

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра системного аналізу та управління



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

Желдак Т.А.

« 31 » серпня 20 23 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів»

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	124 Системний аналіз
Освітній рівень.....	Бакалавр
Освітньо-професійна програма	Системний аналіз
Спеціалізація	
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредитів ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	екзамен
Термін викладання	7-й семестр
Мова викладання	українська

Викладач: к.ф.-м.н., проф. каф. САУ Ус Світлана Альбертівна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів» для бакалаврів спеціальності 124 «Системний аналіз» / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. сист. аналізу та упр. – Д. : НТУ «ДП», 2023. – 13 с.

Розробник – Ус С.А.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 124 Системний аналіз (протокол № 3 від 01.09.2023).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури.....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	12

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Системний аналіз» Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 124 «Системний аналіз» 2020 р здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф25 «Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів» віднесено такі результати навчання:

ПР14	Розуміти і застосовувати на практиці методи статистичного моделювання і прогнозування, оцінювати вихідні дані.
ПР18	Знати основи математичного моделювання, вміти будувати та досліджувати математичні моделі природних, техногенних, економічних і соціальних об'єктів та процесів.

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо обґрунтованого застосування математичних моделей для опису і прогнозування екологічних, соціальних і економічних процесів.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПР18	ПР18-25.1	Знати основні підходи до математичного моделювання, вимоги, що висуваються до моделей. Інструментарій математичного моделювання
	ПР18-25.2	Вміти будувати та досліджувати статистичні моделі. Застосовувати їх для моделювання природних, економічних і соціальних об'єктів та процесів.
	ПР18-25.3	Вміти моделювати природні та соціальні процеси за допомогою диференційних рівнянь.
	ПР18-25.4	вміти будувати та застосовувати когнітивні моделі для дослідження природних, техногенних, економічних і соціальних об'єктів та процесів.
ПР14	ПР14-25.1	Здійснювати підготовку та аналіз статистичних даних при моделюванні
	ПР14-25.2	Застосовувати сучасні методи статистичного моделювання та прогнозування для моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Б3 Дискретна математика	ПР 2 Вміти розпізнавати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою; застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій тощо.
Ф10 Теорія ймовірностей та математична статистика	ПР 3 Вміти визначати ймовірнісні розподіли стохастичних показників та факторів, що впливають на характеристики досліджуваних процесів, досліджувати

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
	властивості та знаходити характеристики багатовимірних випадкових векторів та використовувати їх для розв'язання прикладних задач, формалізувати стохастичні показники та фактори у вигляді випадкових величин, векторів, процесів.
Ф3 Диференційні рівняння	ПР 4 Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем; диференціальних рівнянь в частинних похідних, в тому числі рівнянь математичної фізики.
Ф12 Методи оптимізації та дослідження операцій	ПР 7 Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	22	38	-	-	8	52
практичні	60	22	38	-	-	8	52
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	44	76	-	-	16	104

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
	ЛЕКЦІЇ	60	60
ПР18-25.1	1 Моделі і моделювання	4	4
	Поняття моделі і моделювання, необхідність моделювання, мета і задачі моделювання, сфери використання моделей		
	Принципи системного підходу при моделюванні систем		
	Математичне моделювання. Класифікація математичних моделей		

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
	Основні процедури математичного моделювання, інструментарій, який використовується при математичному моделюванні		
ПР18-25.2 ПР14-25.1 ПР14-25.2	2 Ймовірнісні моделі систем довкілля Статистичні моделі Моделі Монте-Карло Моделі Маркова Прогнозування на основі статистичних моделей	14	14
ПР18-25.3 ПР14-25.1 ПР14-25.2	3 Моделювання екологічних систем за допомогою диференційних рівнянь Загальні принципи використання диференційних рівнянь для опису екологічних систем Поняття стаціонарного розв'язку Моделі розвитку популяцій Моделі розповсюдження забруднення у водному та повітряному середовищі Моделювання розповсюдження та перебігу епідемій	14	14
ПР18-25.3 ПР18-25.4 ПР14-25.1 ПР14-25.2	4 Моделювання соціальних процесів Основні задачі моделювання соціальних процесів Особливості моделювання соціальних процесів. Дискретні математичні моделі Використання графових моделей для моделювання соціальних процесів. Когнітивне моделювання та когнітивний аналіз	10	10
ПР18-25.4 ПР14-25.1 ПР14-25.2	5 Імітаційне моделювання Поняття імітаційного моделювання. Мета і сфери застосування імітаційного моделювання Види імітаційного моделювання Агентне моделювання Системи імітаційного моделювання	10	10
ПР18-25.1 ПР18-25.2 ПР14-25.1	6 Моделювання економічних процесів Процеси, що підлягають моделюванню Основні моделі, що застосовуються для моделювання економічних процесів	8	8
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60	60
ПР18-25.1	1 Побудова простих моделей систем	10	10
ПР18-25.2 ПР14-25.1 ПР14-25.2	2. Розробка лінійної регресійної моделі впливу скиду стічних вод підприємства на якість річкової води у контрольному створі	10	10
ПР18-25.3 ПР14-25.1	3. Моделювання якості стічних вод на основі диференційних рівнянь	10	10
ПР18-25.3	4. Використання моделювання для прогнозування забруднення повітря	10	10
ПР18-25.4 ПР14-25.1	5. Побудова когнітивних моделей соціальних процесів	5	5

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових (денна форма), години	Обсяг складових (заочна форма), години
Самостійна робота			
ПР18-25.4 ПР14-25.1 ПР14-25.2	1. Побудова імітаційної моделі процесу за власним вибором	15	15
РАЗОМ		180	180

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховується, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації.

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності студента за вимогами НРК до 6-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Студент на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються студентам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
	або індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного або індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком дескрипторам, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожного дескриптора НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

**Загальні критерії досягнення результатів навчання
для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Інтегральна компетентність – здатність особи вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
Знання		
♦ Концептуальні наукові та практичні знання, критичне осмислення теорій, принципів, методів і понять у сфері професійної діяльності та/або навчання	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: - спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; - критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить негрубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння		
● поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності або навчання	Відповідь характеризує уміння: - виявляти проблеми; - формулювати гіпотези; - розв'язувати проблеми; - оновлювати знання; - інтегрувати знання; - провадити інноваційну діяльність; - провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності з негрубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь незадовільний	<60
Комунікація		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ донесення до фахівців і нефахівців інформації, ідей, проблем, рішень, власного досвіду та аргументації ◆ збір, інтерпретація та застосування даних ◆ спілкування з професійних питань, у тому числі іноземною мовою, усно та письмово 	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). Мова:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильна; - чиста; - ясна; - точна; - логічна; - виразна; - лаконічна. <p>Комунікаційна стратегія:</p> <ul style="list-style-type: none"> - послідовний і несуперечливий розвиток думки; - наявність логічних власних суджень; - доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; - правильна структура відповіді (доповіді); - правильність відповідей на запитання; - доречна техніка відповідей на запитання; - здатність робити висновки та формулювати пропозиції; - використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69

Дескриптори НРК	Вимоги до знань, умінь, комунікації, автономності та відповідальності	Показник оцінки
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Автономність та відповідальність</i>		
<ul style="list-style-type: none"> ♦ управління складною технічною або професійною діяльністю чи проектам ♦ спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах ♦ формування суджень, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти ♦ організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп ♦ здатність продовжувати навчання із значним ступенем автономії 	Відмінне володіння компетенціями: <ul style="list-style-type: none"> - використання принципів та методів організації діяльності команди; - ефективний розподіл повноважень в структурі команди; - підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); - стресовитривалість; - саморегуляція; - трудова активність в екстремальних ситуаціях; - високий рівень особистого ставлення до справи; - володіння всіма видами навчальної діяльності; - належний рівень фундаментальних знань; - належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями автономності та відповідальності з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями автономності та відповідальності (рівень фрагментарний)	60-64
Рівень автономності та відповідальності незадовільний	<60	

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання.
Дистанційна платформа Moodle.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основні

1. Бараннік В.О. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Навч. посібник / В.О. Бараннік. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 85 с.
2. Буртняк І.В. Імітаційне моделювання: методичні рекомендації для студентів спеціальності економічна кібернетика. / Буртняк І.В.; М-во освіти і науки України. Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, 2019. – 97 с
3. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – Київ: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. – 115 с.
4. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. / П. І. Ковальчук. – Київ: Либідь, 2003. – 208 с.
5. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології / В.І. Лаврик. – Київ: Фітоцентр, 1998. – 132 с.
6. Математичні моделі і методи прийняття рішень для сталого розвитку: навч. посіб. / О.В. Трифонова, Л.В. Тимошенко, С.А. Ус – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 240 с.
7. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: навч. посібник / С. В. Козир, В. В. Слесарев, С. А. Ус, Т. В. Хом'як. М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2022. – 163 с.
8. Моделювання та прогнозування якості навколишнього середовища навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.М. Багрій, М.М. Біляєв, І.І. Дуднікова, Є.Д. Коренюк, В.К. Хрущ; М-во освіти і науки України. Дніпро: Вид-во „Наука і освіта”, 2004, 237 с
9. Новицький І.В. Теорія ймовірності й математична статистика: навч. посіб. / І.В.Новицький, С.А. Ус. / М-во освіти і науки України, Нац. гірн.ун-т. – Дніпро : НГУ. – 2010. – 179 с.
10. Ус С.А. Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів. Методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань з дисципліни студентами спеціальності 124 «Системний аналіз» / С.А. Ус; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 82 с.
11. Ус С. А. Моделювання сталого розвитку: навч. посіб. / С. А. Ус, Л. Л. Палехова; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», – 2022. – 144 с.
12. Ус С. А., Палехова Л. Л. Моделювання сталого розвитку територій: навч. посіб. / С.А.Ус – М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023.

Додаткові

1. Robert E Shannon Systems Simulation the art and science / Prentice-Hall, 1975. – 387 p.
2. Fred S. Roberts Discrete Mathematical Models, with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems / Prentice-Hall, 1976. – 559
3. Us S., Tymoshenko L. The management modeling of ecological and economic system. Sustainable production and consumption in industry: challenges and opportunities. Collection of scientific articles. Ed.: Shvets V., Paliekhova L. Dnipro-Cottbus: Accent, 2022 (184 p.). P. 179 – 182.
4. Тимошенко Л. В., Ус С. А. Когнітивне моделювання в управлінні підприємницькою структурою як еколого-економічною системою. Економічний вісник НГУ. 2020. № 4 (72). С. 89-100.

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Моделювання економічних, екологічних і соціальних процесів» для бакалаврів
Спеціальності 124 «Системний аналіз»

Розробник: Світлана Альбертівна Ус

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
4960050, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19