

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


(підпис) Володимир КОЛОСКОВ

“ 25 ” 08 2020 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Математичне моделювання розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі»

циклу професійної (обов'язкової) 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 розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі» 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 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 процесу та картини розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі у локальному (на прикладі України та окремих її регіонів) та глобальному (всесвітньому) масштабі.

При цьому кінцевим результатом навчання виступає набуття здобувачами вищої освіти практичних навичок створення нових і вдосконалення існуючих математичних моделей процесів розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі та їх практичного застосування для вирішення задач у галузі технологій захисту навколишнього середовища.

Стратегічно вищеозначену 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 розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі у локальному та глобальному масштабі.

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; |

| | |
|-----------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> – технології захисту навколишнього середовища від газоподібних та аерозольних викидів транспорту; – метеорологічні 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 довкілля.

Постреквізити: методи моніторингу стану довкілля, технології і методи контролю показників якості довкілля. 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: отримання теоретичних знань і практичних навичок у галузі розрахункових методів і моделей, що найширше використовуються у моделюванні процесів під впливом природних та антропогенних чинників у довкіллі.

Основні завдання вивчення дисципліни:

- продемонструвати різні методи математичного моделювання;
- ознайомити з найбільш поширеними математичними методами рішення задач;
- формування теоретичних та практичних навичок в галузі математичного моделювання реальних розповсюдження шкідливих домішок у довкіллі.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Математичне моделювання розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі» здобувач вищої освіти повинен отримати:

знання:

- основних принципів побудови та використання базових математичних моделей;
- загальних принципів моделювання процесів в навколишньому середовищі;
- різновидів існуючих моделей та області їх використання;
- основні математичні моделі розрахунку розповсюдження шкідливих домішок у довкіллі;

уміння:

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

навички:

- аналіз процесів розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі;
- аналіз номенклатури та особливостей математичних апаратів, на основі яких можна побудувати математичну модель;
- отримання вихідних даних для побудови математичних моделей таких процесів;
- побудова математичних моделей процесів розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі;
- 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 | 1-й |
| Семестр | 2-й |
| Обсяг кредитів ЄКТС | 3 |
| Загальна кількість годин | 90 год. |
| Лекції | 20 год. |
| Практичні, семінарські | 24 год. |
| Лабораторні | 0 год. |
| Самостійна робота | 46 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 «Теорія моделювання» | | |
| 1-2 | <p>Тема 1.1. Основні поняття та положення математичного моделювання. Поняття моделі. Призначення моделей. Їх класифікація. Поняття «моделювання». Мета моделювання. Класифікація моделей. Матеріальне моделювання. Фізичне моделювання. Аналогове моделювання. Ідеальне (абстракте) моделювання. Наукове моделювання. Поняття «теорія» і «модель». Інтуїтивне (неформалізоване) моделювання. Основні вимоги до моделей. Властивості моделей. Вимоги до суб'єкта моделювання.</p> | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |
| 3-4 | <p>Тема 1.2. Математичні моделі. Поняття математичної моделі. Класифікація математичних моделей. 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. Вимоги до математичної моделі. Основні принципи і прийоми математичного моделювання. Основні види математичного моделювання.</p> | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |
| 5-6 | <p>Тема 1.3. Принципи математичного моделювання. Простіші моделі. Основні підходи до їх побудови. Використання фундаментальних законів природи. Закон збереження енергії. Закон збереження маси. Закон збереження імпульсу. Використання варіаційних принципів. Застосування аналогій при побудові моделей. Модель Мальтуса. Знаходження критеріїв подібності явищ за наявності математичної моделі. Теорія подібності. Правило заміщення. Теорема подібності. Знаходження критеріїв подібності явищ за відсутності математичної моделі</p> | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |

| | | |
|---|---|--|
| 7-8 | Тема 1.4. Предмет і завдання моделювання стану довкілля. Види й особливості моделювання. Предметне моделювання. Знакове моделювання. Знакова модель. Стохастичне моделювання. Графічне моделювання. Основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні. Фактори зовнішнього впливу. Фактори внутрішнього впливу. Принципи екологічного моделювання | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |
| 9-12 | Тема 1.5. Моделювання процесів дифузії речовин. Закон Фіка. Рівняння дифузії в нерухомому середовищі. Поняття «дифузія». Рівняння дифузії в нерухомому середовищі. Рівняння дифузії в рухомому середовищі. Рішення рівняння дифузії в нерухомому середовищі. | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |
| 12 | Модульна контрольна робота № 1 | ПЗ – 2 год. СР – 10 год. |
| Модульний контроль № 2 «Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в компонентах НПС» | | |
| 13-15 | Тема 2.1. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Джерела антропогенного забруднення повітря. Санітарно-гігієнічні й екологічні нормативи. Рівні ГДК якості повітря. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами. 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. Модель турбулентної дифузії. Явища інерції та конвекції. Гравітаційне осадження частинок. Розрахунок формули для нормативних прогнозів | Лек. – 4 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 4 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 | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |

| | | |
|--------|---|--|
| | розбавлення при скиді стічних вод у річки. Метод Фролова-Родзилера. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах. | |
| 18-19 | Тема 2.3. Математичні проблеми оптимізації викидів діючих підприємств. Постановка задачі. Рівняння дифузії субстанцій. Оптимізація за допомогою основних рівнянь. Оптимізація за допомогою сполученої задачі. Тотожність Лагранжа. Теорія збурень. Найпростіший випадок теорії збурень. | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год 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. | Лек. – 2 год. ПЗ – 2 год. Лаб.3 – 0 год СР – 2 год. |
| 20 | Модульна контрольна робота № 2 | ПЗ – 2 год. СР – 16 год. |
| Всього | | 90 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. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 320 с.
2. Авдин В.В. Математическое моделирование экосистем / В.В. Авдин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 80 с.
3. Проскурнін О.А. Курс лекцій. Математичне моделювання процесів забруднення компонентів навколишнього природного середовища. / О.А. Проскурнін. – Х.: УКРНДІЕП, 2016. – 59 с.
4. Брук В.В., Берешко И.Н. Математические модели в экологии. Ч.2 / В.В.

- Брук, И.Н. Берешко. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиаци. ин-т», 2006. – 68 с.
5. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014. – 519 с.

Допоміжна

6. 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 розповсюдження забруднюючих речовин у навколишньому середовищі» 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 |
|-----------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|
| І. Поточний контроль | | | |
| Модуль № 1 | Лекції | 5 | 0 |
| | Практичні заняття* | 5 | 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 |
| | Практичні заняття* | 5 | 0 |
| | Тестовий контроль (OpenTest)* | 1 | 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. Основні поняття та положення математичного моделювання.
2. Основні принципи і прийоми математичного моделювання.

Варіант № 2

1. Поняття моделі.
2. Основні види математичного моделювання.

Варіант № 3

1. Призначення моделей.
2. Простіші математичні моделі. Основні підходи до їх побудови. .

Варіант № 4

1. Класифікація моделей.
2. Використання фундаментальних законів природи в математичному моделюванні: закону збереження енергії, закону збереження маси та закону збереження імпульсу.

Варіант № 5

1. Поняття «моделювання».
2. Використання варіаційних принципів та аналогій при побудові математичних моделей.

Варіант № 6

1. Мета моделювання.
2. Модель Мальтуса.

Варіант № 7

1. Матеріальне моделювання.
2. Знаходження критеріїв подібності явищ за наявності математичної моделі.

Варіант № 8

1. Фізичне моделювання.
2. Теорія подібності.

Варіант № 9

1. Аналогове моделювання.
2. Знаходження критеріїв подібності явищ за відсутності математичної моделі.

Варіант № 10

1. Ідеальне (абстрактне) моделювання.
2. Предмет і завдання моделювання стану довкілля.

Варіант № 11

1. Наукове моделювання.
2. Види й особливості моделювання стану довкілля.

Варіант № 12

1. Поняття «теорія» і «модель».
2. Предметне моделювання стану довкілля.

Варіант № 13

1. Інтуїтивне (неформалізоване) моделювання.

2. Знакове моделювання стану довкілля.

Варіант № 14

1. Основні вимоги до моделей.

2. Стохастичне моделювання стану довкілля.

Варіант № 15

1. Властивості моделей.

2. Графічне моделювання стану довкілля.

Варіант № 16

1. Вимоги до суб'єкта моделювання.

2. Основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні.

Варіант № 17

1. Поняття математичної моделі.

2. Фактори зовнішнього впливу при екологічному моделюванні.

Варіант № 18

1. Класифікації математичних моделей.

2. Фактори внутрішнього впливу при екологічному моделюванні.

Варіант № 19

1. Класифікація математичних моделей в залежності від характеру відображуваних властивостей об'єкта.

2. Принципи екологічного моделювання.

Варіант № 20

1. Класифікація математичних моделей в залежності від способу побудови моделі.

2. Моделювання процесів дифузії речовин.

Варіант № 21

1. Класифікація математичних моделей в залежності від складності об'єкта моделювання.

2. Рівняння дифузії в нерухомому середовищі.

Варіант № 22

1. Класифікація математичних моделей в залежності від оператора моделі.

2. Поняття «дифузія».

Варіант № 23

1. Класифікація математичних моделей в залежності від параметрів.

2. Рівняння дифузії в рухомому середовищі.

Варіант № 24

1. Класифікація математичних моделей в залежності від мети моделювання.

2. Рішення рівняння дифузії в нерухомому середовищі.

Варіант № 25

1. Класифікація математичних моделей в залежності від методів дослідження.

2. Закон Фіка.

Варіант № 26

1. Вимоги до математичної моделі.

2. Правило заміщення. Теореми подібності.

Перелік варіантів для виконання модульної контрольної роботи № 2:

Варіант № 1

1. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
2. Метод Фролова-Родзилера.

Варіант № 2

1. Джерела антропогенного забруднення повітря.
2. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах.

Варіант № 3

1. Санітарно-гігієнічні й екологічні нормативи.
2. Математичні проблеми оптимізації викидів діючих підприємств.

Варіант № 4

1. Рівні ГДК якості повітря.
2. Постановка задачі.

Варіант № 5

1. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами.
2. Рівняння дифузії субстанцій.

Варіант № 6

1. Перенос домішок в атмосфері та зворотні зв'язки.
2. Оптимізація за допомогою основних рівнянь.

Варіант № 7

1. Рівняння балансу домішок.
2. Оптимізація за допомогою сполученої задачі.

Варіант № 8

1. Основні процеси та фактори визначення розповсюдження домішок в атмосфері.
2. Тотожність Лагранжа.

Варіант № 9

1. Процеси турбулентної дифузії.
2. Теорія збурень.

Варіант № 10

1. Атмосферна турбулентність.
2. Найпростіший випадок теорії збурень.

Варіант № 11

1. Конвективна турбулентність.
2. Соціоекологічна роль ґрунтів і завдання їхнього збереження.

Варіант № 12

1. Механічна турбулентність.
2. Глобальні функції ґрунтів.

Варіант № 13

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

Варіант № 14

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

Варіант № 15

1. Інверсія.
2. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи аналізу ефективності соціальної функції ґрунтів.

Варіант № 16

1. Модель турбулентної дифузії.
2. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи визначення раціональних ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій.

Варіант № 17

1. Явища інерції та конвекції.
2. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи ефективного природокористування.

Варіант № 18

1. Гравітаційне осадження частинок.
2. Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів.

Варіант № 19

1. Розрахунок формули для нормативних прогнозів.
2. Застосування ГІС-технологій у моделюванні природоохоронних процесів.

Варіант № 20

1. Моделі розповсюдження забруднюючих речовин у поверхневих водах.
2. Підтоплення ґрунтів та моделі наслідків цього явища.

Варіант № 21

1. Початкове та основне розбавлення стічних вод.
2. Зв'язок експериментальних досліджень та моделювання.

Варіант № 22

1. Кратність розбавлення.
2. Адаптація математичних апаратів до об'єктів моделювання.

Варіант № 23

1. Методи розрахунку кратності початкового розбавлення.
2. Особливості моделювання природоохоронних процесів щодо об'єктів підвищеного ризику.

Варіант № 24

1. Методи розрахунку кратності основного розбавлення.
2. Апроксимація даних при математичному моделюванні та застосування β -розподілу.

Варіант № 25

1. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у

водойми та моря.

2. Моделювання у структурі процесу побудови систем управління екологічною безпекою.

Варіант № 26

1. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у річки.

2. Моделювання фізико-хімічних процесів активації реагентів для очищення стічних вод.

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 обраного для моделювання процесу негативного впливу на компонент НПС чи процесу нейтралізації такого впливу, вибір та описання математичного апарату для моделювання процесу, завдання граничних на початкових умов моделі, отримання 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. Основні поняття та положення математичного моделювання.
2. Основні принципи і прийоми математичного моделювання.
3. Поняття моделі.
4. Основні види математичного моделювання.
5. Призначення моделей.
6. Простіші математичні моделі. Основні підходи до їх побудови. .
7. Класифікація моделей.
8. Використання фундаментальних законів природи в математичному моделюванні: закону збереження енергії, закону збереження маси та закону збереження імпульсу.
9. Поняття «моделювання».
10. Використання варіаційних принципів та аналогій при побудові математичних моделей.
11. Мета моделювання.
12. Модель Мальтуса.
13. Матеріальне моделювання.
14. Знаходження критеріїв подібності явищ за наявності математичної моделі.
15. Фізичне моделювання.
16. Теорія подібності.
17. Аналогове моделювання.
18. Знаходження критеріїв подібності явищ за відсутності математичної моделі.
19. Ідеальне (абстрактне) моделювання.
20. Предмет і завдання моделювання стану довкілля.
21. Наукове моделювання.
22. Види й особливості моделювання стану довкілля.
23. Поняття «теорія» і «модель».
24. Предметне моделювання стану довкілля.
25. Інтуїтивне (неформалізоване) моделювання.
26. Знакове моделювання стану довкілля.
27. Основні вимоги до моделей.
28. Стохастичне моделювання стану довкілля.
29. Властивості моделей.
30. Графічне моделювання стану довкілля.
31. Вимоги до суб'єкта моделювання.
32. Основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні.
33. Поняття математичної моделі.
34. Фактори зовнішнього впливу при екологічному моделюванні.
35. Класифікації математичних моделей.
36. Фактори внутрішнього впливу при екологічному моделюванні.

37. Класифікація математичних моделей в залежності від характеру відображуваних властивостей об'єкта.
38. Принципи екологічного моделювання.
39. Класифікація математичних моделей в залежності від способу побудови моделі.
40. Моделювання процесів дифузії речовин.
41. Класифікація математичних моделей в залежності від складності об'єкта моделювання.
42. Рівняння дифузії в нерухомому середовищі.
43. Класифікація математичних моделей в залежності від оператора моделі.
44. Поняття «дифузія».
45. Класифікація математичних моделей в залежності від параметрів.
46. Рівняння дифузії в рухомому середовищі.
47. Класифікація математичних моделей в залежності від мети моделювання.
48. Рішення рівняння дифузії в нерухомому середовищі.
49. Класифікація математичних моделей в залежності від методів дослідження.
50. Закон Фіка.
51. Вимоги до математичної моделі.
52. Правило заміщення. Теореми подібності.

Модуль 2

1. Моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.
2. Метод Фролова-Родзилера.
3. Джерела антропогенного забруднення повітря.
4. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольних створах.
5. Санітарно-гігієнічні й екологічні нормативи.
6. Математичні проблеми оптимізації викидів діючих підприємств.
7. Рівні ГДК якості повітря.
8. Постановка задачі.
9. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами.
10. Рівняння дифузії субстанцій.
11. Перенос домішок в атмосфері та зворотні зв'язки.
12. Оптимізація за допомогою основних рівнянь.
13. Рівняння балансу домішок.
14. Оптимізація за допомогою сполученої задачі.
15. Основні процеси та фактори визначення розповсюдження домішок в атмосфері.
16. Тотожність Лагранжа.
17. Процеси турбулентної дифузії.
18. Теорія збурень.
19. Атмосферна турбулентність.
20. Найпростіший випадок теорії збурень.

21. Конвективна турбулентність.
22. Соціоекологічна роль ґрунтів і завдання їхнього збереження.
23. Механічна турбулентність.
24. Глобальні функції ґрунтів.
25. Процеси адвекції.
26. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів з метою аналізу і мінімізації антропогенного впливу.
27. Стійкість атмосфери.
28. Моделювання процесів меліоративного впливу з метою недопущення розвитку негативних процесів і деградації ґрунтів.
29. Інверсія.
30. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи аналізу ефективності соціальної функції ґрунтів.
31. Модель турбулентної дифузії.
32. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи визначення раціональних ресурсозберігаючих і екологічно безпечних технологій.
33. Явища інерції та конвекції.
34. Моделювання продукційних процесів вирощування сільськогосподарських культур як основи ефективного природокористування.
35. Гравітаційне осадження частинок.
36. Математичне моделювання і прогнозування хімічного забруднення ґрунтів.
37. Розрахунок формули для нормативних прогнозів.
38. Застосування ГІС-технологій у моделюванні природоохоронних процесів.
39. Моделі розповсюдження забруднюючих речовин у поверхневих водах.
40. Підтоплення ґрунтів та моделі наслідків цього явища.
41. Початкове та основне розбавлення стічних вод.
42. Зв'язок експериментальних досліджень та моделювання.
43. Кратність розбавлення.
44. Адаптація математичних апаратів до об'єктів моделювання.
45. Методи розрахунку кратності початкового розбавлення.
46. Особливості моделювання природоохоронних процесів щодо об'єктів підвищеного ризику.
47. Методи розрахунку кратності основного розбавлення.
48. Апроксимація даних при математичному моделюванні та застосування β -розподілу.
49. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у водойми та моря.
50. Моделювання у структурі процесу побудови систем управління екологічною безпекою.
51. Розрахунок кратності основного розбавлення при скиді стічних вод у річки.

52. Моделювання фізико-хімічних процесів активації реагентів для очищення стічних вод.

Характеристика практичного завдання на екзамені:

Аналіз обраного для моделювання процесу негативного впливу на компонент НПС чи процесу нейтралізації такого впливу, вибір та описання математичного апарату для моделювання процесу, завдання граничних на початкових умов моделі, отримання 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 | A | відмінно |
| 80–89 | B | добре |
| 65–79 | C | |
| 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