

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСІЛКИ

**Полтавський університет економіки і торгівлі
Навчально-науковий інститут бізнесу та інформаційних технологій
Кафедра математичного моделювання та соціальної інформатики**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ММСІ

_____ **О. ЄМЕЦЬ**

«12» січня 2021 р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни **“Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів”**

на 2020-2021 навчальний рік

освітня програма/ спеціалізація **«Комп’ютерні науки»**

спеціальність **122 «Комп’ютерні науки»**

галузь знань **12 «Інформаційні технології»**

ступінь вищої освіти **магістр**

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів» схвалена та рекомендована до використання в освітньому процесі на засіданні кафедри математичного моделювання та соціальної інформатики

Протокол від «12» січня 2021 року № 6

Укладачі: доцент, канд. фіз.-мат. наук Черненко О.О.

ПОГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
ступеня магістр

_____ О.О. Ємець
«12» січня 2021 року

Розділ 1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика дисципліни «Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів»

Таблиця 1. Загальна характеристика дисципліни «Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів»

Місце в структурно-логічній схемі підготовки	<i>Пререквізити:</i> Інформатика, Програмування, Курсовий проект з фаху, <i>Постреквізити:</i> Виробнича переддипломна практика, Підсумкова атестація	
Мова викладання	українська	
Статус дисципліни – вибіркова		
Курс/семестр вивчення	1 курс/2 семестр	
Кількість кредитів ЄКТС/ кількість модулів	5 кредитів/1 модуль	
Денна форма навчання , годин: – загальна кількість: 2 семестр – 150.		
- лекції: 26 год.		
- практичні (семінарські, лабораторні) заняття: 34 год.		
- самостійна робота: 90 год.		
- вид підсумкового контролю (<i>вказати:</i> ПМК (залік), екзамен): 2 семестр – екзамен.		
- кількість годин на тиждень: 4 год.		
Заочна форма навчання , годин: – загальна кількість: 2 семестр – 150.		
- лекції: 26 год.		
- практичні (семінарські, лабораторні) заняття: 34 год.		
- самостійна робота: 90 год.		
- вид підсумкового контролю (<i>вказати:</i> ПМК (залік), екзамен): 2 семестр – екзамен.		

Розділ 2 Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна, програмні результати навчання

Основною метою вивчення дисципліни “Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів” являється формування особистості студентів як спеціалістів; формування у студентів фундаментальних теоретичних знань у галузі моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів і формування практичних навичок з питань постановки та вирішення практичних економічних, екологічних та соціальних задач засобами цієї теорії.

Програмні результати навчання		Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач
Знання	Знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ логіки, норм критичного підходу, основ методології наукового пізнання, форм і методів аналізу та синтезу.	ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
Уміння	Здобувати систематичні знання в галузі комп'ютерних наук, аналізувати проблеми з точки зору сучасних наукових парадигм, осмислювати і робити обґрунтовані висновки з наукової і навчальної літератури та результатів експериментів	
Комунікація	Здійснення соціальних комунікацій в процесі спілкування з фахівцями та нефхівцями в галузі комп'ютерних наук, забезпечення обміну логічними аргументами з метою досягнення взаєморозуміння й згоди.	
Автономія та відповідальність	Відповідальність за доручену справу, самостійність в прийнятті рішень щодо розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук	
Знання	Знання принципів командної роботи, командних цінностей, основ конфліктології. Знання методології управління ІТ проектами, стандартів РМВОК, програмного інструментарію для управління ІТ проектами	ЗК 10. Здатність бути критичним і самокритичним.
Уміння	Будувати зв'язки та відносини з людьми, враховувати точку зору колег, розуміти інших людей, виражати довіру команді, визнавати свої помилки, уникати та запобігати конфліктам, стримувати особисті амбіції. Здійснювати підбір і підготовку інформації та задач проектній команді, ставити цілі і формулювати завдання для реалізації проектів і програм	
Комунікація	Планування комунікацій в команді та із замовниками, дотримання коректної поведінки, терпимості, порядку, визнання чужої думки і коректної дискусії, подолання егоїстичних поглядів, принципів самокритичності, поширення інформації про хід виконання робіт	
Автономія та відповідальність	Вільне висловлювання своїх думок при роботі в команді, відповідальність за результати роботи команди, відповідальність лідера перед командою.	
Знання	Професійні знання в області комп'ютерних наук, знання методичних підходів до процедур підготовки і ухвалення рішень організаційно-управлінського характеру, порядку поведінки в нестандартних ситуаціях	ЗК 12. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Уміння	Проводити аналіз сильних і слабких сторін рішення, зважувати і аналізувати можливості і ризики ухвалених рішень, оцінювати ефективність прийнятих рішень,	
Комунікація	Ведення ділових переговорів для передачі інформації, використовуючи аналіз ситуації, аргументування та контраргументування.	
Автономія та відповідальність	Нести відповідальність за прийняті рішення, у тому числі в нестандартних ситуаціях, відстоювати свої рішення.	
Знання	Знання теоретичних і прикладних положень неперервного та дискретного аналізу, включаючи аналіз нескінченно малих, інтегральне числення, лінійну алгебру, аналітичну геометрію, диференціальні рівняння, функціональний аналіз, комбінаторику, теорію графів, бульову алгебру.	СК 1. Здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів.
Уміння	Ефективно використовувати сучасний математичний апарат в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі аналізу, синтезу та проектування інформаційних систем за галузями	
Комунікація	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію через точність аргументації в математичних викладеннях	
Автономія та відповідальність	Здатність самостійно розв'язувати професійні задачі, використовуючи сучасний математичний апарат і нести відповідальність за отримані розв'язки	
Знання	Знання чисельних методів лінійної та нелінійної алгебри, наближення функцій, методів чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, рішення рівнянь в частинних похідних, теоретичних особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач.	
Уміння	Використовувати математичні пакети та розробляти програми реалізації чисельних методів, обґрунтовано вибирати чисельні методи при розв'язанні інженерних задач в процесі проектування та моделювання інформаційних і програмних систем і технологій, оцінювати ефективність чисельних методів, зокрема збіжність, стійкість та трудомісткість реалізації.	
Комунікація	Здатність обґрунтовувати власну точку зору на задачу, що розв'язується, спілкуватися з колегами, клієнтами, партнерами щодо конкретних питань проектування та моделювання інформаційних і програмних систем і технологій, складати аналітичні звіти, доповіді у письмовій формі та виступати з результатами власної роботи на нарадах, конференціях тощо	СК 4. Здатність опанувати сучасні технології математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти обчислювальні моделі та алгоритми чисельного розв'язання задач математичного моделювання з урахуванням похибок наближеного чисельного розв'язання професійних задач.
Автономія та відповідальність	Здатність самостійно визначити постановку задачі, вибирати чисельний метод для її розв'язання, гарантувати задану точність виконаних обчислень та відповідати за отримані розв'язки.	
Знання	Знання понять операції, операційної системи, моделі операції, етапи розробки моделі операції; класифікацію економіко-математичних моделей і методів; принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; методи розв'язання задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного, динамічного програмування; особливості побудови та розв'язання багатокритеріальних задач.	
Уміння	Формулювати мету управління організаційно-технічною та економічною системами, формувати систему критеріїв якості управління, будувати математичну модель задачі, вибирати та застосовувати відповідний метод розв'язування задачі оптимізації, знаходити її	СК 5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні рішення, будувати моделі оптимального вибору управління з урахуванням змін параметрів економічної ситуа-

	оптимальний розв'язок, коригувати модель й розв'язок на основі отриманих нових знань про задачу й операцію, виробляти управлінське рішення щодо досліджуваної операції й виконання цього рішення, застосовувати програмні засоби для пошуку оптимальних рішень задач організаційно-економічного управління.	ції, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.
Комунікація	Здатність обґрунтовувати власну точку зору на задачу, що розв'язується, спілкуватися з колегами, клієнтами, партнерами щодо конкретних питань діяльності підприємства, установи, організації, складати аналітичні звіти, доповіді у письмовій формі та виступати з результатами власної роботи на нарадах, конференціях тощо .	
Автономія та відповідальність	Здатність самостійно розв'язувати задачі професійної діяльності із залученням сучасних методів, технічної та наукової літератури, використанням сучасного програмного забезпечення; виконання окремих функцій організаційно-технічного управління, пов'язаних з обробкою інформації, побудовою моделей аналізу ситуацій, підготовкою рішень щодо оптимізації діяльності, функціонування інформаційних систем організації.	

Таблиця 2. Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна, програмні результати навчання

<i>Програмні результати навчання</i>		<i>Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач</i>
Знання	Знання способів і методів навчання, методів самоосвіти, основ наукової та дослідницької діяльності, методів пошуку, збору, аналізу та обробки інформації.	ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
Уміння	Оцінювати предмет навчальної діяльності, визначати загальну мету і конкретні задачі, вибирати адекватні засоби їх розв'язання для досягнення результату, здійснювати необхідний самоконтроль, використовувати довідкову літературу і технічну документацію, розвивати та застосовувати у професійній діяльності свої творчі здібності, організовувати робоче місце, планувати робочий час.	
Комунікація	Використання комунікативної компетентності для ефективної взаємодії в різних сферах спілкування; відбір і систематизація інформаційних матеріалів з метою спілкування в професійній сфері, використання засобів масової комунікації для отримання, перероблення і створення актуальної інформації у вигляді документів, рефератів, доповідей, статей, інтерв'ю; вдосконалення особистісної комунікаційної компетентності на основі навичок і вмій міжособистісної комунікації.	
Автономія та відповідальність	Відповідально ставитися до професійних обов'язків та виконуваної роботи, проявляти самостійність в здійсненні самостійних узагальнень, прийняття самостійних рішень і виконання самостійних дій у процесі подолання навчальних труднощів, спираючись на власний досвід творчого	

	розв'язання поставлених проблем.	
Знання	Знання методів, способів та технологій збору інформації з різних джерел, контент-аналізу документів, аналізу та обробки даних.	ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
Уміння	Використовувати технології та інструментарії пошукових систем, методи інтелектуального аналізу даних і текстів, здійснювати опрацювання, інтерпретацію та узагальнення даних.	
Комунікація	Використання системи документо-інформаційних комунікацій для задоволення інформаційних потреб в галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій.	
Автономія та відповідальність	Самостійність при опрацюванні, інтерпретації та узагальненні даних, відповідальність за оперативність, точність і достовірність подачі інформації.	
Знання	Знання принципів командної роботи, командних цінностей, основ конфліктології. Знання методології управління ІТ проектами, стандартів РМВОК, програмного інструментарію для управління ІТ проектами	ЗК 10. Здатність бути критичним і самокритичним.
Уміння	Будувати зв'язки та відносини з людьми, враховувати точку зору колег, розуміти інших людей, виражати довіру команді, визнавати свої помилки, уникати та запобігати конфліктам, стримувати особисті амбіції. Здійснювати підбір і підготовку інформації та задач проектній команді, ставити цілі і формулювати завдання для реалізації проектів і програм	
Комунікація	Планування комунікацій в команді та із замовниками, дотримання коректної поведінки, терпимості, порядку, визнанню чужої думки і коректної дискусії, подоланню егоїстичних поглядів, принципів самокритичності, поширення інформації про хід виконання робіт	
Автономія та відповідальність	Вільне висловлювання своїх думок при роботі в команді, відповідальність за результати роботи команди, відповідальність лідера перед командою.	
Знання	Професійні знання в області комп'ютерних наук, знання методичних підходів до процедур підготовки і ухвалення рішень організаційно-управлінського характеру, порядку поведінки в нестандартних ситуаціях	ЗК 12. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
Уміння	Проводити аналіз сильних і слабких сторін рішення, зважувати і аналізувати можливості і ризики ухвалених рішень, оцінювати ефективність прийнятих рішень,	

Комунікація	Ведення ділових переговорів для передачі інформації, використовуючи аналіз ситуації, аргументування та контраргументування.	ЗК 13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
Автономія та відповідальність	Нести відповідальність за прийняті рішення, у тому числі в нестандартних ситуаціях, відстоювати свої рішення.	
Знання	Знання міжнародних стандартів з оцінки якості програмного забезпечення, управління та обслуговування ІТ сервісів, моделі оцінки зрілості процесів розробки ПЗ, методів забезпечення якості ІТ систем.	
Уміння	Застосовувати у роботі міжнародні стандарти з оцінки якості програмного забезпечення, управління та обслуговування ІТ сервісів, моделі оцінки зрілості процесів розробки ПЗ.	
Комунікація	Розроблення планів комунікацій в проєкті; підготовляти та ведення нарад; виявлення проблем і діагностика конфліктів при виконання робіт.	
Автономія та відповідальність	Нести відповідальність за якість виконуваних робіт, забезпечення виконання зобов'язань за договором.	
Знання	Знання теоретичних і прикладних положень неперервного та дискретного аналізу, включаючи аналіз нескінченно малих, інтегральне числення, лінійну алгебру, аналітичну геометрію, диференціальні рівняння, функціональний аналіз, комбінаторику, теорію графів, бульову алгебру.	СК 1. Здатність до математичного та логічного мислення, формулювання та досліджування математичних моделей, зокрема дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, інтерпретування отриманих результатів.
Уміння	Ефективно використовувати сучасний математичний апарат в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі аналізу, синтезу та проєктування інформаційних систем за галузями	
Комунікація	Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію через точність аргументації в математичних викладеннях	
Автономія та відповідальність	Здатність самостійно розв'язувати професійні задачі, використовуючи сучасний математичний апарат і нести відповідальність за отримані розв'язки	
Знання	Знання стандартів, методів, технологій і засобів управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій.	СК 10. Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.
Уміння	Використовувати методології, технології та інструментальні засоби управління життєвим циклом інформаційних систем, програмного забезпечення, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог і обмежень замовника, вміння готувати проєктну документацію (техніко-економічне обґрунтування, технічне завдання, бізнес-план, креативний	

	бриф, угоду, договір, контракт та ін.).	
Комунікація	Здатність здійснювати та розвивати комунікації з українськими та зарубіжними партнерами, поточну взаємодію і спільне опрацювання прийнятих рішень та ініціатив з розвитку співпраці: проведення ділових переговорів з питань розробки інформаційних і програмних систем.	
Автономія та відповідальність	Здатність в команді реалізувати моделі життєвого циклу в сучасних методологіях розробки інформаційних і програмних систем, самостійно приймати рішення щодо підвищення ефективності проекту та зміни бізнес-процесів організації.	

Розділ 3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Моделювання соціально-економічних процесів.

Тема 1. Моделювання соціально-економічних процесів.

Соціально-економічні системи. Вимоги до математичних моделей. Теорія виробництва. Простір витрат та виробничі функції. Виробництво і вартість. Мінімізація вартості. Моделі поведінки фірми. Неокласична теорія однопродуктивної фірми. Фірма в умовах конкуренції. Порівняльна статика фірми. Теорія багатопродуктивної фірми. Багатопродуктова модель «витрати-випуск» Леонт'єва. Міжгалузевий баланс. Модель Леонт'єва. Модель міжгалузевої залежності цін. Аналіз продуктивності моделі «витрати-випуск». Міжгалузева модель Леонт'єва-Форда. Макроекономічна нестабільність. Цикли ділової активності, безробіття, інфляція. Модель економічного циклу Хікса. Безробіття. Закон Оукена. Інфляція і процентні ставки. Ефект Фішера.

Модуль 2. Моделювання еколого-економічної взаємодії.

Тема 2. Моделювання еколого-економічної взаємодії.

Моделювання екологічних процесів. Особливості екосистем. Принципи математичного моделювання екологічних систем. Довгостроковий прогноз стану навколишнього середовища. Модель задачі прогнозування стану повітряного басейну. Регіональна модель розвитку виробництва з врахуванням шкоди навколишнього середовища. Моделювання впливу атмосферних забруднень на с/г виробництво. Оптимізація структури посівних площ з врахуванням забруднення навколишнього середовища. Ізольовані популяції. Модель популяції із зовнішнім джерелом енергії. Модель логістичного росту. Моделювання чисе-

льності хворих в популяції в період епідемії. Взаємодія декількох біологічних видів. Співіснування двох видів, що борються за спільну їжу. Два види, один з яких пожирає інший (тип „хижак-жертва”).

Розділ 4. Тематичний план навчальної дисципліни

Таблиця 4 – Тематичний план навчальної дисципліни «Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів»

Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання семінарського, практичного або лабораторного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
Модуль 1. Моделювання соціально-економічних процесів					
<u>Лекція 1.</u> Соціально-економічні системи. Методи моделювання.	2	<u>Лабор. заняття 1-2.</u> Теорія виробництва. Моделювання діяльності підприємства.	4	опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	10
<u>Лекція 2-3.</u> Теорія виробництва.	4	<u>Лабор. заняття 3-4.</u> Балансові моделі. Моделі міжгалузевих балансу.	4	опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	10
<u>Лекція 4.</u> Багатопродуктова модель «витрати-випуск» Леонт'єва.	2	<u>Лабор. заняття 5-6.</u> Міжгалузєва модель Леонт'єва-Форда.	4	опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	10

<u>Лекція 5-6.</u> Макроекономічна нестабільність. Цикли ділової активності, безробіття, інфляція.	4	<u>Лабор. заняття 7-8.</u> Макроекономічна нестабільність. Моделі економічних циклів. <u>Лабор. заняття 9.</u> Модульна контрольна робота №1.	4 2	опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	15
Модуль 2. Моделювання еколого-економічної взаємодії					
<u>Лекція 7.</u> Довгостроковий прогноз стану навколишнього середовища.	2	<u>Лабор. заняття 10-11.</u> Довгостроковий прогноз стану навколишнього середовища: прогнозування стану повітряного басейну.	4	опрацювати опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	10
<u>Лекція 8.</u> Моделювання діяльності промислового виробництва.	2	.			
<u>Лекція 9-10.</u> Моделювання впливу атмосферних забруднень на с/г виробництво.	4	<u>Лабор. заняття 12-13.</u> Модель промислового виробництва регіону з врахуванням забруднення навколишнього середовища	4	опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	10
<u>Лекція 11.</u> Оптимізація структури посівних площ з врахуванням забруднення навколишнього середовища.	2			опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	10
<u>Лекція 12-13.</u> Ізольовані популяції.	4	<u>Лабор. заняття 14-15.</u> Моделювання життєдіяльності ізольованих популяцій. <u>Лабор. заняття 16.</u> Взаємодія декількох біологічних видів. <u>Лабор. заняття 17.</u> Модульна контрольна робота	4 2 2	опрацювати лекційний матеріал, готуватись до лабораторних занять, виконувати домашні завдання, опрацювати дистанційний курс	15
Разом	26		34		90

Розділ 5 «Система оцінювання знань студентів»

Таблиця 5 – Розподіл балів за результатами вивчення навчальної дисципліни

Підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни розраховується через поточне оцінювання

Форма навчальної роботи	Вид навчальної роботи	Бали
1. Аудиторна		
1.1. Лекції	Відвідування	20
1.2. Лабораторні заняття	Робота на лабораторних заняттях	20
2. Самостійна та індивідуально-консультативна робота.	Виконання індивідуального завдання з модульного контролю	
Модульний контроль	Модульний контроль	20
3. Підсумковий контроль	іспит	40
Всього		100

Таблиця 6 – Шкала оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами вивчення навчальної дисципліни

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	Відмінно
82–89	B	Дуже добре
74–81	C	Добре
64–73	D	Задовільно
60–63	E	Задовільно достатньо
35–59	FX	Незадовільно з можливістю проведення повторного підсумкового контролю
0–34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни та проведенням підсумкового контролю

Розділ 6 «Інформаційні джерела»

1. Ляшенко І.М., Коробова М.В., Столяр А.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. – К.: Навчальна книга Богдан. – 2006. – 304 с.

2. Ляшенко І.М., Мукоєд А.П. Моделювання біологічних та екологічних процесів. – К.: Київський університет. – 2002. – 340 с.

3. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. – К.: «КМ Академія». – 2002. – 203 с.

4. Математическое моделирование в экономике: Учеб. пособие / Л.Э. Хазанова. – К.: Изд-во БЕК, 1998. – 141 с.

5. Математическое моделирование в экологии: Учеб. пособие / А.С. Гринин; Н.А. Орехов ; В.Н. Новиков. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 269 с.

6. Математическое моделирование в экономике / Е.С. Кундышева; Под ред. Б.А. Суслаков. – М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2004. – 352 с. + Лабораторный практикум OPROS_SYSTEM.

7. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник / В.В. Богобоящий ; К.Р. Курбанов ; П.Б. Палій ; В.М. Шмандій. - К.: Центр навчальної літератури , 2004. – 216 с.

б) додаткова література

1. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук. – М.: Наука. Гл. ред. физико-мат. лит-ры, 1982. – 320 с.

2. Моделирование глобальных экономических процессов: Учеб. пособие / Под ред. В.С. Дадаян. – М. : Экономика , 1984. – 320 с.

3. Математическое моделирование иерархических систем с приложениями к биологии и экономике / М.К. Чернышев; М.Ю. Гаджиев. – М.: Наука, 1983. – 92 с.

Розділ 7 «Програмне забезпечення навчальної дисципліни»

Пакет програмних продуктів Microsoft Office.