навколишньому середовищі;
- різновиди існуючих моделей та області їх використання;

уміння:

- самостійно застосовувати отримані знання, виконувати практичні роботи, працювати з науково-методичною літературою;
- формувати структуру моделі;

навички:

- аналіз систем та процесів техногенно-екологічної безпеки;
- аналіз номенклатури та особливостей математичних апаратів, на основі яких можна побудувати математичну модель;
- отримання вихідних даних для побудови математичних моделей систем та процесів техногенно-екологічної безпеки;
- побудова математичних моделей систем та процесів техногенно-екологічної безпеки;
- аналіз можливостей здійснення наукових досліджень з використанням побудованих математичних моделей.

Повинні бути сформовані наступні професійні *компетентності*:

- здатність до використання комп'ютерних технологій при застосуванні методології системного аналізу в процесі дослідження і розв'язання конкретних задач;
- здатність використовувати методи системного аналізу та побудови формальних моделей складних систем;
- здатність аналізувати, оптимізувати й застосовувати сучасні інформаційні технології під час рішення наукових завдань;
- здатність використовувати математичні знання для статистичної обробки даних спостережень за станом довкілля та моделювання явищ і процесів, що відбуваються в ньому.

Результати навчання:

– пояснювати процеси впливу небезпечних факторів техногенно-екологічної безпеки на навколишнє природне середовище; застосовувати теорії захисту людини, матеріальних цінностей і довкілля від впливу небезпечних факторів техногенно-екологічної безпеки, знання математичних та природничих наук у сфері професійної діяльності;

– застосовувати невербальні методи спілкування; здійснювати пошук нової інформації; навчати працівників об'єкту і населення з питань забезпечення техногенно-екологічної безпеки; проводити заняття з особовим складом підрозділу; доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення та власний досвід у сфері професійної діяльності.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Денна форма навчання
Рік підготовки	3-й
Семестр	1-й
Обсяг кредитів ЄКТС	5
Загальна кількість годин	150 год.
Лекції	34 год.
Практичні, семінарські	40 год.
Лабораторні	0 год.
Самостійна робота	76 год.
Вид підсумкового контролю	екзамен

6. Календарно-тематичний план викладання дисципліни

Тривалість академічної години в Університеті становить 40 хвилин. Дві академічні години утворюють пару академічних годин, що триває 80 хвилин без перерви.

Тиждень навчання	Тема та її зміст	Вид навчальних занять
1 семестр (20 тижнів)		
Модульний контроль № 1		
«Основи побудови математичних моделей»		
1-2	Тема 1.1. Задачі, методи та процес моделювання. Поняття моделі. Загальна структура моделі. Способи побудови моделей. Фізичні та нефізичні моделі. Задача моделювання. Задача управління. Задача ідентифікації.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.

	<p>Задача оптимізації. Задача прогнозування. Процес моделювання. Мета моделювання. Формалізація моделі. Створення моделі. Дослідження моделі. Аналіз результатів моделювання. Системний підхід до побудови моделей. Опис системи. Концептуальні моделі. Методи збору інформації та даних систем. Ідентифікація закону розподілу. Послідовність дій, що виконують для ідентифікації закону розподілу випадкової величини. Закони розподілу неперервних випадкових величин. Апроксимація функціональної залежності.</p>	
3-4	<p>Тема 1.2. Предмет і завдання моделювання стану довкілля. Види й особливості моделювання. Предметне моделювання Класифікація моделей і видів моделювання. Класифікація в залежності від характеру відображуваних властивостей об'єкта. Класифікація в залежності від способу побудови моделі. Класифікація в залежності від складності об'єкта моделювання. Класифікація в залежності від оператора моделі. Класифікація в залежності від параметрів. Класифікація в залежності від мети моделювання. Класифікація в залежності від методів дослідження. Аналогове моделювання. Приклади аналогового моделювання. Фізичне моделювання. Приклади предметного моделювання. Знакове моделювання. Знакова модель. Найважливіші різновиди знакового моделювання. Стохастичне моделювання. Графічне моделювання Основні фактор, що враховуються при екологічному моделюванні. Принципи екологічного моделювання.</p>	<p>Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.</p>
5-6	<p>Тема 1.3. Аналітичне моделювання. Припущення аналітичної моделі. Аналітичне моделювання розімкнутих мереж масового обслуговування. Вхідні і вихідні змінні аналітичної моделі. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання розімкнутої мережі масового обслуговування. Аналітичне моделювання замкнутих мереж масового обслуговування. Вхідні і вихідні змінні аналітичної моделі. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання замкнутої мережі масового обслуговування. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі.</p>	<p>Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.</p>
7-8	<p>Тема 1.4. Імітаційне моделювання. Генератори випадкових величин. Способи генерування випадкових величин. Емпіричні тести. Теоретичні</p>	<p>Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год</p>

	тести. Методи генерування випадкової величини із заданим розподілом. Алгоритми імітації процесів функціонування дискретних систем. Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування. Імітаційне моделювання мережі Петрі з часовими затримками. Імітаційне моделювання мережі Петрі з конфліктними переходами. Імітаційне моделювання мережі Петрі з багатоканальними переходами.	СР – 2 год.
9-12	Тема 1.5. Етапи побудови математичних моделей. Обстеження об'єкта моделювання. Поняття «замовник». Основна мета дослідження об'єкту моделювання. Змістовна постановка задачі. Основа змістової моделі. Концептуальна постановка задачі. Концептуальна модель. Фазовий простір системи. Математична постановка задачі. Оператор моделі. Контроль закономірностей. Контроль порядків. Контроль характеру залежностей. Контроль законів збереження. Контроль екстремальних ситуацій. Контроль граничних умов. Контроль математичної замкнутості. Вибір і обґрунтування методу розв'язання задач. Аналітичні методи розв'язання задач. Алгоритмічні методи розв'язання задач.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
	Тема 1.6. Моделювання, як методологія пізнання. Об'єкт пізнання. Моделювання. Основа методу моделювання. Якісна аналогія. Кількісна аналогія. Метод аналогії. Особливості моделювання в екології. Внутрішні фактори. Принцип системності. Принцип багатомодельного опису. Принцип єдності формалізованого і неформалізованого опису. Принцип визнання фундаментальності екологічних процесів. Принцип єдності теорії і практики.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
	Тема 1.7. Поняття математичної моделі. Завдання моделювання. Основні принципи і прийоми математичного моделювання. Поняття «модель». Традиційні підходи до одержання математичних моделей у дослідницькій. Основні види математичних моделей, використовувані при описі екологічних процесів. Загальна характеристика імітаційних моделей.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
	Тема 1.8. Основні рівняння переносу та дифузії. Рівняння переносу домішок в атмосфері. Єдиність рішення. Стационарне рівняння розповсюдження субстанцій. Дифузійне наближення. Єдність рішення. Перенос та дифузія важких аерозолів.	
	Тема 1.9. Оптимальне розміщення промислових підприємств.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год.

	Постановка задачі. Суміжне рівняння та проблема оптимізації. Багатокритеріальна задача оптимізації. Проблема мінімаксу. Узагальнена задача оптимізації розміщення промислового підприємства. Математичні проблеми оптимізації викидів діючих підприємств. Постановка задачі. Рівняння дифузії субстанцій. Оптимізація за допомогою основних рівнянь. Оптимізація за допомогою суміжної задачі. Тотожність Лагранжа. Теорія збурень. Найпростіший випадок теорії збурень.	Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
12	Модульна контрольна робота № 1	ПЗ – 6 год. СР – 26 год.
Модульний контроль № 2 «Моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки»		
13-15	Тема 2.1. Джерела антропогенного забруднення повітря. Фізичне моделювання процесів забруднення повітряного середовища. Натуральне моделювання. Варіанти проведення фізичного експерименту: Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Модель масоперенесення домішки в повітряному середовищі. Моделювання тривимірного перенесення домішки в атмосфері. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами. Диференційне рівняння. Перенос домішок в атмосфері та зворотні зв'язки. Рівняння балансу домішок. Основні процеси та фактори визначення розповсюдження домішок в атмосфері. Процеси турбулентної дифузії. Атмосферна турбулентність. Конвективна турбулентність. Механічна турбулентність. Процеси адвекції. Стійкість атмосфери. Інверсія.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
16-17	Тема 2.2. Моделі розповсюдження забруднюючих речовин у поверхневих водах. Початкове та основне розбавлення стічних вод. Кратність розбавлення. Методи розрахунку кратності початкового розбавлення. методи розрахунку кратності основного розбавлення. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у водойми та моря. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у річки. Метод Фролова-Родзилера. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
18-19	Тема 2.3. Математичні моделі розрахунку вітрових течій в околицях моря та замкнутих водоймах. Спектральна проблема та рішення задачі динаміки	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год

	моря та океану. Модель стаціонарних вітрових та термохалінних циркуляцій. Нестаціонарна нелінійна модель морських та океанічних течій. Нестаціонарна модель динаміки морських та океанічних течій на основі повних рівнянь.	СР – 2 год.
19-20	Тема 2.4. Соціоекологічна роль ґрунтів і завдання їхнього збереження. Глобальні функції ґрунтів. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів з метою аналізу і мінімізації антропогенного впливу. Моделювання процесів меліоративного впливу з метою недопущення розвитку негативних процесів і деградації ґрунтів. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи аналізу ефективності соціальної функції ґрунтів, визначення раціональних ресурсозберегаючих і екологічно безпечних технологій для ефективного природокористування. Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів. Дифузія в ґрунті і донних відкладах.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
	Тема 2.5. Моделювання стану довкілля при аваріях. Прогнозування забруднення атмосфери при аварійному викиді небезпечної речовини. Прогнозування впливу вибухів на об'єкти. Розрахунок теплового випромінювання вогняної кулі. Прогнозування величини підвищеного тиску при вибуху в приміщенні. Моделювання ступеня забруднення повітря в робочому приміщенні після аварії. Моделювання радіоактивного забруднення атмосфери при аваріях на АЕС.	Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год.
20	Модульна контрольна робота № 2	ПЗ – 6 год. СР – 26 год.
Всього		150 годин

Примітка: Лек. – лекція; ПЗ – практичне заняття; Лаб.3 – лабораторне заняття; Сем. – семінарське заняття; МКР – модульна контрольна робота; СР – самостійна робота.

Список рекомендованої літератури

Базова

1. Стеценко І.В. Моделювання систем / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.
2. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 320 с.
3. Авдин В.В. Математическое моделирование экосистем / В.В. Авдин. –

- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 80 с.
4. Проскурнін О.А. Курс лекцій. Математичне моделювання процесів забруднення компонентів навколишнього природного середовища. / О.А. Проскурнін. – Х.: УКРНДІЕП, 2016. – 59 с.
 5. Брук В.В., Берешко И.Н. Математические модели в экологии. Ч.2 / В.В. Брук, И.Н. Берешко. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 68 с.
 6. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. – 519 с.

Допоміжна

7. Освітньо-наукова програма вищої освіти «Техногенно-екологічна безпека». Галузь знань 18 «Виробництво та технології». Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / Уклад. В.Ю. Колосков, В.А. Андронов, О.М. Кондратенко, Є.О. Рибка. –Х.: НУЦЗ України. –25 с.

7. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання з дисципліни «Математичне моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки» здійснюється за накопичувальною бально-рейтинговою системою, основною метою якої є регулярна й комплексна оцінка результатів навчальної діяльності та сформованості компетентностей.

Оцінювання компетентностей здобувачів здійснюється з використанням трьох шкал:

перша – національна (традиційна) – 4-бальна (чотирибальна);

друга – рейтингова шкала оцінювання – ЄКТС;

третья – накопичувальна шкала – 100-бальна.

Порядок накопичування навчальних балів за 100-бальною шкалою

Вид навчальної роботи	Кількість	Максимальний бал за вид навчальної роботи	Загальна максимальна сума балів
I. Поточний контроль			
Модуль № 1	Лекції	9	0
	Практичні заняття*	12	0
	Лабораторні заняття*	0	3
	Тестовий контроль (OpenTest)*	1	10
	Модульна контрольна робота*	1	20
Разом за модуль № 1			30

Модуль № 2	Лекції	5	0	0
	Практичні заняття*	8	0	0
	Тестовий контроль (OpenTest)*	1	10	10
	Модульна контрольна робота*	1	20	20
Разом за модуль № 2				30
Разом за поточний контроль				60
II. Конспект лекцій з дисципліни				0
III. Письмовий екзамен				40
Разом за всі види навчальної роботи				100

* – обов'язкові види навчального контролю.

Підсумкова оцінка формується з урахуванням результатів:

- поточного контролю роботи здобувача впродовж семестру;
- підсумкового контролю успішності.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Тестовий контроль є складовою поточного контролю і здійснюється через відповіді на тестові завдання у системі OpenTest в межах окремого практичного заняття.

Кожен варіант тестового контролю складається з 25 питань, сформованих у тестовій формі. Відповіді надаються шляхом вибору вірної відповіді серед наданих системою проведення тестування варіантів.

Порядок оцінювання знань здобувачів при виконанні тестового контролю (оцінюється в діапазоні від 0 до 10 балів):

оцінка у балах розраховується за формулою

$$\text{Оцінка у балах} = \frac{\text{Кількість вірних відповідей} \times 4}{10}$$

з округленням отриманого результату до найближчого цілого значення.

Модульна контрольна робота є складовою поточного контролю і здійснюється через виконання самостійної письмової роботи та перевіряється під час проведення останнього практичного заняття в межах окремого залікового модуля.

Кожен варіант модульної контрольної роботи складається з двох теоретичних питань. Теоретичне питання оцінюється за повнотою відповіді.

Критерії оцінювання знань здобувачів при виконанні модульних контрольних робіт (оцінюється в діапазоні від 0 до 20 балів):

20 балів – вірно виконані всі завдання з дотриманням всіх вимог до виконання;

10-19 балів – вірно виконані всі завдання, але недостатнє обґрунтування відповіді, допущені незначні граматичні чи стилістичні помилки;

1-9 балів – виконано лише одне завдання;

0 балів – відповідь відсутня.

Перелік варіантів для виконання модульної контрольної роботи № 1:

Варіант № 1

1. Поняття моделі. Загальна структура моделі.
2. Вхідні і вихідні змінні аналітичної моделі.

Варіант № 2

1. Способи побудови моделей. Фізичні та нефізичні моделі.
2. Вхідні і вихідні змінні аналітичної моделі.

Варіант № 3

1. Задача моделювання. Задача управління.
2. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання замкнутої мережі масового обслуговування.

Варіант № 4

1. Задача ідентифікації. Задача оптимізації.
2. Аналітичне моделювання розімкнутих мереж масового обслуговування.

Варіант № 5

1. Задача прогнозування. Процес моделювання.
2. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі.

Варіант № 6

1. Мета моделювання. Формалізація моделі.
2. Генератори випадкових величин. Способи генерування випадкових величин.

Варіант № 7

1. Створення моделі. Дослідження моделі.
2. Емпіричні тести. Теоретичні тести.

Варіант № 8

1. Аналіз результатів моделювання.
2. Методи генерування випадкової величини із заданим розподілом.

Варіант № 9

1. Системний підхід до побудови моделей. Опис системи.
2. Алгоритми імітації процесів функціонування дискретних систем.

Варіант № 10

1. Концептуальні моделі.
2. Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування.

Варіант № 11

1. Методи збору інформації та даних систем.
2. Імітаційне моделювання мережі Петрі з часовими затримками.

Варіант № 12

1. Ідентифікація закону розподілу. Закони розподілу неперервних випадкових величин.
2. Імітаційне моделювання мережі Петрі з конфліктними переходами.

Варіант № 13

1. Апроксимація функціональної залежності.
2. Імітаційне моделювання мережі Петрі з багатоканальними переходами.

Варіант № 14

1. Види й особливості моделювання. Предметне моделювання.
2. Обстеження об'єкта моделювання. Поняття «замовник».

Варіант № 15

1. Класифікація моделей і видів моделювання.
2. Основна мета дослідження об'єкту моделювання. Фазовий простір системи.

Варіант № 16

1. Класифікації в залежності від характеру відображуваних властивостей об'єкта, від способу побудови моделі та від складності об'єкта моделювання.
2. Змістовна постановка задачі. Основа змістової моделі.

Варіант № 17

1. Класифікації в залежності від оператора моделі, від параметрів, від мети моделювання та від методів дослідження.
2. Концептуальна постановка задачі. Концептуальна модель.

Варіант № 18

1. Аналогове моделювання. Приклади аналогового моделювання.
2. Математична постановка задачі. Оператор моделі.

Варіант № 19

1. Фізичне моделювання. Приклади предметного моделювання.
2. Контроль закономірностей. Контроль порядків. Контроль характеру залежностей.

Варіант № 20

1. Знакове моделювання. Знакова модель. Найважливіші різновиди знакового моделювання.
2. Контроль законів збереження. Контроль екстремальних ситуацій. Контроль граничних умов. Контроль математичної замкнутості.

Варіант № 21

1. Стохастичне моделювання.
2. Вибір і обґрунтування методу розв'язання задач. Аналітичні методи розв'язання задач. Алгоритмічні методи розв'язання задач.

Варіант № 22

1. Графічне моделювання.
2. Об'єкт пізнання. Моделювання. Основа методу моделювання.

Варіант № 23

1. Принципи екологічного моделювання.
2. Якісна аналогія. Кількісна аналогія. Метод аналогії.

Варіант № 24

1. Припущення аналітичної моделі.
2. Особливості моделювання в екології. Внутрішні фактори.

Варіант № 25

1. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання розімкнутої мережі масового обслуговування.
2. Принцип системності. Принцип багатомодельного опису. Принцип єдності формалізованого і неформалізованого опису.

Варіант № 26

1. Аналітичне моделювання замкнутих мереж масового обслуговування.
2. Принцип визнання фундаментальності екологічних процесів. Принцип єдності теорії і практики.

Перелік варіантів для виконання модульної контрольної роботи № 2:

Варіант № 1

1. Фізичне моделювання процесів забруднення повітряного середовища.
2. Дифузія в ґрунті і донних відкладах.

Варіант № 2

1. Натуральне моделювання.
2. Прогнозування забруднення атмосфери при аварійному викиді небезпечної речовини.

Варіант № 3

1. Варіанти проведення фізичного експерименту.
2. Прогнозування впливу вибухів на об'єкти.

Варіант № 4

1. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
2. Розрахунок теплового випромінювання вогняної кулі.

Варіант № 5

1. Модель масоперенесення домішки в повітряному середовищі.
2. Прогнозування величини підвищеного тиску при вибуху в приміщенні.

Варіант № 6

1. Моделювання тривимірного перенесення домішки в атмосфері.
2. Моделювання ступеня забруднення повітря в робочому приміщенні після аварії.

Варіант № 7

1. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами.
2. Моделювання радіоактивного забруднення атмосфери при аваріях на АЕС.

Варіант № 8

1. Перенос домішок в атмосфері та зворотні зв'язки. Рівняння балансу домішок.
2. Завдання моделювання. Основні принципи і прийоми математичного моделювання.

Варіант № 9

1. Основні процеси та фактори визначення розповсюдження домішок в атмосфері.
2. Поняття «модель». Традиційні підходи до одержання математичних моделей у дослідницькій роботі.

Варіант № 10

1. Процеси турбулентної дифузії. Атмосферна турбулентність. Конвективна турбулентність. Механічна турбулентність.
2. Основні види математичних моделей, використовувани при описі екологічних процесів.

Варіант № 11

1. Процеси адвекції. Стійкість атмосфери. Інверсія.
2. Загальна характеристика імітаційних моделей.

Варіант № 12

1. Початкове та основне розбавлення стічних вод. Кратність розбавлення.
2. Рівняння переносу домішок в атмосфері.

Варіант № 13

1. Методи розрахунку кратності початкового розбавлення.
2. Стаціонарне рівняння розповсюдження субстанцій.

Варіант № 14

1. Методи розрахунку кратності основного розбавлення.
2. Дифузійне наближення. Едність рішення.

Варіант № 15

1. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у водойми та моря.
2. Перенос та дифузія важких аерозолів.

Варіант № 16

1. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у ріки.
2. Оптимальне розміщення промислових підприємств.

Варіант № 17

1. Метод Фролова-Родзилера. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах.
2. Суміжне рівняння та проблема оптимізації.

Варіант № 18

1. Спектральна проблема та рішення задачі динаміки моря та океану.
2. Багатокритеріальна задача оптимізації. Проблема мінімаксу.

Варіант № 19

1. Модель стаціонарних вітрових та термохалінних циркуляцій.
2. Узагальнена задача оптимізації розміщення промислового підприємства.

Варіант № 20

1. Нестационарна нелінійна модель морських та океанічних течій.
2. Математичні проблеми оптимізації викидів діючих підприємств.

Варіант № 21

1. Нестационарна модель динаміки морських та океанічних течій на основі

повних рівнянь.

2. Рівняння дифузії субстанцій.

Варіант № 22

1. Глобальні функції ґрунтів.

2. Оптимізація за допомогою основних рівнянь.

Варіант № 23

1. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів з метою аналізу і мінімізації антропогенного впливу.

2. Оптимізація за допомогою суміжної задачі.

Варіант № 24

1. Моделювання процесів меліоративного впливу з метою недопущення розвитку негативних процесів і деградації ґрунтів.

2. Тотожність Лагранжа.

Варіант № 25

1. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи ефективного природокористування.

2. Теорія збурень.

Варіант № 26

1. Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів.

2. Найпростіший випадок теорії збурень.

Підсумковий контроль успішності проводиться з метою оцінки результатів навчання на завершальному етапі, проводиться у вигляді письмового екзамену.

Кожен варіант письмового завдання складається з трьох теоретичних питань та одного практичного завдання. Виконання практичного завдання повинно містити: *аналіз особливостей модельованого процесу шкідливого впливу на компонент НПС чи процесу захисту від такого впливу, вибір та аналіз особливостей математичного апарату для моделювання процесу, встановлення граничних на початкових умов моделі, вибір набору вихідних даних для моделювання, описання та аналіз результатів моделювання, висновки за виконаним завданням.* Теоретичне питання оцінюється за повнотою відповіді.

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені (оцінюється від 0 до 40 балів):

30-40 балів – в повному обсязі здобувач володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкрив зміст теоретичного питання, правильно розв'язав практичне завдання з повним дотриманням вимог до виконання;

16-29 бали – достатньо повно володіє навчальним матеріалом, в основному розкрито зміст теоретичного питання. При наданні відповіді на деякі питання не вистачає достатньої глибини та аргументації, при цьому є несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішене практичне завдання;

11-15 балів – в цілому володіє навчальним матеріалом, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішені практичне завдання;

6-10 балів – не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Недостатньо розкриті зміст теоретичного питання та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності. Практичне завдання вирішене частково;

1-5 балів – частково володіє навчальним матеріалом, відповіді загальні, допущено при цьому суттєві помилки. Практичне завдання вирішене частково;

0 балів – не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичного питання та практичних завдань. Не вирішив практичного завдання.

Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:

Модуль 1

1. Поняття моделі. Загальна структура моделі.
2. Вхідні і вихідні змінні аналітичної моделі.
3. Способи побудови моделей. Фізичні та нефізичні моделі.
4. Вхідні і вихідні змінні аналітичної моделі.
5. Задача моделювання. Задача управління.
6. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання замкнутої мережі масового обслуговування.
7. Задача ідентифікації. Задача оптимізації.
8. Аналітичне моделювання розімкнутих мереж масового обслуговування.
9. Задача прогнозування. Процес моделювання.
10. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі.
11. Мета моделювання. Формалізація моделі.
12. Генератори випадкових величин. Способи генерування випадкових величин.
13. Створення моделі. Дослідження моделі.
14. Емпіричні тести. Теоретичні тести.
15. Аналіз результатів моделювання.
16. Методи генерування випадкової величини із заданим розподілом.
17. Системний підхід до побудови моделей. Опис системи.
18. Алгоритми імітації процесів функціонування дискретних систем.
19. Концептуальні моделі.
20. Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування.
21. Методи збору інформації та даних систем.
22. Імітаційне моделювання мережі Петрі з часовими затримками.
23. Ідентифікація закону розподілу. Закони розподілу неперервних випадкових величин.

24. Імітаційне моделювання мережі Петрі з конфліктними переходами.
25. Апроксимація функціональної залежності.
26. Імітаційне моделювання мережі Петрі з багатоканальними переходами.
27. Види й особливості моделювання. Предметне моделювання.
28. Обстеження об'єкта моделювання. Поняття «замовник».
29. Класифікація моделей і видів моделювання.
30. Основна мета дослідження об'єкту моделювання. Фазовий простір системи.
31. Класифікації в залежності від характеру відображуваних властивостей об'єкта, від способу побудови моделі та від складності об'єкта моделювання.
32. Змістовна постановка задачі. Основа змістової моделі.
33. Класифікації в залежності від оператора моделі, від параметрів, від мети моделювання та від методів дослідження.
34. Концептуальна постановка задачі. Концептуальна модель.
35. Аналогове моделювання. Приклади аналогового моделювання.
36. Математична постановка задачі. Оператор моделі.
37. Фізичне моделювання. Приклади предметного моделювання.
38. Контроль закономірностей. Контроль порядків. Контроль характеру залежностей.
39. Знакове моделювання. Знакова модель. Найважливіші різновиди знакового моделювання.
40. Контроль законів збереження. Контроль екстремальних ситуацій. Контроль граничних умов. Контроль математичної замкнутості.
41. Стохастичне моделювання.
42. Вибір і обґрунтування методу розв'язання задач. Аналітичні методи розв'язання задач. Алгоритмічні методи розв'язання задач.
43. Графічне моделювання.
44. Об'єкт пізнання. Моделювання. Основа методу моделювання.
45. Принципи екологічного моделювання.
46. Якісна аналогія. Кількісна аналогія. Метод аналогії.
47. Припущення аналітичної моделі.
48. Особливості моделювання в екології. Внутрішні фактори.
49. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання розімкнутої мережі масового обслуговування.
50. Принцип системності. Принцип багатомодельного опису. Принцип єдності формалізованого і неформалізованого опису.
51. Аналітичне моделювання замкнутих мереж масового обслуговування.
52. Принцип визнання фундаментальності екологічних процесів. Принцип єдності теорії і практики.

Модуль 2

1. Фізичне моделювання процесів забруднення повітряного середовища.
2. Дифузія в ґрунті і донних відкладах.
3. Натуральне моделювання.

4. Прогнозування забруднення атмосфери при аварійному викиді небезпечної речовини.
5. Варіанти проведення фізичного експерименту.
6. Прогнозування впливу вибухів на об'єкти.
7. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
8. Розрахунок теплового випромінювання вогняної кулі.
9. Модель масоперенесення домішки в повітряному середовищі.
10. Прогнозування величини підвищеного тиску при вибуху в приміщенні.
11. Моделювання тривимірного перенесення домішки в атмосфері.
12. Моделювання ступеня забруднення повітря в робочому приміщенні після аварії.
13. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами.
14. Моделювання радіоактивного забруднення атмосфери при аваріях на АЕС.
15. Перенос домішок в атмосфері та зворотні зв'язки. Рівняння балансу домішок.
16. Завдання моделювання. Основні принципи і прийоми математичного моделювання.
17. Основні процеси та фактори визначення розповсюдження домішок в атмосфері.
18. Поняття «модель». Традиційні підходи до одержання математичних моделей у дослідницькій роботі.
19. Процеси турбулентної дифузії. Атмосферна турбулентність. Конвективна турбулентність. Механічна турбулентність.
20. Основні види математичних моделей, використовувані при описі екологічних процесів.
21. Процеси адвекції. Стійкість атмосфери. Інверсія.
22. Загальна характеристика імітаційних моделей.
23. Початкове та основне розбавлення стічних вод. Кратність розбавлення.
24. Рівняння переносу домішок в атмосфері.
25. Методи розрахунку кратності початкового розбавлення.
26. Стаціонарне рівняння розповсюдження субстанцій.
27. Методи розрахунку кратності основного розбавлення.
28. Дифузійне наближення. Едність рішення.
29. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у водойми та моря.
30. Перенос та дифузія важких аерозолів.
31. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у річки.
32. Оптимальне розміщення промислових підприємств.
33. Метод Фролова-Родзилера. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах.
34. Суміжне рівняння та проблема оптимізації.

35. Спектральна проблема та рішення задачі динаміки моря та океану.
36. Багатокритеріальна задача оптимізації. Проблема мінімаксу.
37. Модель стаціонарних вітрових та термохалінних циркуляцій.
38. Узагальнена задача оптимізації розміщення промислового підприємства.
39. Нестаціонарна нелінійна модель морських та океанічних течій.
40. Математичні проблеми оптимізації викидів діючих підприємств.
41. Нестаціонарна модель динаміки морських та океанічних течій на основі повних рівнянь.
42. Рівняння дифузії субстанцій.
43. Глобальні функції ґрунтів.
44. Оптимізація за допомогою основних рівнянь.
45. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів з метою аналізу і мінімізації антропогенного впливу.
46. Оптимізація за допомогою суміжної задачі.
47. Моделювання процесів меліоративного впливу з метою недопущення розвитку негативних процесів і деградації ґрунтів.
48. Тотожність Лагранжа.
49. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи ефективного природокористування.
50. Теорія збурень.
51. Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів.
52. Найпростіший випадок теорії збурень.

Характеристика практичного завдання на екзамені:

Аналіз особливостей модельованого процесу шкідливого впливу на компонент НПС чи процесу захисту від такого впливу, вибір та аналіз особливостей математичного апарату для моделювання процесу, встановлення граничних на початкових умов моделі, вибір набору вихідних даних для моделювання, описання та аналіз результатів моделювання, висновки за виконаним завданням.

Отримані здобувачем бали за накопичувальною 100-бальною шкалою оцінювання знань переводяться у національну шкалу та в рейтингову шкалу ЄКТС згідно з таблицею.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами з навчальної дисципліни

Накопичувальна 100-бальна шкала	Рейтингова шкала ЄКТС	Національна шкала
90–100	А	відмінно
80–89	В	добре
65–79	С	

55–64	D	задовільно
50–54	E	
35–49	FX	незадовільно
0–34	F	

9. Політика викладання навчальної дисципліни

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

2. Сумлінне виконання розкладу занять з навчальної дисципліни (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

3. З навчальною метою під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з дозволу викладача.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

5. При виконанні індивідуальної самостійної роботи до захисту допускаються модульні контрольні роботи, які виконані лише за власним варіантом, виданим кожному здобувачеві окремо, містять не менше 60 % оригінального тексту при перевірці на плагіат.

6. Системне використання під час навчання принципів гендерної рівності та недискримінації. Формування та розвиток у здобувачів вищої освіти уявлення про рівність прав та можливостей, неповторність особистості кожної людини.

Розробник:
доцент кафедри
прикладної механіки та технологій
захисту навколишнього середовища



Олександр КОНДРАТЕНКО