



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Кафедра економічної теорії, маркетингу та економічної
кібернетики

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва курсу	Економетрика та оптимізаційні методи і моделі
Викладач 	Загреба Максим Михайлович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної теорії, маркетингу та економічної кібернетики
Контактний тел.	+38(066) 800-9929
E-mail:	yandexthebest@gmail.com
Обсяг та ознаки дисципліни	Обов'язкова дисципліна, змістових модулів – 2. Форма контролю: залік. Загальна кількість кредитів – 4, годин – 120, у т.ч. лекції – 36 години, практичні заняття – 18 годин, самостійна робота – 66 години. Формат: очний (offline / face to face) / дистанційний (online). Мова викладання: українська.
Консультації	Консультації проводяться відповідно до Графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відеоконференцій Zoom, через електронну пошту, Viber, Telegram за домовленістю.
Пререквізити	Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: основи економічної теорії, вища та прикладна математика, основи інформаційних систем.

1. Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни: сформувати у майбутнього фахівця систему знань з методології та інструментарію побудови і використання різних типів економіко-математичних моделей.

Завдання дисципліни: вивчення основних принципів та інструментарію постановки економічних задач, побудови економіко-математичних моделей, методів їх розв'язування та аналізу з метою практичного використання.

Предметом навчальної дисципліни є методологія та інструментарій побудови і розв'язування детермінованих оптимізаційних задач. Об'єктом вивчення дисципліни є соціально-економічні системи, економіка та її підрозділи, окремі господарські одиниці, процеси, які в них відбуваються.

2. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен отримати:

Інтегральну компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми в ході професійної діяльності у галузі фінансів, банківської справи та страхування або у процесі навчання, що передбачає застосування окремих методів і положень фінансової науки та характеризується невизначеністю умов і необхідністю врахування комплексу вимог здійснення професійної та навчальної діяльності.

Загальні компетентності

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Навички використання інформаційних та комунікаційних технологій.

ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК08. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні компетентності

СК01. Здатність досліджувати тенденції розвитку економіки за допомогою інструментарію макро- та мікроекономічного аналізу, оцінювати сучасні економічні явища.

СК03. Здатність до діагностики стану фінансових систем (державні фінанси, у тому числі бюджетна та податкова системи, фінанси суб'єктів господарювання, фінанси домогосподарств, фінансові ринки, банківська система та страхування).

СК04. Здатність застосовувати економіко-математичні методи та моделі для вирішення фінансових задач.

СК06. Здатність застосовувати сучасне інформаційне та програмне забезпечення для отримання та обробки даних у сфері фінансів, банківської справи та страхування.

Програмні результати навчання

ПР01. Знати та розуміти економічні категорії, закони, причинно-наслідкові та функціональні зв'язки, які існують між процесами та явищами на різних рівнях економічних систем.

ПР05. Володіти методичним інструментарієм діагностики стану фінансових систем (державні фінанси, у т.ч. бюджетна та податкова системи, фінанси суб'єктів господарювання, фінанси домогосподарств, фінансові ринки, банківська система та страхування).

ПР06. Застосовувати відповідні економіко-математичні методи та моделі для вирішення фінансових задач.

ПР08. Застосовувати спеціалізовані інформаційні системи, сучасні фінансові технології та програмні продукти.

ПР14. Вміти абстрактно мислити, застосовувати аналіз та синтез для виявлення ключових характеристик фінансових систем, а також особливостей поведінки їх суб'єктів.

3. Політика курсу та академічна доброчесність

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

При організації освітнього процесу в Центральнотраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркоких навчальних дисциплін та формування індивідуального навчального плану ЗВО; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

4. Програма навчальної дисципліни

Назва теми	Кількість годин	Завдання
Тема 1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки Моделювання як метод наукового пізнання. Сутність моделювання, особливості та принципи математичного моделювання економіки. Математична модель та її основні елементи. Елементи класифікації економіко-математичних моделей. Етапи економіко-математичного моделювання. Перевірка моделі на адекватність.	6	1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.
Тема 2. Постановка задачі лінійного програмування та методи її розв'язування Побудова математичних моделей для найпростіших економічних задач. Заміна нерівностей рівняннями. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Загальна математична модель лінійного програмування та	6	1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.

<p>форми її запису. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування. Поняття про основні методи розв'язування задач лінійного програмування.</p>		
<p>Тема 3. Графічний та симплексний методи розв'язування задач лінійного програмування Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування у задачах із двома змінними. Симплекс-метод як основний метод розв'язування задач лінійного програмування при великій кількості змінних. Застосування загальної задачі лінійного програмування до розв'язання деяких економічних задач.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 4. Двоїстість у задачах лінійного програмування Поняття двоїстості та правила побудови двоїстих задач. Симетричні двоїсті задачі. Несиметричні двоїсті задачі. Двоїстий симплексний метод. Економічна інтерпретація двоїстих задач. Аналіз оптимальних планів лінійних економіко-математичних моделей.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 5. Оптимізаційні економіко-математичні моделі Лінійне програмування як один із основних методів рішення оптимізаційних задач. Інші лінійні оптимізаційні методи: цілочислове програмування, параметричне програмування, дробово-лінійне програмування, стохастичне програмування, теорія ігор та ін. Нелінійні методи оптимізації: випукле програмування, динамічне програмування, стохастичне програмування та ін. Модель управління запасами (модель Вільсона). Оптимальний план поставок. Задачі оптимізації виробництва. Комбінація ресурсів (факторів виробництва), що максимізує обсяг випуску продукції при заданих обмеженнях на затрати. Комбінація ресурсів (факторів виробництва), що мінімізує витрати при фіксованому загальному випуску продукції.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 6. Цілочислове програмування: постановка задачі та методи її розв'язування Загальна задача цілочислового програмування. Метод Гоморі: його особливості, переваги та недоліки. Метод „віток і меж” для розв'язування задач цілочислового програмування. Приклади цілочислових економічних задач.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 7. Транспортна задача лінійного програмування Постановка транспортної задачі та її математична модель. Відкриті та закриті транспортні задачі. Побудова початкового опорного плану. Методи північно-західного кута, мінімальної вартості та подвійної переваги. Метод потенціалів як основний метод розв'язування транспортних задач лінійного програмування. Дельта-метод розв'язування транспортної задачі.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 8. Нелінійні оптимізаційні моделі економічних систем Постановка задачі нелінійного програмування. Графічний метод розв'язування задач нелінійного програмування. Метод множників Лагранжа. Опуклі та вгнуті функції. Теорема Куна-Такера. Елементи квадратичного програмування. Методи Біла, Баранкіна-Дорфмана та Франка-Вольфа. Градентні методи розв'язування задач нелінійного програмування.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 9. Моделі динамічного та стохастичного програмування</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p>

<p>Постановка задачі динамічного програмування. Геометрична інтерпретація задачі динамічного програмування. Принципи поетапної побудови оптимального управління.</p> <p>Приклади економічних задач, які розв'язуються методом динамічного програмування.</p> <p>Метод функціональних рівнянь. Приклади задач, які розв'язуються методом функціональних рівнянь.</p> <p>Найпростіші стохастичні задачі динамічного програмування.</p>		<p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 10. Концептуальні засади аналізу та управління ризиком в економіці</p> <p>Ризик як економічна категорія. Природа економічного ризику.</p> <p>Ризик та невизначеність. Аналіз чинників невизначеності, конфліктності та породжуваного ними економічного ризику. Концептуальні засади ризикології.</p> <p>Системний аналіз ризику в економіці та підприємстві.</p> <p>Класифікація ризику.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 11. Методи кількісного оцінювання ступеню ризику</p> <p>Методологічні засади та інструментарій кількісної оцінки ризику.</p> <p>Метод аналогій.</p> <p>Аналіз чутливості (вразливості).</p> <p>Аналіз ризику методами імітаційного моделювання.</p> <p>Аналіз ризику можливих збитків.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 12. Основи економетричного моделювання</p> <p>Предмет, мета, завдання та історія розвитку економетрії.</p> <p>Структура та особливості економетричних моделей.</p> <p>Оцінювання параметрів економетричної моделі методом найменших квадратів (МНК).</p> <p>Оцінювання параметрів економетричної моделі методом максимальної правдоподібності.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 13. Елементи матричних перетворень</p> <p>Означення матриці. Основні види матриць.</p> <p>Дії над матрицями. Додавання, віднімання, добуток, транспонування та множення матриць на число. Скалярні характеристики матриць.</p> <p>Обернені та блочні матриці.</p> <p>Ранг матриці. Системи лінійних рівнянь.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 14. Парна лінійна регресія в економетричному моделюванні</p> <p>Регресійний аналіз. Його особливості та різновиди.</p> <p>Класифікація форм регресії.</p> <p>Загальний вигляд моделі парної лінійної регресії. Методи оцінки параметрів лінійної регресії.</p> <p>Приклад побудови та аналізу парної лінійно-регресійної економетричної моделі.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 15. Множинна лінійна регресія в економетричному моделюванні</p> <p>Поняття множинної регресії. Оцінка тісноти та значимості зв'язку між змінними у множинній регресії.</p> <p>Значимість коефіцієнта кореляції та оцінок параметрів моделі множинної регресії. Коефіцієнт множинної кореляції.</p> <p>Частинні коефіцієнти кореляції.</p> <p>Методи одержання оцінок параметрів множинної регресії.</p> <p>Приклад побудови множинної регресійної моделі.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>
<p>Тема 16. Мультиколінеарність та гетероскедастичність в економетричних моделях. Узагальнений МНК.</p> <p>Поняття мультиколінеарності та її ознаки.</p> <p>Визначення мультиколінеарності та способи її усунення.</p> <p>Алгоритм Феррара-Глобера.</p> <p>Поняття гомо- і гетероскедастичності. Методи визначення гетероскедастичності.</p>	6	<p>1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.</p> <p>2. Презентація індивідуальних завдань.</p> <p>Розв'язання практичних задач.</p>

Узагальнений метод найменших квадратів (метод Ейткена) оцінок параметрів лінійної економічної моделі з гетероскедастичними залишками. Оператор оцінювання та відповідна коваріаційна матриця. Приклад застосування методу Ейткена. Прогноз.		
Тема 17. Автокореляція в економетричних моделях динаміки Причини виникнення та наслідки автокореляції в економетричних моделях. Перевірка наявності автокореляції. Оцінювання параметрів моделі з автокорельованими залишками.	6	1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.
Тема 18. Економетричні моделі розподіленого лагу та аналізу часових рядів Поняття лагу і лагових змінних. Види лагових моделей. Взаємна кореляційна функція. Лаги залежної та незалежних змінних. Методи оцінювання параметрів лагової моделі. Основні поняття та означення часових рядів. Розклад часових рядів на складові. Тренд часового ряду і його виявлення. Трендові моделі за кривими зростання. Прогнозування економічної динаміки за трендовими моделями.	6	1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.
Тема 19. Економетричні моделі на основі структурних рівнянь Системи структурних рівнянь. Рекурсивні системи. Непрямий метод найменших квадратів (НМНК). Двокроковий метод найменших квадратів (2МНК). Трикроковий метод найменших квадратів (3МНК). Приклади економетричних моделей на основі систем структурних рівнянь.	12	1. Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. 2. Презентація індивідуальних завдань. Розв'язання практичних задач.
Разом:	120	

5. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Форма підсумкового контролю: залік.

Протягом семестру здобувач може отримати максимум 100 балів, в тому числі за перший рубіжний контроль – 50 балів, за другий рубіжний контроль – 50 балів.

По поточному контролю здобувач має можливість отримати бали за активність на лекційних та практичних заняттях, виявлення рівня підготовки здобувачів із зазначеної теми під час опитування, розв'язання розрахункових практичних завдань, тестування, підготовки доповіді-презентації та індивідуальних завдань.

Кількість балів, одержана здобувачем вищої освіти протягом семестру, та кількість балів за виконання підсумкової залікової роботи додається і разом складає оцінку знань здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни за 100-бальною шкалою та дворівневою шкалою («зараховано», «не зараховано») та шкалою ЄКТС результатів навчання.

Результати навчання, набуті шляхом неформальної, інформальної освіти зараховуються відповідно до Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти в Центральнотехнічному національному технічному університеті.

При контролі на лекційних та практичних заняттях оцінці підлягають:

рівень знань, продемонстрований у виступах з доповідями-презентаціями та при підготовці індивідуальних завдань; правильність написання тестів; результати поточного опитування, розв'язання розрахункових практичних завдань.

Критеріями оцінки є:

при усних відповідях:

- повнота розкриття питання;
- логіка викладання, культура мови;
- емоційність та переконаність;
- використання основної та додаткової літератури;
- аналітичні міркування, вміння роботи порівняння, висновки.

при виконанні письмових завдань:

- повнота розкриття питання;
- цілісність, системність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки;
- самостійність виконання завдання;
- акуратність оформлення письмової роботи.

Таблиця 1

Схема нарахування балів за видами робіт

Види робіт	Максимальна кількість балів за один вид робіт	Орієнтовна кількість робіт, необхідних для одержання здобувачем максимальної кількості балів протягом семестру	Максимальна кількість балів, яку можливо отримати протягом семестру за видом роботи	В тому числі розподіл за рубіжними контролями, враховуючи розподіл балів	
				I	II
Розв'язання розрахункових практичних завдань	5	4 завдання	20	10 балів	10 балів
Поточне опитування («перевернутий клас»)	5	4 відповіді	20	10 балів	10 балів
Доповіді-презентації на практичних заняттях	5	2 доповіді-презентації	10	5 балів	5 балів
Тестування	5	8 тестів	40	20 балів	20 балів
Підготовка індивідуальних завдань	5	2 індивідуальні завдання	10	5 балів	5 балів
Разом			100 балів	50 балів	50 балів

Участь в поточному опитуванні, доповідь-презентації на практичних

заняттях, підготовка індивідуальних завдань оцінюється у 5 балів за:

- повний, розгорнутий, вичерпний виклад змісту поставленого питання або проблеми;
- повний перелік необхідних для розкриття змісту питання економічних категорій та законів;
- виявлення творчих здібностей у розумінні, викладенні й використанні навчально-програмного матеріалу;
- здатність здійснювати порівняльний аналіз різних теорій, концепцій, підходів та самостійно робити логічні висновки й узагальнення; знання історії створення таких теорій та еволюції поглядів основних представників;
- уміння користуватись методами наукового аналізу економічних явищ, процесів і характеризувати їхні риси та форми виявлення;
- демонстрація здатності висловлення та аргументування власного ставлення до альтернативних поглядів на дане питання;
- використання актуальних фактичних та статистичних даних, знань дат та історичних періодів, які підтверджують тези відповіді на питання;
- знання необхідних законів і нормативних матеріалів України, міжнародних та міждержавних угод з обов'язковим на них посиланням під час розкриття питань, які того потребують;
- знання точних назв та функцій національних та міжнародних кредитно-фінансових установ, історії їх створення і ролі при вирішенні проблем, які ставляться у конкретному питанні;
- засвоєння питань програми курсу відповідно до основної та додаткової літератури.

Відповідь знижується на 1 бал, якщо не виконано дві вимоги до відповіді на вищій бал.

Відповідь оцінюється у 0 балів за неготовність до заняття.

При виконанні тестування здобувач виконує тест з теми дисципліни, який складається з 10 тестових питань, що оцінюються в 0,5 бали кожне.

При розв'язуванні практичних задач здобувач може отримати:

5 балів – ставиться, якщо практичне завдання розв'язано вірно;

4 бали – ставиться, якщо в практичному завданні допущені незначні помилки;

3 бали – якщо завдання розв'язано вірно не менше 50% обсягу завдання;

2 бали – якщо завдання розв'язано вірно менше половини обсягу завдання;

1 бал – якщо завдання розв'язано вірно не менше 25% обсягу завдання;

0 балів - якщо завдання не виконано або виконано невірно.

Підсумкова залікова робота включає 40 тестових питань, кожне з яких оцінюється в 1 бал.

Кількість балів, одержана здобувачем вищої освіти протягом семестру, та кількість балів за виконання підсумкової залікової роботи додається і разом складає оцінку знань здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни за 100-бальною шкалою та дворівневою шкалою («зараховано», «не зараховано») та

шкалою ЄКТС результатів навчання.

Для переведення підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни, вираженої у балах, у залікову оцінку за національною шкалою та в залікову оцінку за шкалою ЄКТС використовується шкала.

Шкала оцінювання: ЄКТС, національна та ЦНТУ

Оцінка за шкалою ЄКТС	Визначення	Оцінка	
		За національною системою (залік)	За системою ЦНТУ
A	ВІДМІННО - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	Зараховано	90-100
B	ДУЖЕ ДОБРЕ - вище середнього рівня з кількома помилками	Зараховано	82-89
C	ДОБРЕ - в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок		74-81
D	ЗАДОВІЛЬНО - непогано, але зі значною кількістю недоліків	Зараховано	64-73
E	ДОСТАТНЬО - виконання задовольняє мінімальні критерії		60-63
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО - потрібно попрацювати перед тим, як перескласти	Незараховано	35-59
F	НЕЗАДОВІЛЬНО - необхідна серйозна подальша робота		1-34

Критерії оцінки заліку:

- **«зараховано»** – здобувач має сталі знання про основні поняття дисципліни, може сформулювати взаємозв'язки між поняттями, вірно застосовує теоретичні положення при рішенні практичних питань і задач, володіє необхідними навичками і прийомами їх виконання;

- **«не зараховано»** – здобувач має суттєві прогалини в знаннях, не може сформулювати взаємозв'язку між поняттями, що вивчаються в курсі, не має уявлення про більшість основних понять дисципліни, що вивчається, допускає суттєві помилки.

6. Рекомендована література

1. Боровик О.В., Боровик Л.В. Дослідження операцій в економіці: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 424 с.
2. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2013. – 408 с.
3. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці : Монографія. – К.: КНЕУ, 2014. – 480 с.
4. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2011. – 248 с.
5. Гетманцев В.Д. Лінійна алгебра і лінійне програмування: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2011. – 256 с.

6. Клебанова Т.С., Дубровина Н.А., Раевнева Е.В. Эконометрия: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2015. – 160 с.
7. Корольов О.А. Эконометрия: Навч. посібник. – К.: Київський національний торговельно-економічний університет, 2020. – 660 с.
8. Корольов О.А., Рязанцева В.В. Практикум з економітриї: завдання з практичними рекомендаціями, алгоритмами та прикладом їх наскрізного виконання. Ч.1. Регресійний аналіз: Навч. посібник. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2012. – 250 с.
9. Лугінін О.Є., Білоусова С.В., Білоусов О.М. Эконометрия: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2015. – 252 с.
10. Лук'яненко І.Г., Краснікова Л.І. Эконометрика: Практикум з використанням комп'ютера. – К.: Товариство „Знання”, 1998. – 220 с.
11. Математичне програмування. Метод. вказівки та контрольні завдання для студентів економічних спеціальностей / Укл.: В.В. Гончаров, С.Я. Гончарові. – Кіровоград: КДТУ, 2014. – 136 с.
12. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Эконометрия: Підручник. – Вид. 3-тє, доп. та перероб. – К.: КНЕУ, 2014. – 520 с.
13. Толбатов Ю.А. Эконометрика: Підручник для студентів економічних спеціальностей вищих навч. закладів. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 320 с.
14. Цегелик Г.Г. Лінійне програмування. – Львів: Світ, 1995. – 216 с.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри економічної теорії, маркетингу та економічної кібернетики, Протокол № 1 від «29» серпня 2023 р.