

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з навчально-методичної роботи

Карпа НЕМАЦКАЛО



МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ-2
робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань	12 "Інформаційні технології"
Спеціальність	124 "Системний аналіз"
Освітній рівень	перший (бакалаврський)
Освітня програма	Управління складними системами

Статус дисципліни	обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська

Завідувач
кафедри економічної кібернетики і системного аналізу

Лідія ГУР'ЯНОВА

Харків
2022

Затверджено

на засіданні кафедри *економічної кібернетики і системного аналізу*.

Протокол № 1 від 25.08.2022 р.

Розробники:

Чаговець Л. О., к.е.н., доц. кафедри економічної кібернетики і системного аналізу.

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

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

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Методи оптимізації та дослідження операцій-2" є обов'язковою для бакалаврів спеціальності 124 "Системний аналіз" освітньої програми "Управління складними системами". Вона продовжує цикл дисциплін, що спрямовані на вивчення методів найбільш ефективного управління організаційними системами. Ці методи широко застосовуються у перспективному і поточному плануванні, проектуванні різних об'єктів, управлінні виробничими та технологічними процесами, прогнозуванні розвитку окремих галузей народного господарства. Особливо часто до них звертаються під час розв'язання задач розподілу трудових ресурсів і запасів, призначення термінів профілактичного ремонту устаткування, вибору засобів транспортування вантажів, складання графіка розкладів перевезень, розміщення нових виробництв і складів, збору інформації в автоматизованих системах управління і багатьох інших.

Методи оптимізації та дослідження операцій-2 – це навчальна дисципліна, що займається розробленням і практичним застосуванням методів найбільш ефективного управління організаційними системами. Розроблення та ухвалення науково обґрунтованих рішень значною мірою пов'язані з проблемою пошуку оптимального варіанту. Це складає повсякчасну практику господарюючих суб'єктів під час вибору виробничої програми, маршрутизації, прикріплення до постачальників, складання графіків планів виконання взаємопов'язаних робіт тощо. Умови гнучкості, альтернативності виробничо-господарських ситуацій є необхідними умовами виконання принципу оптимальності під час вироблення управлінських рішень, а основою отримання оптимальних рішень є результати всебічного вивчення та співставлення всіх можливих варіантів рішень, аналізу їх переваг та недоліків. Це потребує застосування особливих методів пошуку оптимальних рішень. **Предметом** дисципліни є моделі та методи дослідження й оптимізації операцій. **Об'єктом** вивчення дисципліни є системи організаційного управління, що складаються з великого числа взаємодіючих між собою підрозділів, причому інтереси підрозділів не завжди погодяться між собою і можуть бути суперечливими. Основним завданням є кількісне обґрунтування ухвалених рішень з управління організаційними системами.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Детерміновані моделі
2. Стохастичні моделі та методи

Метою вивчення дисципліни є формування теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач управління з використанням спеціалізованих оптимізаційних методів.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	2
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	Екзамен

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Методи оптимізації та дослідження операцій	Моделювання фінансових процесів Моделювання систем Теорія прийняття рішень Теорія ігор в управлінні складними системами

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
<p>Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов</p> <p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>КФ 5. Здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування</p>	<p>РН6. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.</p> <p>РН7. Знати основи теорії оптимізації, оптимального керування, теорії прийняття рішень, вміти застосовувати їх на практиці для розв'язування прикладних задач управління і проектування складних систем.</p>
<p>КФ 2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів</p>	<p>РН15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою</p>

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Детерміновані моделі

Тема 1. Моделі динамічного програмування

1.1. Загальна постановка задачі динамічного програмування

Рекуррентна природа обчислювань в задачах динамічного програмування. Задача про найкоротший шлях. Поняття етапу, змінної стану, змінної управління, цільової функції в задачах динамічного програмування. Принцип оптимальності Белмана.

1.2. Найпростіші економічні задачі динамічного програмування

Задача розподілу ресурсів, задача про завантаження, задача заміни устаткування, задача про інвестування.

1.3. Деякі задачі динамічного програмування в стохастичній постановці.

Тема 2. Теорія управління запасами

2.1. Модель управління запасами та її елементи.

Предмет теорії управління запасами. Постановка задачі управління запасами. Елементи моделі управління запасами.

2.2. Класифікація моделей управління запасами.

Основні класифікаційні ознаки моделей управління запасами. Приклади задач управління

запасами в різних постановках.

2.3. Найпростіші моделі управління запасами.

Детермінований стаціонарний попит. Формули Уілсона. Пилоподібний графік. Задачі управління запасами у разі обмеження на обсяг складу. Модель оптимального розміру замовлення з виробництвом. Модель оптимального розміру замовлення з дефіцитом. Модель оптимального розміру замовлення з кількісними знижками. Моделі управління багатоменклатурними запасами під час ймовірностного попиту та миттєвих періодичних поставках.

2.4. Динамічні моделі управління запасами.

Визначення етапів, змінних стану та управління, цільової функції та алгоритму рішення.

Змістовий модуль 2. Стохастичні моделі та методи

Тема 3. Марковські випадкові процеси

3.1. Поняття марковського випадкового процесу.

Визначення випадкової величини, випадкової функції, випадкового процесу. Властивість відсутності післядії марковського процесу. Приклади випадкових процесів в економіці.

3.2. Класифікація марковських процесів.

Марковські процеси з дискретним та неперервним часом. Марковські процеси з дискретними та неперервними станами. Приклади марковських випадкових процесів різних типів.

3.3. Марковські процеси з дискретними станами та часом.

Поняття ймовірності стану та перехідної ймовірності марковського процесу. Способи подання марковського випадкового процесу з дискретними станами. Поняття марковського ланцюга. Граф станів марковського випадкового процесу. Рівняння Колмогорова–Чепмена. Властивість ергодичності марковського процесу. Класифікація станів.

3.4. Марковські процеси з дискретними станами та неперервним часом.

Визначення марковського процесу з дискретними станами та неперервним часом. Поняття щільності ймовірності марковського процесу з дискретними станами та неперервним часом. Однорідні та неоднорідні марковські процеси. Виведення системи рівнянь Колмогорова для ймовірностей станів марковського процесу.

3.5. Управління марковськими процесами з доходами.

Постановка задачі управління марковським процесом з доходами. Рекурентний метод управління марковським процесом з доходами. Ітераційний метод управління марковським процесом з доходами.

Тема 4. Теорія масового обслуговування

4.1. Основні поняття теорії масового обслуговування

Основні поняття теорії масового обслуговування. Структура системи масового обслуговування. Поняття обслуговуючого апарату, джерела вимог, потоку вимог.

4.2. Найпростіший потік вимог.

Властивості стаціонарності, ординарності, відсутності післядії потоку вимог. Система функцій Пуассона для опису потоку вимог. Параметр потоку вимог та його економічна інтерпретація.

4.3. Кількісний опис часу обслуговування.

Поняття часу обслуговування. Параметр часу обслуговування та його економічна інтерпретація. Система функцій Пуассона для опису часу обслуговування.

4.4. Класифікація систем масового обслуговування.

Ознаки класифікації систем масового обслуговування.

4.5. Якість функціонування систем масового обслуговування.

Розрахункові формули для основних характеристик систем масового обслуговування різних типів.

Тема 5. Методи багатокритеріальної оптимізації

5.1. Характеристика, приклади багатокритеріальних оптимізаційних задач.

Приклади багатокритеріальних оптимізаційних задач в економічній сфері. Формалізована постановка задачі багатокритеріальної оптимізації.

5.2. Основні властивості багатокритеріальної задачі, проблема визначення її розвитку.

Множина Парето, її знаходження графічним та аналітичним способом.

5.3. Методи багатокритеріальної оптимізації управлінських рішень.

Цільове програмування. Багатокритеріальне лінійне програмування. Методи цільового програмування.

5.4. Історичний поступ до розробки алгоритмів вирішення неструктурованих проблеми.

Поняття неструктурованої проблеми. Історія розвитку теоретичного апарата нечітких множин.

5.5. Нечіткість та нечіткі змінні

Поняття нечіткої та лінгвістичної змінних. Типи функцій приналежності.

5.6. Підходи до операцій з нечіткими множинами.

Комплекс підходів до операцій з нечіткими множинами Система нечіткого логічного виводу Мамдані.

Перелік практичних/лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Методи навчання та викладання

Під час викладання навчальної дисципліни "Дослідження операцій та методи оптимізації-2" для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачено застосування таких навчальних технологій, як презентація за індивідуальним завданням (див. табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1. Моделі динамічного програмування	Робота в малих групах
Тема 2. Теорія управління запасами	Індивідуальна презентація
Тема 3. Марковські випадкові процеси	Робота в малих групах
Тема 4. Теорія масового обслуговування	Індивідуальна презентація
Тема 5. Методи багатокритеріальної оптимізації та вирішення неструктурованих проблем методами нечіткої логіки	Робота в малих групах

Робота в малих групах та індивідуальні презентації за результатами її роботи спрямовані на розвиток логічного мислення студентів. Коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага студентів концентрується на матеріалі, який не знайшов відображення в темах курсу, використовується досвід закордонних навчальних закладів із роздаванням студентам під час лекцій друкованого матеріалу та виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. Під час викладання лекційного матеріалу студентам пропонуються питання для самостійного розмірковування. Водночас лектор задає запитання, які спонукають студента шукати вирішення проблемної ситуації. На початку проведення проблемної лекції необхідно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити студентам. Під час викладання лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на

поставлені запитання, а висвітлювати матеріал таким чином, щоб отриману інформацію студент міг використовувати під час вирішення проблеми.

Робота в малих групах дає змогу структурувати лекційні або практично-семінарські заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного студента в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування. Після висвітлення проблеми студентам пропонується об'єднуватися в групи по 2 – 3 студенти та презентувати наприкінці курсу своє бачення та сприйняття матеріалу.

Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, практичні, лабораторні заняття. Оцінювання знань студента під час практичних та лабораторних занять має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є: систематичність, активність та результативність роботи протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять; виконання завдань для самостійного опрацювання; рівень виконання модульних завдань.

Під час оцінювання практичних занять увага приділяється відповідності виконаного завдання або усної відповіді всім зазначеним критеріям якості, а також самостійності та своєчасності захисту виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу).

Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Контрольні заходи містять поточний та підсумковий контроль. Поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту скласти іспит, – 35 балів).

Поточний контроль містить оцінювання студентів під час:

лекцій- опитування на парі, максимальний бал – 7 балів;

лабораторних робіт – опитування на лабораторних роботах, максимальний бал – 9; виконання індивідуальних завдань (5 та 10 балів за кожне завдання), максимальний бал – 15.

Презентація – максимальний бал – 5.

практичних робіт – опитування на практичних роботах, максимальний бал – 8.

Поточний контроль рівня знань у вигляді **контрольних робіт** передбачає оцінку опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосовувати його для вирішення практичної ситуації і проводиться у вигляді контрольних робіт. При цьому завдання може містити як запитання, що стосуються суто теоретичного матеріалу, так і запитання, спрямовані на вирішення невеличкого практичного завдання. Кожна контрольна робота оцінюється у 8 балів. Максимальні бали за поточні контрольні роботи становлять 16 балів.

Поточний контроль рівня знань у вигляді **презентації індивідуального завдання** передбачає оцінку роботи студентів у малих групах та опанування студентом матеріалу лекційного модуля. Максимальний бал за виконання завдання становить 8 балів.

Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів із навчальної дисципліни здійснюється на підставі проведення семестрового екзамену. Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей.

Екзаменаційний білет містить стереотипне, діагностичне та евристичне завдання. Виконання кожної складової частини екзаменаційного завдання оцінюється наступним чином (табл. 2):

Таблиця 2

Оцінка складових екзаменаційного завдання

Завдання	Кількість балів
Завдання 1 (стереотипне)	15
Завдання 2 (діагностичне)	10

Завдання 3 (евристичне)	15
Разом	40

Під час оцінки стереотипного завдання використовуються критерії, наведені в табл. 3

Таблиця 3

Критерії оцінювання стереотипного завдання

Кількість правильних відповідей	Кількість балів	Кількість правильних відповідей	Кількість балів
24	15	16	7
23	14	15	6
22	13	14	5
21	12	13	4
20	11	12	3
19	10	11	2
18	9	10	1
17	8	<9	0

Під час оцінювання *діагностичного завдання* використовуються такі критерії:

10 балів – подано правильні відповіді на поставлені питання. Розв'язок виконано точно, акуратно, в логічній послідовності. Хід розв'язання задачі супроводжується поясненнями, які використовують понятійний апарат методів рішення. Наведено висновки та рекомендації з використання отриманих результатів.

9 балів – дано правильні відповіді на поставлені питання. Розв'язок виконано в логічній послідовності. Хід розв'язання супроводжується поясненнями. Частково наведено висновки.

8 балів – повністю послідовне розв'язання Завдання, з повним обґрунтуванням вибраного алгоритму розв'язання і подано коментарі до розв'язку. Остаточні висновки містять невірні твердження.

7 балів – завдання розв'язано повністю, але відсутнє економічне обґрунтування, не повністю зроблені висновки.

6 балів – на поставлені завдання подано правильні відповіді. Рішення виконано в логічній послідовності. Хід розв'язання задачі не супроводжується рекомендаціями з використання отриманих результатів.

5 балів – на всі поставлені завдання подано відповіді з незначними помилками арифметичного характеру, розв'язок не був повним та відсутнє обґрунтування або не зроблені чіткі логічні висновки.

4 бали – на всі поставлені завдання дано відповіді зі значними помилками арифметичного характеру, що впливають на загальний відповідь завдань. Пояснення відсутні.

3 бали – якщо під час розв'язку було допущено логічну помилку, що вплинула на його хід й остаточні висновки. Пояснення відсутні.

2 бали – на всі поставлені завдання дано із значними помилками арифметичного та логічного характеру, що впливають на загальний відповідь завдань. Пояснення рішення відсутні.

1 бал – студент зміг запропонувати алгоритм розв'язання.

0 балів – завдання не розв'язано.

Під час оцінювання *евристичного завдання* використовують такі критерії:

15 балів – за повністю послідовно вирішене завдання, з повним обґрунтуванням обраного ходу розв'язання й отриманих висновків;

14 балів – за повністю правильно вирішене завдання з частковим обґрунтуванням отриманих висновків;

13 балів – за повністю послідовно вирішене завдання, без подання пояснень студента;

12 балів – подано рішення не було повним та відсутнє обґрунтування або не зроблені чіткі логічні висновки;

11 балів – завдання вирішене частково, є остаточні висновки але в ході рішення була допущена технічна помилка;

10 балів – вирішення не було повним та відсутнє обґрунтування, не зроблені чіткі логічні висновки, є арифметичні помилки;

9 балів – завдання вирішене частково, відсутні остаточні висновки або в ході рішення була допущена логічна помилка;

8 балів – на всі поставлені питання подано відповіді з незначними помилками арифметичного характеру, розв'язок не був повним та відсутнє обґрунтування;

7 балів – на дві третини поставлених питань подано відповіді зі значними помилками арифметичного характеру, розв'язок не був повним та відсутнє обґрунтування;

6 балів – на половину поставлених питань подано відповіді зі значними помилками арифметичного характеру, не зроблені чіткі логічні висновки, є арифметичні помилки;

5 балів – на всі поставлені завдання подано відповіді зі значними помилками арифметичного характеру, рішення неповне та відсутнє обґрунтування або не зроблені чіткі логічні висновки, є арифметичні та логічні помилки;

4 бали – якщо в ході рішення була допущена логічна помилка, що вплинула на хід розв'язання й остаточні висновки,

3 бали – на всі поставлені завдання дано із значними помилками арифметичного та логічного характеру, що впливають на загальний відповідь завдань, пояснення рішення присутні;

2 бали – якщо студент зміг тільки запропонувати алгоритм та шлях рішення завдання;

1 бал – якщо продемонстровано лише знання загального ходу рішення або основних співвідношень запропонованої моделі;

0 балів – якщо завдання не розв'язане.

Округлення отриманих балів здійснюються за загальними правилами округлення.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів) і проставляється у відповідній графі екзаменаційної "Відомості обліку успішності". Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімумально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімумально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25. Підсумкову оцінку з навчальної дисципліни розраховують з урахуванням балів, отриманих під час екзамену, та балів, набраних під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано". У випадку отримання менше 60 балів студент обов'язково здає залік після закінчення екзаменаційної сесії у встановлений деканом факультету термін, але не пізніше двох тижнів після початку семестру. У випадку повторного отримання менше 60 балів декан факультету призначає комісію у складі трьох викладачів на чолі із завідувачем кафедри та визначає термін перескладання заліку, після чого приймається рішення відповідно до чинного законодавства.

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Те ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Макс бал
Змістовий модуль 1. Детерміновані моделі і методи				
Те ма 1	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Тема1. Моделі динамічного програмування		
	Практичне заняття	Моделі динамічного програмування	Презентація	6

	Лабораторне заняття	Задачі динамічного програмування		
Самостійна робота				
	Підготовка до заняття	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
		Вирішення практичних завдань щодо використання принципу оптимальності Белмана		
Тема 2	Аудиторна робота			
	Лекція	Тема 2. Теорія управління запасами		
	Практичне заняття	Задачі управління запасами		
	Лабораторне заняття	Моделі управління запасами	Перевірка лабораторних робіт	10
	Самостійна робота			
	Підготовка до заняття	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
		Вирішення практичних завдань щодо оптимального управління запасами		
Змістовий модуль 2. Стохастичні моделі і методи				
Тема 3	Аудиторна робота			
	Лекція	Тема 3. Марківські випадкові процеси	Опитування на лекції	8
	Лабораторне заняття	Марківські випадкові процеси		
	Практичне заняття	Марківські випадкові процеси		
	Самостійна робота			
	Підготовка до заняття	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
		Підготовка до контрольної роботи		
		Вирішення практичних завдань з управління стохастичними процесами		
Тема 4	Аудиторна робота			
	Лекція	Тема 4. Теорія масового обслуговування		
	Лабораторне заняття	Теорія масового обслуговування	Опитування на лабораторних	8
	Практичне заняття	Марківські випадкові процеси з дискретними станами та дискретним часом	Контрольна робота	5
	Самостійна робота			
	Підготовка до заняття	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою		
		Вирішення практичних завдань з управління стохастичними процесами		
Те	Аудиторна робота			

ма 5	Лекція	Тема 5. Методи багатокритеріальної оптимізації та вирішення неструктурованих проблем методами нечіткої логіки		
	Практичне заняття	Задачі прийняття рішень на базі нечіткої логіки	Опитування на практичних	8
	Лабораторне заняття	Методи побудови функцій приналежності нечітких множин	Перевірка лабораторних робіт	10
			Контрольна робота	5
	<i>Самостійна робота</i>			
Підготовка до занять	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою			
	Підготовка до контрольної роботи			
	Вирішення практичних завдань прийняття рішень на базі нечіткої логіки			
Іспит				40
Загальна кількість балів				100

Рекомендована література

Основна

1. Дослідження операцій : конспект лекцій / О. В. Шибаніна, В. П. Клочан, І. В. Клочан та ін. – Миколаїв : МНАУ, 2021. – 150 с.
2. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі: навчальний посібник для ВНЗ / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкін. – К: ПрофКнига, 2019. – 277 с.
3. Дослідження операцій [Текст] : [навчальний посібник] / Меньшикова О.В., Чмир О.Ю., Карабин О.О. – Львів : ЛДУ БЖД, 2019. – 196 с.

Додаткова

1. Fundamental Approaches to Software Engineering 25th International Conference, FASE 2022, Held as Part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2022, Munich, Germany, April 2–7, 2022, Proceedings Prof. Einar Broch Johnsen // Lecture Notes in Computer Science (2022).
2. Regularized System Identification Learning Dynamic Models from Data of. Gianluigi Pillonett // Communications and Control Engineering (2022).
3. Programming Languages and Systems 31st European Symposium on Programming, ESOP 2022, Held as Part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2022, Munich, Germany, April 2–7, 2022, Proceedings Ilya Sergey // Lecture Notes in Computer Science (2022).
4. xxAI-Beyond Explainable AI International Workshop, Held in Conjunction with ICML 2020, July 18, 2020, Vienna, Austria, Revised and Extended Papers Andreas Holzinger, Prof. Dr. Randy Goebel // Lecture Notes in Computer Science (2022).
5. Edward Curry, Sören Auer. Technologies and Applications for Big Data Value (2022).
6. Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems 28th International Conference, TACAS 2022, Held as Part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2022, Munich, Germany, April 2–7, 2022, Proceedings, Part II Dr. Dana Fisman, Grigore Rosu // Lecture Notes in Computer Science (2022).

7. Towards Bayesian Model-Based Demography Agency, Complexity and Uncertainty in Migration Studies Jakub Bijak in Methodos Series (2022).
8. Sergio Consoli. Data Science for Economics and Finance Methodologies and Applications (2021).

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Навчальна дисципліна «Методи оптимізації та дослідження операцій-2» [Електронний ресурс] / Л. О. Чаговець. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=9716>.