



Моделювання і прогнозування стану довкілля (ПО14)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	18 Виробництво та технології
Спеціальність	183 Технології захисту навколишнього середовища
Освітня програма	Технології захисту навколишнього середовища та гуманітарне розмінювання
Статус дисципліни	Нормативна (обов'язкова)
Форма навчання	Денна
Рік підготовки, семестр	3 рік навчання, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЕКТС Лекції – 36 год, практики – 36 год, самостійна робота студента (СРС) – 78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / Модульна контрольна робота (МКР) / Розрахунково-графічна робота (РГР)
Розклад занять	schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Практики:
Розміщення курсу	Доступний на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Моделювання і прогнозування стану довкілля» є важливою для підготовки фахівців за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», оскільки формує у здобувачів вищої освіти системні знання про основні процеси взаємодії компонентів природного середовища та їх динаміку під впливом природних і антропогенних факторів. Вивчення цієї дисципліни дає змогу майбутнім фахівцям здійснювати математичне та комп'ютерне моделювання стану довкілля, прогнозувати рівні забруднення повітря, води, ґрунту та розробляти ефективні заходи з охорони навколишнього середовища. Вивчення дисципліни сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних здібностей здобувачів, умінню інтегрувати знання з фізики, хімії, біології та інженерних дисциплін для побудови комплексних екологічних моделей. Це забезпечує високий рівень професійної підготовки фахівців, здатних ефективно прогнозувати стан довкілля, розробляти сценарії його зміни та впроваджувати превентивні й коригувальні заходи у відповідності до сучасних науково-технічних та нормативних вимог.

Мета дисципліни – сформувати у здобувачів вищої освіти компетентності відповідно до освітньо-професійної програми (ОПП) «Технології захисту навколишнього середовища та гуманітарне розмінювання»:

ЗК 05 Здатність приймати обґрунтовані рішення;

ФК 01 Здатність до попередження забруднення довкілля та кризових явищ і процесів;

ФК 08 Здатність оцінювати вплив промислових об'єктів та інших об'єктів господарської діяльності на довкілля.

Предмет дисципліни – закономірності формування, поширення та акумуляції забруднень у компонентах природного середовища під впливом природних і антропогенних факторів, методи математичного та комп'ютерного моделювання екологічних процесів, прогнозування стану довкілля та розробка ефективних заходів з охорони і відновлення навколишнього середовища.

Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямована дисципліна:

ПРН 07 Здійснювати науково-обґрунтовані технічні, технологічні та організаційні заходи щодо запобігання забруднення довкілля;

ПРН 10 Вміти застосувати знання з контролю та оцінювання стану забруднення і промислових викидів, з аналізу динаміки їх зміни в залежності від умов та технологій очищення компонентів довкілля;

ПРН 14 Вміти обґрунтовувати ступінь відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов завданням захисту, збереження та відновлення навколишнього середовища.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Відповідно до структурно-логічної схеми освітньої програми вивчення навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» передбачено на третьому році навчання у осінньому семестрі. Базується воно на опануванні таких освітніх компонентів (ОК), як: «Гуманітарне розмінювання», «Запобігання забрудненню атмосфери», «Запобігання забрудненню водних об'єктів». Сформовані упродовж опанування навчальної дисципліни компетентності та досягнуті програмні результати навчання використовуватимуться у подальшому під час вивчення інших ОК, зокрема «Післявоєнне відновлення постраждалих територій».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Наукові основи екологічного моделювання і прогнозування

Тема 2. Методи аналізу і моделювання стану навколишнього природного середовища

Тема 3. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля

Тема 4. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Хом'як І. В. Моделювання та прогнозування стану довкілля : конспект лекцій. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 72 с. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/34123>
2. Фесюк В. О. Географічне моделювання і прогнозування : курс лекцій. Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2021. 132 с. URL: https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21060/1/geomod_prog2021.pdf
3. Ясковець І. І. та ін. Моделювання та прогнозування стану довкілля : підручник для студентів вищих закладів освіти ОС «Бакалавр» за спеціальністю 101 «Екологія». Київ : НУБіП України, 2018. 563 с. URL: <https://dqlib.nubip.edu.ua/handle/123456789/7871>
4. Коляда О. В., Головань Л. В., Чуприна Ю. Ю., Бузіна І. М. Моделювання та прогнозування стану геосистем : метод. вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Харків : [б. в.], 2023. 74 с. URL <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/41907>
5. Хом'як І. В. Збірник задач з моделювання та прогнозування стану довкілля. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 42 с. https://eprints.zu.edu.ua/34122/1/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%8F_%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87.pdf?utm_source=chatqpt.com

Додаткова література

6. Ремез Н. С., Кисельов В. Б., Дичко А. О., Мінаєва Ю. Ю. Чисельні методи розв'язання технічних задач : підручник. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. 186 с. URL: <https://oldiplus.ua/chyselni-metody-rozv-yazannya-tehnichnyh-zadach/>

7. Гребенюк Т. В., Федченко Є. П., Ремез Н. С., Броницький В. О. Моніторинг і екотоксикологічна оцінка ризиків деградації ґрунтів, уражених військовими діями. Екологічні науки. 2025. № 6 (63). С. 106–111. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.6-63.17>. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2025/63/19.pdf>

8. Ремез Н. С., Гребенюк Т. В. Механіка суцільних середовищ. Курс лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Екоінженерія та природоохоронні технології» спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» [Електронний ресурс]. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. 173 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/620fc193-c44c-4b72-b24b-66c38469d235>

9. Ремез Н. С., Гребенюк Т. В. Прикладна математика. Курс лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Екоінженерія та природоохоронні технології» спеціальності G2 «Технології захисту навколишнього середовища» [Електронний ресурс]. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. 255 с. URL: <https://ela.kpi.ua/items/4431b134-15a6-4098-b4f1-cc2241745911>

10. Ремез Н. С., Дичко А. О., Шмарін С. Л., Крайчук С. О., Остапчук Н. О. Стратегічні підходи до вирішення проблеми побутових відходів : монографія. Рівне : Волинські обереги, 2023. 459 с. URL: <http://odnb.odessa.ua/vnn/book/13751>

Інформаційні ресурси

1. https://Users/123/Downloads/Економіка+вісник+30,+2023+verстка+v4_94-97.pdf
2. <https://magnolia.lviv.ua/product/modeliuvannia-ta-prognozuvannia-stanu-dovkillia/>
3. https://www.researchgate.net/publication/376427705_VIKORISTANNA_METODIV_MODELUVANNA_PRI_PROGNOZUVANNI_STANU_DOVKILLA

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, викладач зазначить на відповідному занятті. Зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. З усіма іншими літературними джерелами рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування навчальної дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» здійснюється із застосуванням комплексу традиційних, інтерактивних та інноваційних методів навчання. Лекційні заняття проводяться з використанням словесних (пояснення, бесіда) та наочних методів (мультимедійні презентації, демонстрація програмного забезпечення), а також проблемно-орієнтованого підходу. Особлива увага під час лекцій приділяється теоретичним основам побудови математичних моделей поширення забруднюючих речовин у різних геосферах та методології прогностичного аналізу екологічних ризиків.

Практичні заняття базуються на поєднанні розрахункового, ілюстративного та частково-пошукового методів. Вони передбачають розв'язання прикладних задач із використанням алгоритмів апроксимації, екстраполяції та імітаційного моделювання. Студенти працюють над аналізом часових рядів екологічних даних, проводять мозкові штурми для вибору оптимальних моделей під конкретні сценарії забруднення та формують навички інтерпретації отриманих прогнозів для прийняття управлінських рішень.

Важливою складовою є виконання розрахунково-графічної роботи (РГР), яка спрямована на самостійну побудову комплексної моделі стану локальної екосистеми з графічною візуалізацією динаміки змін.

Самостійна робота студентів включає підготовку до лекційних, практичних занять, виконання розрахунково-графічної роботи, підготовку до модульної контрольної роботи та екзамену.

Контроль результатів навчання здійснюється за допомогою заходів поточного, календарного та семестрового контролю, передбачених рейтинговою системою оцінювання (РСО).

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
Лекція 1	Тема 1. Наукові основи екологічного моделювання і прогнозування Особливості дисципліни моделювання та прогнозування стану довкілля. Передумови виникнення аналітичної екології. Історія зародження і розвитку моделювання екосистем. Література: [1-3, 7,8]
Лекція 2	Загальні поняття моделювання стану довкілля. Об'єкт, предмет і зміст моделювання та прогнозування стану довкілля (МПСД). Структура МПСД. Зв'язки МПСД. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання. Література: [1-3, 7,8]
Лекція 3	Види моделей та їх класифікація. Моделювання як методологія пізнання. Моделювання і споглядання. Основні засади теорії подібності. Аналогія. Екскурс в історію, поняття. Метод актуалізму. Види моделювання. Предметне моделювання. Характеристики моделей. Особливості моделювання в екології. Основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні. Принципи екологічного моделювання. Література: [1-3]
Лекція 4	Види моделювання. Предметне моделювання. Характеристики моделей. Особливості моделювання в екології. Основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні. Принципи екологічного моделювання. Література: [1-3]
Лекція 5	Тема 2. Методи аналізу і моделювання стан навколишнього природного середовища Основні поняття й етапи системного аналізу. Еволюція природних систем і соціоекологічне моделювання. Основні поняття й етапи системного аналізу. Методологічні питання системного підходу. Література: [1-3]
Лекція 6	Основні поняття теорії ймовірностей. Події та їх імовірності. Ймовірності складних подій. Закон розподілу дискретної випадкової величини. Закон розподілу неперервної випадкової величини. Література: [1-2]
Лекція 7	Деякі поширені елементарні розподіли. Числові характеристики випадкової величини та їх властивості. Література: [1-2]
Лекція 8	Тема 3. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля Статистичні моделі прогнозування в екології. Екологічні дані. Цілі і завдання збору статистичних даних. Зведення та групування статистичних даних. Статистичні показники. Середні характеристики динамічного ряду. Література: [1-2]
Лекція 9	Загальні принципи побудови статичних моделей екологічних процесів. Принципи побудови статичних моделей екологічних процесів. Методи визначення функції регресії. Література: [1,2,4]
Лекція 10	Етапи математичного моделювання. Роль і місце математичного моделювання в екології. Принцип ієрархічності структури екосистеми. Склад математичної моделі екологічного процесу. Етапи математичного моделювання. Математичні засоби побудови моделей. Теорія множин і відображень. Лінійна алгебра. Апарат диференціальних рівнянь. Апарат інтегральних рівнянь. Аналіз властивостей математичної моделі.

	Література: [1,2,4]
Лекція 11	Теорія множин і відображень. Лінійна алгебра. Апарат диференціальних рівнянь. Апарат інтегральних рівнянь. Аналіз властивостей математичної моделі. Література: [1,2,4]
Лекція 12	Тема 4. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу Прогнозування якості води водотоку і встановлення гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами. Природна якість води. Самоочищення водного об'єкта. Розрахунок кратності розведення стічних вод. Література: [1,2,4]
Лекція 13	Теоретичні основи прогнозування стану водних екосистем. Постановка задачі соціоекологічного моделювання і прогнозування. Теоретичні моделі та їх скінчено–різницеві аналоги. Література: [1,2,4]
Лекція 14	Моделювання і прогнозування стану атмосферного повітря. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами та у наслідку вибухів від військових дій. Біосферні процеси поширення забруднень від одиничних промислових джерел. Теоретичні передумови ідентифікації рівнянь санітарно-гігієнічних ситуацій забруднення повітря. Література: [1-3]
Лекція 15	Моделювання і прогнозування порушення екологічного стану ґрунтів. Соціоекологічна роль ґрунтів і завдання їх збереження. Математичне моделювання і прогнозування хімічного, фізичного забруднення ґрунтів та забруднення від військових дій. Література: [5]
Лекція 16	Тема 5. Моделювання і прогнозування стану екосистем та глобальних біосферних процесів Моделювання і прогнозування стану екосистем. Моделювання динаміки популяції. Внутрішньовидова конкуренція. Основні ознаки внутрішньовидової конкуренції. Модель популяції з дискретним розмноженням. Модель популяції з низькою смертністю. Модель динаміки популяції з внутрішньовидовою конкуренцією. Вплив смертності. Реалістична модель з дискретним розмноженням. Модель Сміта і Слаткіна. Література: [5]
Лекція 17	Сучасні моделі розвитку глобальних біосферних процесів. Глобальні моделі розвитку соціоекосистеми. Моделі Форестра-Медоуза. Модель Месаровича-Пестеля. Модель Барілюче. Японський проект. Модель Габора. Модель В. Леонтьєва. Двокомпонентні моделі. Двокомпонентні моделі. Моделі взаємодії РК-БСК. Нітрифікація. Балансові моделі нітрифікації. Література: [5]
Лекція 18	Моделювання і прогнозування змін клімату. Моделі клімату. Енергобалансові моделі клімату. Статистична модель. Радіаційно-конвективні моделі. Моделі загальної циркуляції. Література: [5]

Практичні заняття

№ з/п	Тема практичного заняття та завдання, які на нього виносяться
Практичне заняття 1	Визначення передумов виникнення аналітичної екології. Розгляд історії зародження і розвитку моделювання екосистем.
Практичне заняття 2	Визначення видів моделювання та розгляд класифікацій моделей.
Практичне заняття 3	Виконання прогнозування розвитку антропогенного впливу на визначені екосистеми методом екстраполяції.

Практичне заняття 4	Встановлення кореляційного зв'язку між явищами та процесами в екосистемах.
Практичне заняття 5	Побудова регресійної залежності для вивчення і прогнозування взаємозв'язку між екологічними процесами.
Практичне заняття 6	Побудова залежності взаємозв'язку між процесами в екосистемах із застосування дисперсійного аналізу.
Практичне заняття 7	Моделювання процесу самоочищення вод річки.
Практичне заняття 8	Моделювання процесу біологічного очищення стічних вод в біореакторах.
Практичне заняття 9	Розрахунок забруднення поверхневих водних систем із застосуванням моделі взаємодії РК-БСК.
Практичне заняття 10	Моделювання забруднення атмосфери повітря від одиночного джерела різної природи.
Практичне заняття 11	Розв'язок задач з прогнозування рівня забруднення атмосфери методом розпізнавання образів.
Практичне заняття 12	Розв'язок задач з прогнозування рівня забруднення атмосфери від автотранспортного підприємства, при спалювання різних видів палив.
Практичне заняття 13	Розв'язок задач з прогнозування температури повітря для певного регіону.
Практичне заняття 14	Моделювання та прогнозування процесів забруднення у ґрунтах за методом групового урахування аргументів.
Практичне заняття 15	Моделювання динаміки чисельності популяцій хижака та жертви.
Практичне заняття 16	Моделювання динаміки чисельності популяцій на основі моделі Ферхюльста.
Практичне заняття 17	Визначення алгоритму дій при прийнятті рішень в задачах вибору адекватної моделі прогнозу екологічних ситуацій.
Практичне заняття 18	Модульна контрольна робота

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до лекцій – 12 год;

підготовку до практик – 17 год;

виконання розрахунково-графічної роботи – 15 год;

підготовку до МКР – 4 год;

підготовку до екзамену – 30 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у здобувача вищої освіти на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom, а також відкрито курс «Моделювання і прогнозування стану довкілля» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Заняття згідно з розкладом проводяться за допомогою додатку Zoom (за умови дистанційного навчання). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи розміщено на платформі «Сікорський».

Під час вивчення дисципліни «Моделювання і прогнозування стану довкілля» здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки,

зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Моделювання і прогнозування стану довкілля» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення здобувачі вищої освіти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання плагіату, фабрикації, фальсифікації в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За написання статті за тематикою дисципліни та її публікацію здобувачу вищої освіти нараховується 10 балів (видання, що індексується Scopus або Web of Science) або 7 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

PCO складається з двох складових:

- **стартової** – призначена для оцінювання заходів поточного контролю впродовж семестру;

- **екзаменаційної** – призначена для оцінювання окремих запитань (завдань) на екзамені. Розмір стартової складової PCO дорівнює 50 балів, екзаменаційної складової – 50 балів. Стартові бали формуються як сума рейтингових балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, та заохочувальних балів.

Поточний контроль: завдання в рамках практичного заняття (17 практичних робіт × 2 бали = 34 бали), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 6 балів), розрахунково-графічна робота (10 балів). МКР складається з двох теоретичних запитань та задачі. Для тих студентів, що не змогли виконати її вчасно, назначається окремий час в кінці семестру.

Практична робота оцінюється в 2 бали за такими критеріями:

- завдання виконано повністю (не менше 90 %), надано обґрунтовані відповіді, відсутні помилки – 2 бали;
- завдання виконано достатньо повно (не менше 60 %), відповіді надано, але вони менш глибокі або частково неповні, наявні незначні неточності – 1,5 бали;
- завдання фактично не виконано (менше 60 %) або виконано з грубими помилками – 0 балів.

Теоретичне питання МКР оцінюється у 3 бали за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), логічно структурована, з коректним використанням термінології, наведені обґрунтування, приклади та власні висновки, можливі незначні неточності – 3 бали;
- відповідь неповна (не менше 60 % інформації), розкрито основні аспекти теми, можливе недостатнє обґрунтування, відсутні приклади – 2 бали;
- відповідь неповна (менше 60 % інформації) або містить грубі помилки, відсутні обґрунтування та приклади, не відповідає суті питання – 0 балів.

Задача МКР оцінюється у 4 бали за такими критеріями:

- розв'язання правильне, логічно обґрунтоване, наведені проміжні розрахунки, зроблено правильні висновки, можливо запропоновано альтернативний підхід – 4 бали;
- розв'язання логічне, проте є окремі неточності або недостатньо повне обґрунтування – 3 бали;
- розрахунки неповні, є помилки у логіці чи обґрунтуванні, але основна ідея відповіді простежується – 2 бали;
- розв'язання неправильне або відсутнє, містить грубі помилки, висновки відсутні чи не відповідають умові задачі – 0 балів.

Тема розрахунково-графічної роботи: «Застосування чисельних методів розв'язку нелінійних рівнянь для моделювання швидкості інфільтрації води в ґрунт та його промерзання»

РГР оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

1. Відповідність змісту РГР поставленому завданню та повнота його виконання — 1 бал:
 - завдання виконано повністю, усі передбачені етапи моделювання та прогнозування представлені - 1 бал;
 - завдання виконано частково, окремі етапи недостатньо розкриті - 0,5 бали;
 - завдання не виконано або його зміст не відповідає поставленій меті — 0 балів.
2. Якість підготовки та аналізу вихідних даних — 1,5 бали.

Оцінюється правильність вибору вихідних даних, їх систематизація, перевірка, аналіз динаміки показників стану довкілля, виявлення тенденцій та аномальних значень:

 - дані правильно опрацьовані, систематизовані та проаналізовані - 1,5 бали;
 - аналіз проведено загалом правильно, але є окремі недоліки — 1 бал;
 - аналіз поверховий або містить суттєві помилки - 0,5 бали;
 - вихідні дані відсутні або використані некоректно - 0 балів.
3. Обґрунтованість вибору математичної моделі та методу прогнозування — 1,5 бали.

Оцінюється здатність здобувача обґрунтувати вибір методу (регресійна, кореляційна, трендова, часова модель тощо) відповідно до характеру екологічних даних:

 - метод і модель обґрунтовані, відповідають поставленій задачі - 1,5 бали;
 - модель вибрана правильно, але обґрунтування недостатнє - 1 бал;
 - вибір моделі частково обґрунтований або є окремі помилки - 0,5 бали;
 - метод або модель вибрані неправильно - 0 балів.
4. Правильність виконання розрахунків і побудови моделі — 2 бали:
 - розрахунки виконані правильно, послідовно, без суттєвих помилок; модель побудована коректно - 2 бали;
 - є незначні арифметичні або технічні помилки, які не впливають істотно на кінцевий результат - 1,5 бали;
 - допущено окремі суттєві помилки, але основний алгоритм розв'язання збережено - 1 бал;
 - виконано лише окремі етапи розрахунків - 0,5 бали;
 - розрахунки відсутні або принципово неправильні - 0 балів.
5. Оцінювання адекватності та точності моделі, достовірності прогнозу — 1 бал:
 - проведено оцінювання адекватності/точності моделі та зроблено обґрунтований висновок щодо надійності прогнозу — 1 бал;
 - оцінювання проведено частково - 0,5 бали;
 - оцінювання точності моделі та прогнозу відсутнє - 0 балів.
6. Графічне представлення та інтерпретація результатів — 1 бал:
 - графіки, таблиці та результати прогнозування представлені коректно, мають назви, позначення осей, одиниці вимірювання; результати правильно інтерпретовані — 1 бал;
 - графічне представлення є, але має окремі недоліки - 0,5 бали;
 - графічне представлення відсутнє або некоректне - 0 балів.
7. Обґрунтованість висновків і практичних рекомендацій — 1 бал:
 - висновки логічні, конкретні, відповідають отриманим результатам моделювання та прогнозування; сформульовано практичне значення результатів - 1 бал;
 - висновки загалом правильні, але недостатньо обґрунтовані - 0,5 бали;
 - висновки відсутні або не відповідають отриманим результатам - 0 балів.
8. Якість оформлення РГР та дотримання академічної доброчесності — 1 бал:
 - робота структурована, акуратно оформлена, містить посилання на використані джерела, таблиці, рисунки та список використаних джерел; дотримано принципів академічної доброчесності - 1 бал;
 - є окремі недоліки в оформленні або посиланнях - 0,5 бали;
 - робота оформлена незадовільно або має ознаки порушення академічної доброчесності - 0 балів.

Рейтинг з РГР вважається позитивним, якщо студент отримав не менше 60% від максимальної кількості балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні роботи, МКР та РГР, а також рейтингова оцінка – 30 балів і більше.

Студенти, які виконали всі умови допуску до екзамену виконують екзаменаційну контрольну роботу за обраним білетом. Екзамен проводиться у письмовій формі.

Екзаменаційна контрольна робота оцінюється у 50 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та задачі.

Кожне теоретичне запитання оцінюється в 15 балів за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), логічно структурована, з коректним використанням термінології, наведені обґрунтування, приклади та власні висновки – 15 – 14 балів;

- практично повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), логічно структурована, з коректним використанням термінології, наведені обґрунтування, приклади та власні висновки, можливі незначні неточності – 13 – 11 балів;

- відповідь неповна (не менше 60 % інформації), розкрито основні аспекти теми, можливе недостатнє обґрунтування, відсутні приклади – 10 – 9 балів;

- відповідь неповна (менше 60 % інформації) або містить грубі помилки, відсутні обґрунтування та приклади, не відповідає суті питання – 0 балів.

Задача оцінюється в 20 балів за такими критеріями:

- розв'язання правильне, логічно обґрунтоване, наведені проміжні розрахунки, зроблено правильні висновки, можливо запропоновано альтернативний підхід – 20 – 18 балів;

- розв'язання логічне, проте є окремі неточності або недостатньо повне обґрунтування – 17 – 15 балів;

- розрахунки неповні, є помилки у логіці чи обґрунтуванні, але основна ідея відповіді простежується – 14 – 12 балів;

- розв'язання неправильне або відсутнє, містить грубі помилки, висновки відсутні чи не відповідають умові задачі – 0 балів.

Після виконання екзаменаційної контрольної роботи стартові бали та бали за екзамен підсумовуються та зводяться до рейтингової оцінки та переводяться до оцінок за університетською шкалою.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Результати навчання, набуті у неформальній / інформальній освіті можуть бути визнані відповідно до Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/node/179>). Зарахована може бути як навчальна дисципліна повністю, так і її складові (змістовні модулі, окремі теми).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф., д. т. н., проф. каф. геоінженерії РЕМЕЗ Наталією Сергіївною

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол № 13 від 26 червня 2026 року)

Погоджено навчально-методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 43 від 29 червня 2026 року)

Додаток

1. Охарактеризувати особливості дисципліни моделювання та прогнозування стану довкілля.
2. Визначити передумови виникнення аналітичної екології. Історія зародження і розвитку моделювання екосистем.
3. Визначити загальні поняття моделювання стану довкілля.
4. Визначити об'єкт, предмет і зміст моделювання та прогнозування стану довкілля (МПСД).
5. Визначити структуру МПСД, зв'язки МПСД.
6. Охарактеризувати основні принципи математичного та імітаційного моделювання.
7. Визначити види моделей та їх класифікацію.
8. Охарактеризувати моделювання як методологію пізнання.
9. Охарактеризувати моделювання і споглядання.
10. Визначити основні засади теорії подібності, аналогії.
11. Зробити екскурс в історію, поняття.
12. Охарактеризувати метод актуалізму.
13. Класифікувати види моделювання.
14. Визначити предметне моделювання.
15. Надати характеристики моделей.
16. Визначити особливості моделювання в екології.
17. Охарактеризувати основні фактори, що враховуються при екологічному моделюванні.
18. Класифікувати принципи екологічного моделювання.
19. Визначити основні поняття й етапи системного аналізу.
20. Розглянути еволюцію природних систем і соціоекологічне моделювання.
21. Визначити основні поняття й етапи системного аналізу.
22. Охарактеризувати методологічні питання системного підходу.
23. Визначити основні поняття теорії ймовірностей.
24. Класифікувати події та їх імовірності.
25. Визначити ймовірності складних подій.
26. Визначити закон розподілу дискретної випадкової величини.
27. Визначити закон розподілу неперервної випадкової величини.
28. Охарактеризувати деякі поширені елементарні розподіли.
29. Класифікувати числові характеристики випадкової величини та їх властивості.
30. Класифікувати статистичні моделі прогнозування в екології.
31. Охарактеризувати екологічні дані.
32. Визначити цілі і завдання збору статистичних даних.
33. Розглянути зведення та групування статистичних даних.
34. Охарактеризувати статистичні показники.
35. Охарактеризувати середні характеристики динамічного ряду.
36. Охарактеризувати загальні принципи побудови статичних моделей екологічних процесів.
37. Охарактеризувати принципи побудови статичних моделей екологічних процесів.
38. Визначити методи визначення функції регресії.
39. Визначити етапи математичного моделювання.
40. Охарактеризувати роль і місце математичного моделювання в екології.
41. Визначити принцип ієрархічності структури екосистеми.
42. Визначити склад математичної моделі екологічного процесу.
43. Визначити етапи математичного моделювання.
44. Охарактеризувати математичні засоби побудови моделей.
45. Охарактеризувати Теорія множин і відображень.
46. Охарактеризувати Лінійна алгебра.
47. Охарактеризувати апарат диференціальних рівнянь.
48. Охарактеризувати апарат інтегральних рівнянь.

49. Охарактеризувати аналіз властивостей математичної моделі.
50. Визначити прогнозування якості води водотоку і встановлення гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами.
51. Охарактеризувати природну якість води.
52. Охарактеризувати самоочищення водного об'єкта.
53. Визначити розрахунок кратності розведення стічних вод.
54. Охарактеризувати теоретичні основи прогнозування стану водних екосистем.
55. Розглянути постановку задачі соціоекологічного моделювання і прогнозування.
56. Охарактеризувати теоретичні моделі та їх скінчено-різницеві аналоги.
57. Охарактеризувати моделювання і прогнозування стану атмосферного повітря.
58. Охарактеризувати моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами та у наслідку вибухів від військових дій.
59. Визначити біосферні процеси поширення забруднень від одиничних промислових джерел.
60. Визначити теоретичні передумови ідентифікації рівнянь санітарно-гігієнічних ситуацій забруднення повітря.
61. Охарактеризувати моделювання і прогнозування порушення екологічного стану ґрунтів.
62. Розглянути соціоекологічну роль ґрунтів і завдання їх збереження.
63. Охарактеризувати математичне моделювання і прогнозування хімічного, фізичного забруднення ґрунтів та забруднення від військових дій.
64. Охарактеризувати моделювання і прогнозування стану екосистем.
65. Охарактеризувати моделювання динаміки популяції.
66. Визначити внутрішньовидову конкуренцію.
67. Розглянути основні ознаки внутрішньовидової конкуренції.
68. Охарактеризувати Модель популяції з дискретним розмноженням.
69. Охарактеризувати Модель популяції з низькою смертністю.
70. Охарактеризувати Модель динаміки популяції з внутрішньовидовою конкуренцією. Вплив смертності.
71. Охарактеризувати реалістичну модель з дискретним розмноженням.
72. Охарактеризувати модель Сміта і Слаткіна.
73. Охарактеризувати сучасні моделі розвитку глобальних біосферних процесів.
74. Охарактеризувати глобальні моделі розвитку соціоекосистеми.
75. Охарактеризувати моделі Форестра-Медоуза.
76. Охарактеризувати модель Месаровича-Пестеля.
77. Охарактеризувати модель Барілюче.
78. Охарактеризувати японський проект.
79. Охарактеризувати модель Габора.
80. Охарактеризувати модель В. Леонтьєва.
81. Охарактеризувати двокомпонентні моделі.
82. Визначити моделі взаємодії РК-БСК.
83. Визначити нітрифікацію. Балансові моделі нітрифікації.
84. Визначити моделювання і прогнозування змін клімату.
85. Визначити моделі клімату. Енергобалансові моделі клімату.
86. Визначити статистичну модель.
87. Визначити радіаційно-конвективні моделі.
88. Визначити моделі загальної циркуляції.