

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

ФАКУЛЬТЕТ № 4

**КАФЕДРА ГОСПОДАРСЬКО-ПРАВОВИХ ДИСЦИПЛІН ТА
ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

Галузь знань 05 Соціальні та поведінкові науки
Спеціальність 051 «Економіка»
Освітній ступінь перший бакалаврський
Освітньо-професійна програма Економічна безпека підприємства
Шифр за ОПП: ОК - 22
Мова навчання: українська

Розробник:
СИРМАМІІХ Ірина, доцент кафедри
господарсько-правових дисциплін та
економічної безпеки,
кандидатка економічних наук, доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
господарсько-правових дисциплін та економічної безпеки факультету №4
ДонДУВС
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 року

Завідувач кафедри



Сергій ВАСИЛЬЄВ

Робочу програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми
Економічна безпека підприємства
«25» серпня 2023 р.

Гарант ОПП



Олена ГУЗЕНКО

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри - розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача

1. ВСТУП

1.1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Мова навчання:	українська	
Статус навчальної дисципліни:	Нормативна	
Кількість кредитів:	5	
Загальна кількість годин:	150	
Модулів:	1	
Змістових модулів:	1	
Рік підготовки	3-й	3-й
Семестр:	5-й	5-й
Лекції:	20	8
Семінарські:	30	8
Практичні:	–	–
Самостійна робота:	100	134
Індивідуальні завдання (курсова робота):	не передбачено	
Підсумковий семестровий контроль:	Залік	
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:	1:2	1:8

1.2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Економіко-математичні методи і моделі» є формування у майбутніх фахівців теоретичних знань і компетентностей щодо принципів і інструментарію побудови економіко-математичних моделей, методів їх розв'язання та використання для обґрунтованого прийняття управлінських рішень в реальних умовах.

Завдання дисципліни є:

- засвоєння здобувачами економіко-математичних методів і моделей, що використовуються для аналізу складних економічних процесів;
- опанування практичними навичками побудови економіко-математичних моделей та методів їх розв'язання;
- набуття навичок інтерпретування результатів економіко-математичного моделювання, їх застосування для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

1.3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Економіко-математичні методи та моделі» вивчається на 3 році навчання у 5-му семестрі бакалаврського рівня підготовки здобувачів вищої освіти і, відповідно, до структурно-логічної схеми освітньо-професійної програми «Економіка», передумовою вивчення даного освітнього компоненту є «Вища математика для економістів», «Економічна теорія», «Статистика», «Макроекономіка», «Мікроекономіка».

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

	ПРН	
	ПРН 5	ПРН 8
Застосовувати аналітичний та методичний інструментарій для обґрунтування пропозицій та прийняття управлінських рішень різними економічними агентами (індивідуумами, домогосподарствами, підприємствами та органами державної влади.	+	
Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення економічних задач		+

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні

знати:

- концептуальні засади, принципи та інструментарій побудови економіко-математичних моделей, методи їх розв'язання та аналізу;
- основні класи економіко-математичних моделей, що використовуються для дослідження економічних процесів;
- ідеї та приклади застосування методів лінійного, цілочислового, нелінійного, динамічного програмування, основ теорії ігор та регресійного аналізу;
- програмне забезпечення економіко-математичного моделювання.

вміти:

- вибрати метод та модель, побудувати вибрану модель, дати оцінку точності та адекватності моделі, обґрунтувати можливість та сферу використання на практиці;
- використовувати програмні продукти в економіко-математичному моделюванні;

володіти:

- навичками вирішення конкретних завдань і проблем, які можуть виникати в професійній діяльності, за допомогою економіко-математичних методів та моделей.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	денна форма навчання				заочна форма навчання					
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	ср		л	п/с	лаб	ср
МОДУЛЬ 1										
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЕКОНОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ										
ТЕМА 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки	14	2	2		10	14	2	-	-	12
ТЕМА 2. Економетричні моделі. Загальні положення	13	2	2		9	13	2	-	-	112
ТЕМА 3. Лінійні економетричні моделі	15	2	4		9	15	-	1	-	14
ТЕМА 4. Нелінійні економетричні моделі	15	2	4		9	15	-	1	-	14
ТЕМА 5. Узагальнені економетричні моделі	13	2	2		9	13	-	-	-	13
ТЕМА 6. Симулятивні моделі	13	2	2		9	13	-	2	-	11
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ										
ТЕМА 7. Оптимізаційні економіко-математичні моделі	13	2	2		9	15	2	-	-	13
ТЕМА 8. Задача лінійного програмування та методи її розв'язання	13	2	4		9	14	-	2	-	12
ТЕМА 9. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач	13	2	2		9	14	2	-	-	12
ТЕМА 10. Транспортна задача	15	2	4		9	14	-	2	-	12
ТЕМА 11. Цілочислове програмування	11	-	2		9	12	-	-	-	12
Усього годин	150	20	30	-	100	150	8	8	-	134

Змістовий модуль 1. ЕКОНОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки

Сутність моделювання як методу наукового пізнання. Математичне моделювання економіки, його особливості і принципи. Класифікація економіко-математичних моделей. Етапи економіко-математичного моделювання. Розвиток ідеї та методології економіко-математичного моделювання.

Тема 2. Економетричні моделі. Загальні положення

Загальні засади та принципи економетричного моделювання. Визначення економетричної моделі та її особливості. Складові економетричної моделі. Інформаційна база економетричних моделей. Класифікація економетричних моделей. Етапи та задачі економетричного дослідження. Використання сучасних програмних засобів в економетричних дослідженнях і моделюванні.

Тема 3. Лінійні економетричні моделі

Визначення лінійної економетричної моделі. Теоретична і вибіркова модель. Модель парної і множинної регресії. Основні положення класичного лінійного регресійного аналізу. Оцінювання параметрів лінійної класичної регресійної моделі 1МНК Властивості 1МНК - оцінок.

Верифікація лінійної економетричної моделі. Показники якості і адекватності моделі. Перевірка статистичної значущості моделі в цілому. Перевірка статистичної значущості параметрів моделі і вибіркового коефіцієнта кореляції. Побудова інтервалів довіри для параметрів моделі та їх інтерпретація.

Прогнозування економічних показників на основі лінійної економетричної моделі. Економіко-математичний аналіз на основі моделі лінійної регресії.

Тема 4. Нелінійні економетричні моделі

Поняття про нелінійну регресію. Типи нелінійних економетричних моделей. Основні види нелінійних економетричних моделей. Методи оцінювання параметрів нелінійних моделей регресії. Прогнозування та аналіз за моделями нелінійної регресії.

Тема 5. Узагальнені економетричні моделі

Поняття узагальненої економетричної моделі. Основні випадки порушення положень(припущень) класичного лінійного регресійного аналізу – мультиколінеарність, гетероскедастичність і автокореляція залишків.

Мультиколінеарність, її природа і причини виникнення. Наслідки мультиколінеарності. Тестування наявності мультиколінеарності. Ш-ляхи і засоби усунення мультиколінеарності. Оцінювання параметрів економетричної

моделі у випадку мультиколінеарності.

Гетероскедастичність залишків, її природа і причини виникнення. Наслідки гетероскедастичності. Тестування наявності гетероскедастичності. Оцінювання параметрів економетричної моделі при наявності гетероскедастичності. Верифікація узагальненої економетричної моделі у випадку гетероскедастичності. Прогнозування у випадку гетероскедастичності.

Автокореляція залишків, її природа і причини виникнення. Види автокореляції залишків. Наслідки автокореляції залишків. Тестування автокореляції залишків. Оцінювання параметрів економетричної.

Тема 6. Симулятивні моделі

Поняття про одночасну і багатосторонню залежність економічних показників. Визначення і приклади симулятивних моделей. Структурна і приведена (прогнозна) форма економетричних моделей у вигляді системи одночасних рівнянь. Проблема ідентифікації економетричних симулятивних моделей. Методи оцінювання параметрів симулятивних моделей. Прогнозування і економіко-математичний аналіз на основі симулятивних моделей. Системи незалежних регресій. Рекурсивні симулятивні моделі.

Змістовий модуль 2. ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ

Тема 7. Оптимізаційні економіко-математичні моделі

Оптимізація і прийняття рішень в економіці. Задача оптимізації в економіці та її складові. Оптимізаційні економіко-математичні моделі, їх характеристика та класифікація. Методи і моделі математичного програмування та їх особливості. Класифікація задач математичного програмування.

Тема 8. Задача лінійного програмування та методи її розв'язання

Задача лінійного програмування та її особливості. Економічна та геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування. Загальна задача лінійного програмування. Форми запису задачі лінійного програмування. Стандартна та канонічна задачі лінійного програмування. Методи розв'язання задачі лінійного програмування: графічний, симплекс-метод, метод штучного базису. Використання програмних засобів для розв'язання задач лінійного програмування.

Тема 9. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач

Двоїста задача лінійного програмування та її економічна інтерпретація. Взаємозв'язок між прямою та двоїстою задачами лінійного програмування. Основні теореми двоїстості. Двоїсті оцінки, їх зміст, властивості та практичне застосування. Аналіз чутливості розв'язків задач лінійного програмування. Використання програмних засобів для аналізу чутливості розв'язків задач

лінійного програмування

Тема 10. Транспортна задача

Постановка задачі, її економічний зміст і математична модель. Закрита і відкрита модель транспортної задачі. Етапи розв'язання закритої транспортної задачі. Методи побудови початкового опорного плану та його покращання. Розв'язання закритої транспортної задачі. Використання програмних засобів для розв'язання транспортної задачі.

Тема 11. Цілочислове програмування

Задача цілочислового програмування та її особливості. Економічна та геометрична інтерпретація задачі цілочислового програмування. Методи розв'язання задачі цілочислового програмування. Використання програмних засобів для розв'язання задач цілочислового програмування.

5. Порядок оцінювання результатів

Оцінювання знань здобувачів та здобувачок вищої освіти здійснюється за уніфікованою системою, яка поширюється на всі навчальні дисципліни незалежно від обсягу та тривалості викладання.

Для денної форми навчання система передбачає:

Вид контролю	Кількість балів	Методика розрахунку балів
Робота на практичних заняттях	30 балів	За відповідною формулою
Самостійна робота	10 балів	Виконання індивідуальних завдань з кожної теми
Модульний контроль	20 балів	За відповідною формулою
Підсумковий контроль (залік)	40 балів	За відповідною формулою

Для заочної форми навчання система передбачає:

Вид контролю	Кількість балів	Методика розрахунку балів
Поточний контроль в тому числі:	40 балів	Підсумкова оцінка за аудиторну роботу + підсумкова оцінка за позааудиторну самостійну роботу
Робота на семінарських заняттях (аудиторна робота)	20 балів	За відповідною формулою
Позааудиторна самостійна робота	20 балів	Виконання індивідуальних завдань з кожної теми
Підсумковий контроль (залік)	60 балів	За відповідною формулою

Види робіт та діяльності здобувачів/здобувачок вищої освіти, за якими оцінюється рівень досягнення результатів навчання, форми проведення контролю, критерії оцінювання:

Семінарські заняття

Робота на семінарських заняттях передбачає усні або письмові відповіді здобувача/здобувачки вищої освіти на теоретичні питання плану семінарського заняття або розв'язування практичних завдань з теми, що оцінюються наступним чином:

5 балів – вичерпна і глибока відповідь (розв'язок) на питання (завдання) семінарського заняття. Здобувач/здобувачка вищої освіти виявляє всебічне, систематичне й глибоке знання матеріалу, глибоко засвоїв основну й додаткову літературу з теми, рекомендовану планом. Доповідає активно й упевнено, не прив'язаний до конспекту. Відповідь вирізняється багатством і точністю використаних термінів. Матеріал викладається послідовно й логічно. У розумінні та викладі навчального матеріалу здобувач/здобувачка виявляє науковий підхід і творчі здібності. Після завершення відповідає на всі питання викладача та аудиторії (викладач має право поставити до трьох коротких питань за темою заняття загалом).

4 бали – здобувач/здобувачка вищої освіти виявляє достатньо повне знання матеріалу, не припускається у відповіді (розв'язку) суттєвих неточностей, засвоїв основну літературу з теми заняття. Дає відповіді на запитання викладача та інших здобувачів та здобувачок. Часто звертається до конспекту.

3 бали – здобувач/здобувачка вищої освіти виявляє знання матеріалу в обсязі, достатньому для подальшого навчання і роботи за спеціальністю. Доповідач/доповідачка прикутий/прикута до конспекту, без допомоги якого не може дати відповідь або розв'язати завдання, припускається помилок. Відповідає на поставлені запитання з помилками, однак спроможний(на) зі сторонньою допомогою виправити їх.

0 балів – здобувач/здобувачка вищої освіти читає з конспекту. Матеріал розкриває проблему поверхово чи фрагментарно. На запитання викладачів та інших здобувачів та здобувачок відповісти не може. Відповіді немає або вона абсолютно не розкриває сутності питання.

Обрахування успішності (кількості балів) здобувача/здобувачки вищої освіти на семінарських заняттях (для групових занять, без розподілу на підгрупи, 1 викладач) здійснюється за формулою:

Для денної форми навчання

$$K = \frac{\text{сума одержаних оцінок (балів)}}{\text{округлити } (0,6 * \text{кількість групових занять}) * 5} * 30 =$$

Для заочної форми навчання

$$K = \frac{\text{сума одержаних оцінок (балів)}}{\text{округлити } (0,6 * \text{кількість групових занять}) * 5} * 20 =$$

Самостійна робота

Самостійна робота над навчальною дисципліною «Економіко-математичні методи та моделі» включає:

- опрацювання теоретичних основ лекційного матеріалу;
- вивчення окремих тем або питань, що передбачені для самостійного опрацювання;
- поглиблене вивчення літератури на задану тему та пошук додаткової інформації;
- підготовку до семінарських занять;
- систематизацію вивченого матеріалу перед підсумковим контролем (заліком).

Завершальним терміном виконання завдань самостійної роботи є день останнього семінарського заняття з дисципліни.

Оцінювання самостійної роботи проводиться на підставі результатів виконання і захисту індивідуальної семестрової розрахункової роботи:

Завдання
<p>I. Побудувати модель парної лінійної регресії та провести її аналіз за схемою:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Знайти лінійний коефіцієнт кореляції Пірсона та зробити висновок про лінійний взаємозв'язок між ознаками.2. Записати загальний вид моделі.3. Перевірити значущість параметрів при $\alpha=0,01$. Побудувати довірчі інтервали для них з $p=0,99$.4. Перевірити адекватність моделі при $\alpha=0,01$.5. Знайти точковий прогноз для X_p та 99% - й довірчий інтервал для очікуваної величини.6. Розрахувати коефіцієнт еластичності (в якості X_i і Y_i взяти середні величини).7. Представити фактичні та модельні дані графічно.
<p>II. Знайти рівняння показникової, степеневої, параболічної і гіперболічної залежностей для даних завдання I. Перевірити адекватність отриманих економіко-математичних моделей при $\alpha=0,01$, визначити найкращу модель. Представити фактичні та модельні дані графічно.</p>
<p>III. Побудувати модель динаміки досліджуваного показника (X – роки, Y – показник відповідно до варіанта), застосувавши для апроксимації лінійну модель та провести її аналіз за схемою:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Представити динамічний ряд графічно.2. Дані динамічного ряду перевірити на наявність автокореляції.3. Записати загальний вид моделі.4. Виконати оцінку моделі на адекватність.5. Зобразити графічно модель.6. Модель, яку побудовано, перевірити на наявність автокореляції залишків при $\alpha = 0,01$.7. Скласти прогноз показника на два роки.
<p>IV. Розв'язати транспортну задачу.</p> <p>У чотирьох пунктах постачання A_1, A_2, A_3, A_4 є в наявності однорідний вантаж у кількостях a_1, a_2, a_3, a_4 відповідно. Потреби в цьому вантажу у пунктах споживання B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 складають b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 одиниць. Відома вартість перевезень C_{ij} одиниці вантажу з пункту A_i до пункту B_j. Скласти план перевезень вантажу з пунктів постачання до пунктів споживання який має мінімальну вартість. При цьому всі вантажі необхідно</p>

Завдання
вивезти з пунктів постачання, а всі потреби пунктів споживання—задовольнити.
V. Навести приклад реальної економічної задачі, яку можна розв'язати за допомогою методів теорії ігор або лінійного програмування. Побудувати її математичну модель, розв'язати цю задачу.

Всього за результатами самостійної роботи здобувач/здобувачка вищої освіти денної форми навчання може набрати 10 балів (у кожному семестрі).

Всього за результатами самостійної роботи здобувач/здобувачка вищої освіти заочної форми навчання може набрати 20 балів (у кожному семестрі).

Модульний контроль (денна форма навчання)

На останньому семінарському занятті з дисципліни «Економіко математичні методи та моделі» для здобувачів денної форми навчання у формі підсумкової контрольної роботи (ПКР) проводиться модульний контроль, який передбачає письмове виконання наступних завдань:

- 10 тестових завдань (вибір одного правильного варіанту);
- 1 теоретичне питання;
- 2 практичних завдання.

Виконання кожної складової частини ПКР оцінюється наступним чином:

Вид завдань	Кількість завдань	Максимальна кількість балів
Частина 1: тестові завдання	10	10
Частина 2: практичні завдання	2	10
Разом	12	20

Кожне тестове завдання Частини 1 оцінюється в 1 бал (якщо обрано правильну відповідь) або 0 балів (якщо обрано невірну відповідь). Тобто при оцінці усіх завдань Частини 1 використовується наступна формула:

Кількість балів = Кількість вірних відповідей \times 1

Відповідь на практичні завдання (Частина 2) ПКР (максимальна кількість - 5 балів за кожне) оцінюється відповідно до наступних критеріїв:

Характеристика	Кількість балів
зроблені коректні вихідні припущення, введені необхідні позначення; хід розв'язання правильний, всі етапи розв'язання є послідовними; розв'язання містить всі необхідні логічні побудови, переходи й обґрунтування; у розв'язанні коректно застосовані всі формули; у розв'язанні правильно й точно виконані всі арифметичні й алгебраїчні дії та спрощення;	5
зроблені коректні вихідні припущення, введені необхідні позначення; хід розв'язання правильний, всі етапи розв'язання є послідовними; розв'язання містить всі необхідні логічні побудови, переходи й обґрунтування; у розв'язанні коректно застосовані всі формули; у розв'язанні допущені одна-дві помилки обчислювального характеру, що не мало наслідками зміну ходи правильного розв'язання задачі, розв'язання завершується спеціально виділеною повною, але, можливо, внаслідок зазначених помилок, неточною відповіддю на поставлене у задачі питання.	4
у наведеному розв'язанні проміжні формули записані вірно, однак порушена	3

Характеристика	Кількість балів
логіка побудови розв'язання; отримана правильна відповідь, однак відсутні важливі логічні зв'язки; у наведеному розв'язанні допущені 3-4 арифметичні помилки, що не мали наслідком зміну ходи правильного розв'язання задачі; у наведеному розв'язанні витримана логіка побудови рішення, однак враховані не всі умови існування рішення; у розв'язанні допущені 3-4 помилки обчислювального характеру, що не мало наслідками зміну ходи правильного розв'язання задачі, розв'язання завершується спеціально виділеною повною, але, можливо, внаслідок зазначених помилок, неточною відповіддю на поставлене у задачі питання.	
у наведеному розв'язанні проміжні формули записані вірно, однак порушена логіка побудови розв'язання; отримана правильна відповідь, однак відсутні важливі логічні зв'язки; у наведеному розв'язанні допущені 3-4 арифметичні помилки, що не мали наслідком зміну ходи правильного розв'язання задачі; у наведеному розв'язанні витримана логіка побудови рішення, однак враховані не всі умови існування рішення; немає остаточної відповіді на поставлене у задачі питання або у розв'язання допущено більш ніж чотири помилки обчислювального характеру, що мали наслідки зміни ходу правильного розв'язання задачі.	2
розв'язання не містить значимих просувань у напрямку одержання правильної відповіді; при розв'язанні задачі використовувалися приблизні, не строгі міркування; у наведеному розв'язанні наведені лише теоретичні відомості з теми.	1
розв'язано задачу з іншою умовою; наведена відповідь, але відсутнє рішення; розв'язання задачі базується на невірних припущеннях; на початковому етапі розв'язання припущена помилка (помилки), що обумовило зміну ступеня складності або ходу правильного розв'язання початкової задачі: взагалі невиконання завдання	0

За результатами перевірки всіх завдань ПКР підраховується загальна сума балів за роботу.

В цілому модульний контроль оцінюється максимально в 20 балів:

19-20 балів – «5» відмінно;

15-18 балів – «4» добре;

10-14 балів – «3» задовільно;

0-9 балів – «0» незадовільно.

Підсумковий контроль

Форма підсумкового контролю є залік.

Залік здійснюється в усній та письмовій формах.

Завдання підсумкового контролю (ПК) являє собою заліковий білет, що містить:

- ✓ 10 тестових завдань (вибір одного правильного варіанту);
- ✓ 1 теоретичне питання;
- ✓ 2 практичних завдання.

Виконання кожної складової частини ПК оцінюється наступним чином:

Вид завдань	Кількість завдань	Максимальна кількість балів
Частина 1: тестові завдання	10	10
Частина 2: теоретичне питання	1	5
Частина 3: практичні завдання	2	10
Разом	13	25

Кожне тестове завдання Частини 1 оцінюється в 1 бал (якщо обрано правильну відповідь) або 0 балів (якщо обрано невірну відповідь). Тобто при оцінці усіх завдань Частини 1 використовується наступна формула:

$$\text{Кількість балів} = \text{Кількість вірних відповідей} \times 1$$

Відповіді на теоретичне питання ПК оцінюються окремо за 5-бальною системою:

Характеристика	Кількість балів
В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його виклав, глибоко та всебічно розкрив зміст теоретичного питання.	5
Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його виклав під час письмової відповіді, в основному розкрив зміст теоретичного питання. Але не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	4
Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування), допускаючи при цьому суттєві неточності,	3
Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшої частини теоретичного питання, допускаючи при цьому суттєві помилки.	2
Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичного питання	0

Відповідь на практичні завдання (Частина 3) ПК (максимальна кількість - 5 балів за кожне) оцінюється відповідно до наступних критеріїв:

Характеристика	Кількість балів
зроблені коректні вихідні припущення, введені необхідні позначення; хід розв'язання правильний, всі етапи розв'язання є послідовними; розв'язання містить всі необхідні логічні побудови, переходи й обґрунтування; у розв'язанні коректно застосовані всі формули; у розв'язанні правильно й точно виконані всі арифметичні й алгебраїчні дії та спрощення;	5
зроблені коректні вихідні припущення, введені необхідні позначення; хід розв'язання правильний, всі етапи розв'язання є послідовними; розв'язання містить всі необхідні логічні побудови, переходи й обґрунтування; у розв'язанні коректно застосовані всі формули; у розв'язанні допущені одна-дві помилки обчислювального характеру, що не мало наслідками зміну ходи правильного розв'язання задачі, розв'язання завершується спеціально виділеною повною, але, можливо, внаслідок зазначених помилок, неточною відповіддю на поставлене у задачі питання.	4
у наведеному розв'язанні проміжні формули записані вірно, однак порушена	3

Характеристика	Кількість балів
логіка побудови розв'язання; отримана правильна відповідь, однак відсутні важливі логічні зв'язки; у наведеному розв'язанні допущені 3-4 арифметичні помилки, що не мали наслідком зміну ходи правильного розв'язання задачі; у наведеному розв'язанні витримана логіка побудови рішення, однак враховані не всі умови існування рішення; у розв'язанні допущені 3-4 помилки обчислювального характеру, що не мало наслідками зміну ходи правильного розв'язання задачі, розв'язання завершується спеціально виділеною повною, але, можливо, внаслідок зазначених помилок, неточною відповіддю на поставлене у задачі питання.	
у наведеному розв'язанні проміжні формули записані вірно, однак порушена логіка побудови розв'язання; отримана правильна відповідь, однак відсутні важливі логічні зв'язки; у наведеному розв'язанні допущені 3-4 арифметичні помилки, що не мали наслідком зміну ходи правильного розв'язання задачі; у наведеному розв'язанні витримана логіка побудови рішення, однак враховані не всі умови існування рішення; немає остаточної відповіді на поставлене у задачі питання або у розв'язання допущено більш ніж чотири помилки обчислювального характеру, що мали наслідки зміни ходу правильного розв'язання задачі.	2
розв'язання не містить значимих просувань у напрямку одержання правильної відповіді; при розв'язанні задачі використовувалися приблизні, не строгі міркування; у наведеному розв'язанні наведені лише теоретичні відомості з теми.	1
розв'язано задачу з іншою умовою; наведена відповідь, але відсутнє рішення; розв'язання задачі базується на невірних припущеннях; на початковому етапі розв'язання припущена помилка (помилки), що обумовило зміну ступеня складності або ходу правильного розв'язання початкової задачі: взагалі невиконання завдання	0

За результатами перевірки всіх завдань ПК підраховується загальна сума балів за роботу.

Обрахування успішності (кількості балів) здобувача/здобувачки вищої освіти за підсумковий контроль здійснюється за формулою:

Для денної форми навчання

$$K = \frac{\text{сума одержаних балів}}{25} * 40 =$$

Для заочної форми навчання

$$K = \frac{\text{сума одержаних балів}}{25} * 60 =$$

В цілому залік оцінюється максимально в 40 балів для ЗВО денної форми навчання та 60 балів - заочної.

Система оцінювання успішності здобувачів вищої освіти (зарахування залікових кредитів) є стандартизованою та формалізованою (враховує особливості шкали оцінки (100-бальна), національної («незадовільно», «задовільно», «добре», «відмінно») та ЄКТС (A, B, C, D, E, FX, F).

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Кредит зараховано. Контрольні заходи виконані лише з незначною кількістю помилок.
82-89	Добре	B	Кредит зараховано. Контрольні заходи виконані вище середнього рівня з кількома помилками.
75-81		C	Кредит зараховано. Контрольні заходи виконані вірно з певною кількістю суттєвих помилок.
67-74	Задовільно	D	Кредит зараховано. Контрольні заходи виконані непогано, але зі значною кількістю недоліків.
60-66		E	Кредит зараховано. Виконання контрольних заходів задовольняє мінімальним критеріям.
35-59	Незадовільно	FX	Кредит не зараховано. Здобувачу/здобувачке надається можливість скласти оговорені контрольні заходи для поліпшення підсумкової оцінки
1-34		F	Кредит не зараховано. Здобувачу/здобувачке повинен повторно освоювати навчальний матеріал дисципліни (модуля).

6. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Вовк В.М., Зомчак Л.М. Оптимізаційні методи і моделі : навч. посіб. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 360 с.
2. Дацко М. В. Карбовник М.М. Дослідження операцій в економіці : навч. посіб. Львів: Ліга-Прес, 2009. 285 с.
3. Дацко М.В., Антонів В.Б. Оптимізаційні методи і моделі : практикум. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 116 с.
4. Катренко А.В. Дослідження операцій: підручник. Львів: Магнолія плюс, 2004. 549 с.
5. Малярець Л. М. Дослідження операцій та методи оптимізації : практикум у 2-х ч. Частина 1 / Л. М. Малярець, І. Л. Лебедева, Л. О. Норік. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. 164 с.
6. Економіко-математичні методи та моделі: навч. посіб./ Заг. редакцією В.М. Мацкул . Одеса: ОНЕУ, 2018. 404 с. URL:

<http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7939/1/Економікоматематичні%20методи%20та%20моделі.pdf>

7. Ющенко Н.Л. Економіко-математичні моделі в управлінні та економіці: навч. посіб. Чернігів: Черніг. нац. технол. ун-т, 2016. 278 с. URL: <https://ir.library.knu.ua/knurepo/bitstream/handle/123456789/818/jushhenkon-posib-2016-emmod-v-upr-taekon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Допоміжна література

1. Бандоріна Л.М., Лозовська Л.І., Савчук Л.М. Моделювання економіки: навч. посібник. Дніпро: УДУНТ, 2022. 154 с. URL: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/15722/1/Bandorina.pdf>

2. Волонтир Л.О., Потапова Н.А., Ушкаленко І.М., Чіков І.А. Оптимізаційні методи та моделі в підприємницькій діяльності: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 404с.

3. Гапонюк О.І., Сирмамїїх І.В. Методи оцінки фінансових ризиків в системі публічного управління. *Центральноукраїнський вісник права та публічного управління*. 2023. № 2. С. 5–8.

4. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. К. : НАУ, 2017. 392 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/37119/1/МАТЕМАТИЧНЕ%20МОДЕЛЮВАННЯ.pdf>

5. Семененко О. Г. Оптимізаційні методи та моделі: навчально-методичний посібник. Переяслав: ПХДПУ, 2020. 300 с. URL: <http://ephsheir.uhsp.edu.ua/bitstream/handle/8989898989/5471/Навчальнометодичний%20посібник%20з%20ОММ%20%28Семененко%20О.%20Г.%29%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6. Bender, Edward A. An Introduction to Mathematical Modelling. A Wiley-Interscience Publication JO HN WILEY & SONS. URL: <https://repository.ung.ac.id/get/kms/16993/referensi-mata-kuliah-an-introduction-to-mathematical-modelling.pdf>

7. Lawson, Daniel & Marion, Glenn. An Introduction to Mathematical Modelling. URL: https://people.maths.bris.ac.uk/~madjl/course_text.pdf

8. Економіко-математичні методи і моделі в галузі управління персоналом: навчальний посібник: /Л.В. Мазник, Т.В. Березянюк, О.В. Безпалько, А.Д. Бергер, Ю.М. Гринюк, О.І. Драган, О.М. Олійниченко. Заг. редакцією Л.В. Мазник. К. Кафедра, 2019. 290 с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/29907/1/posibnuk.pdf>

9. Економіко-математичні моделі в зовнішньо-економічній діяльності: навч. посібник / Л.В. Бережна, О.І. Снитюк. К.: «Кондор», 2016. 386 с.

10. Yasynska, N., Syrmamiikh, I., & Penez, O. (2021). Monitoring the financial security of the Ukrainian banking sector in the context of system-deterministic challenges. *Banks and Bank Systems*, 16(2), 12-26. doi:10.21511/bbs.16(2).2021.

11. Yasynska, N.A., Syrmamiikh, I.V., Derevyanko, B.V., Nikolenko, L.M., Katrych, A.V. (2022). Transformation of the metallurgical industry of Ukraine

from the concept “Industry 4.0” to capitalism of stakeholder. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* this link is disabled, 2022, (2): 166 – 173. doi.org/10.33271/nvngu/2022-2/166.

Інформаційні ресурси

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Офіційний сайт Міністерства фінансів України. URL: www.mf.gov.ua
3. Офіційний сайт НБУ. URL: <https://bank.gov.ua>
4. Офіційний сайт Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>
5. Офіційний сайт Львівської національної бібліотеки України ім. В. Стефаника. URL: <http://www.lsl.lviv.ua>