КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра інформаційних технологій проектування
та прикладної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Голова НМР факультету автоматизації і інформаційних технологій
_____ / Олександр ТЕРЕНТЬЄВ /
«_____» _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ
ОК25 «ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»

(назва навчальної дисципліни)

шифр	назва спеціальності, освітньої програми
122	***Комп`ютерні науки,*** ***Інформаційні управляючі системи і технології***

Розробник:
Олександр ТЕРЕНТЬЄВ, доктор технічних наук, професор _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання) (підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики

Протокол № _*13*_ від *"24" червня 2024* року

Завідувач кафедри _____ (Олександр ТЕРЕНТЬЄВ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Гарант освітньої програми _____ (Олександр ПОПЛАВСЬКИЙ)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності
122 «Комп'ютерні науки».

Протокол № *3* від "*28*" *червня* 2024 року

ВИТЯГ З РОБОЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ НА 2024-2025 НАВЧАЛЬНИЙ РІК

Шифр	Назва спеціальності, освітньої програми	Форма здобуття ВО: **денна**											Форма контролю	Семестр	Погодження заступником декана факультету
		Кількість кредитів	Кількість годин						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Аудиторних				Самостійна робота	КП	КР	РГР	Контрольна робота			
				Разом	у тому числі										
					Лекції	Лабораторні	Практичні								
122	Комп'ютерні науки, Інформаційні управляючі системи і технології	***4,0***	***120***	***40***	***20***		***20***	***80***		***1***			***екзамен***	***5***	

Мета та завдання навчальної дисципліни

Пререквізити: Дискретна математика; Математичний аналіз; Теорія алгоритмів; Теорія рядів та розпізнавання образів;

Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу освітньої компоненти: https://org2.knuba.edu.ua/enrol/index.php?id=1194

Мета дисципліни - активно закріпити, узагальнити, поглибити й розширити знання, отримані при вивченні базових загальнонаукових і загально технічних дисциплін, придбати нові знання та сформувати вміння й навички, необхідні для вивчення спеціальних дисциплін у відповідності з напрямком підготовки і для наступної фахової діяльності. Дисципліна має самостійне значення як формуюча модель спеціаліста, що працює в галузі інформаційних технологій. Завдання дисципліни полягають у вивченні загальних положень щодо методів побудови математичних моделей, їх розв’язуванні та аналізу з метою використання при дослідженні операцій.

Завдання освітньої компоненти:

Ознайомлення з основами теорії дослідження операцій:

- Основні поняття, методи та принципи дослідження операцій.
- Історія та розвиток дисципліни.

Формування навичок моделювання управлінських рішень:

- Постановка задач оптимізації.
- Побудова математичних моделей для прийняття рішень.

Розвиток аналітичних здібностей:

- Аналіз даних для обґрунтування управлінських рішень.
- Методи прогнозування та оцінки ризиків.

Практичне застосування методів дослідження операцій:

- Використання прикладного програмного забезпечення для розв'язання задач (наприклад, Excel Solver, MATLAB).
- Розв'язання реальних задач з різних сфер (економіка, логістика, управління виробництвом).

Розвиток критичного мислення та самостійної роботи:

- Вміння вибрати оптимальні методи розв'язання конкретних задач.
- Підготовка аналітичних звітів та презентацій.

Міждисциплінарність та інтеграція знань:

- Використання методів дослідження операцій у поєднанні з економікою, менеджментом, інженерією.

Компетенції студентів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

Код	Зміст	Програмні результати навчання
Інтегральна компетентність		
ІК	Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп’ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	
Загальні компетентності		
ЗК7	Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел.	**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
		ПР15. Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктноорієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничотехнічних систем.
ЗК8	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).	**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
		ПР4. Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв’язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об’єктів керування тощо.
		ПР17. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

ЗК11	Здатність приймати обґрунтовані рішення.	**ПР10.** Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.
		ПР15. Застосовувати знання методології та CASE-засобів проектування складних систем, методів структурного аналізу систем, об'єктноорієнтованої методології проектування при розробці і дослідженні функціональних моделей організаційно-економічних і виробничотехнічних систем.
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності		
СК1	Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.	**ПР2.** Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
		ПР3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.
		ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

СК3	Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.	**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
		ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
		ПР5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.
СК4	Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.	**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
		ПР6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.
СК5	Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.	**ПР1.** Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
		ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптиміза-ційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

ЗМІСТ КУРСУ

Змістовний модуль 1. Лінійне програмування

Тема лекційного заняття 1. Головні поняття оптимізації.

Задачі оптимізації. Оптимізаційні дослідження. Методи побудови математичних моделей.

Тема лекційного заняття 2. Лінійне програмування.

Постановка задачі. Канонічна форма задач лінійного програмування.

Тема лекційного заняття 3. Графічний метод розв'язання задачі лінійного програмування.

Геометрія обмежень ЗЛП на площині. Цільова функція на площині, переваги та недоліки графічного методу

Тема лекційного заняття 4. Симплексний метод розв'язання задачі лінійного програмування.

Ідея та геометрія симплексного методу (СМ). Алгоритм СМ.

Застосування гаусових та жорданових таблиць при реалізації алгоритму. Теоретичні засади СМ. Метод штучного базису (МШБ) розв'язання задачі – один із версій симплексного методу. Теоретичне обґрунтування МШБ.

Тема лекційного заняття 5. **Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач.**

Математичні моделі пари двоїстих задач (ПДЗ). Двоїсті симплексні таблиці. Теоретичні засади двоїстості. Геометрія ПДЗ. Ідея та геометрія двоїстого симплексного методу (ДСМ). Алгоритм ДСМ. Реалізація алгоритму ДСМ у симплексних таблицях.

Тема лекційного заняття 6. Цілочислові задачі ЛП.

Основні особливості ЗНЛП. Цілочислове програмування. Методи відтинання. Метод Гоморі Комбінаторні методи. Метод гілок та границь. Приклади застосування цілочислових задач лінійного програмування у плануванні та управлінні виробництвом.

Тема лекційного заняття 7. Динамічне програмування.

Сутність задач динамічного програмування. Задача про розподіл капіталовкладень між підприємствами. Принцип оптимальності. Багатокроковий процес прийняття рішень. Приклади розв'язування задач динамічного програмування.

Змістовний модуль 2. Оптимізація на графах

Тема лекційного заняття 1. Задача про найкоротший ланцюг, алгоритм Дейкстри.

Математична модель і алгоритм розв'язання задачі про найкоротший шлях.

Тема лекційного заняття 2. Задача про найкоротший ланцюг, алгоритм Флойда.

Математична модель і алгоритм розв'язання задачі про багатополюсну мережу.

Тема лекційного заняття 3. Задача про дерево – кістяк.

Математична модель і алгоритм розв'язання задачі про оптимальне

дерево-кістяк.

Тема лекційного заняття 4. Задача про призначення.

Математична модель і алгоритм розв'язання задачі про призначення.

Тема лекційного заняття 5. Задача про максимальний потік.

Максимальний потік з джерела в стік для мережі заданої конфігурації. Принцип дії алгоритму для знаходження максимального потоку.

Теми практичних занять

№	Назва теми	К-сть годин	К-сть балів
1	Задачі лінійного програмування	2	4
2	Постановка задачі лінійного програмування та канонічна постановка задачі	2	4
3	Графічний метод розв'язання ЗЛП	2	5
4	Теоретичні засади СМ. Метод штучного базису (МШБ)	2	5
5	Двоїсті симплексні таблиці	2	5
6	Пакети прикладних програм реалізації та аналізу математичних моделей проблемних ситуацій	4	5
7	Цілочислові задачі лінійного програмування	2	6
8	Приклади розв'язування задач динамічного програмування	4	6
	Разом	**20**	**40**

Розподіл годин самостійної роботи здобувачів

№	Вид роботи	К-сть годин	Форми звітності
1	Опрацювання лекційного матеріалу	5	конспекти лекційних тем
2	Підготовка до практичних занять	5	усні відповіді та виконання практичних завдань
3	Опрацювання тем, винесених на самостійну підготовку, в т.ч. конспектування за заданим планом	5	робота на практичних заняттях та виконання творчих завдань
4	Робота з інтернет-ресурсами	5	індивідуальні завдання, підготовка до РГР та практичних занять
5	Написання та оформлення КР	30	Захист КР та пояснювальна записка
6	Підготовка до екзамен	30	Екзамен
	Разом за семестр	**80**	

Індивідуальні завдання:
Курсова робота

Виконання КР згідно індивідуального варіанту для закріплення теоретичних знань і практичних навичок з “Дослідження операцій” у 5 семестрі.

Структура курсової роботи	Години	Бали
1) Вступ 2) Математична модель задачі 3) Обґрунтування вибору методу та алгоритму розв’язання задачі 4) Розв’язання задачі на контрольному прикладі, аналіз результатів розв’язання задачі 5) Представлення результатів роботи програми 6) Написання пояснювальної записки 7) Публічний захист	30	30
Разом	**30**	**30**

Теми для курсової роботи можна обрати на сторінці електронного навчально-методичного комплексу дисципліни: https://org2.knuba.edu.ua/enrol/index.php?id=1194

Методи контролю та оцінювання знань

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (залік, захист індивідуальної роботи тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

Політика щодо академічної доброчесності

Тексти індивідуальних завдань (в т.ч. у разі, коли вони виконуються у формі презентацій або в інших формах) можуть перевірятись на плагіат. Для цілей захисту індивідуального завдання оригінальність тексту має складати не менше 70%. Виключення становлять випадки зарахування публікацій Здобувачів у матеріалах наукових конференціях та інших наукових збірниках, які вже пройшли перевірку на плагіат.

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Політика щодо відвідування

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

Методи контролю

Основні форми участі Здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, опонування до виступу, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується Здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на лекційних заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх аудиторних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни. Під час оцінювання рівня знань Здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;
- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;
- ступінь сформованості уміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;
- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;
- досвід творчої діяльності: уміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;
- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, уміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

Тестове опитування може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються Здобувачу за відповіді на тестові питання, поділяються між змістовими модулями.

Індивідуальне завдання підлягає захисту Здобувачем на заняттях, які призначаються додатково.

Індивідуальне завдання може бути виконане у різних формах. Зокрема, Здобувачі можуть зробити його у вигляді реферату. Реферат повинен мати обсяг від 18 до 24 сторінок А4 тексту (кегль Times New Roman, шрифт 14, інтервал 1,5), включно з планом, структурою основної частини тексту відповідно до плану, висновками та списком літератури, складеним відповідно до ДСТУ 8302:2015. В рефераті можна також помістити словник базових понять до теми. Водночас індивідуальне завдання може бути виконане в інших формах, наприклад, у вигляді дидактичного проєкту, у формі презентації у форматі Power Point. В цьому разі обсяг роботи визначається індивідуально — залежно від теми.

Література, що рекомендується для виконання індивідуального завдання, наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Також як виконання індивідуального завдання за рішенням викладача може бути зарахована участь Здобувача у міжнародній або всеукраїнській науково-практичній конференції з публікацією у матеріалах конференції тез виступу (доповіді) на одну з тем, дотичних до змісту дисципліни, або публікація статті на одну з таких тем в інших наукових виданнях.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за 2 тижні до початку залікової сесії. Викладач має право вимагати від Здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуска до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

Підсумковий контроль здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контроля. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

Методи контролю та оцінювання знань студентів

Поточне оцінювання (кількість балів)				Сума
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2	КР	Екзамен	
20	20	30	30	100

Шкала оцінювання індивідуальної роботи

Оцінка за національною шкалою	**Кількість балів**	**Критерії**
відмінно	30	відмінне виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (не старше 2020 року), **дотримання норм доброчесності**)
	25	відмінне виконання з незначною кількістю помилок виконання (розкриття теми, посилання та цитування сучасних наукових джерел (більшість з яких не старше 2020 року), **дотримання норм доброчесності**)
добре	20	виконання вище середнього рівня з кількома помилками (розкриття теми в межах об'єкта та

		завдань роботи, посилання та цитування сучасних наукових джерел (серед яких є такі, що не старше 2020 року), **дотримання норм доброчесності**)
	16	виконання з певною кількістю помилок (розкриття теми в межах об'єкта та завдань роботи, наявність посилань та цитувань наукових джерел, **дотримання норм доброчесності**)
задовільно	10	виконання роботи задовольняє мінімальним критеріям помилок (розкриття теми в основному в межах об'єкта роботи, наявність концептуального апарату роботи, присутність не менше 5 посилань та цитувань наукових джерел, **дотримання норм доброчесності**)

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	**A**	Відмінно
82-89	**B**	Добре
74-81	**C**	
64-73	**D**	Задовільно
60-63	**E**	
35-59	**FX**	Не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Умови допуску до підсумкового контроля

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контроля (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

Методичне забезпечення дисципліни

Навчальні посібники

1. Дослідження операцій: навчальний посібник / О.О. Терентьєв, О.В. Доля, О.І. Баліна. – К.: Компрінт, 2020. – 116 с.:іл.
2. В.І. Оспіщев, Д.О. Пруненко, Д.Л. Бурко, О.М. Єрмак, Я.В. Санько.“ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ”: навч. посіб. ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА. – Д. : [Електронний ресурс] Доступно: https://eprints.kname.edu.ua/5684/1/%D0%93%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5.pdf

Методичні вказівки

1. Дослідження операцій: методичні вказівки до виконання курсових робіт /Уклад. О.О. Терентьєв.– К.: КНУБА, 2020. – 24 с.
2. Дослідження операцій: методичні вказівки до виконання практичних робіт /Уклад. О.О. Терентьєв.– К.: КНУБА, 2020. – 23 с.

Додаткові джерела

1. Терентьєв О. О., Горбатюк Є. В., Горбатюк М. Є., Петровський В. В., Панчук Б. О. Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель. The 2nd International scientific and practical conference ―Achievements and prospects of modern scientific research‖ (January 11-13, 2021) Editorial EDULCP, Buenos Aires, Argentina. 2021. 229-237. ISBN 978-987-859-237-4. https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2021/01/ACHIEVEMENTS-AND-PROSPECTS-OF-MODERN-SCIENTIFIC-RESEARCH-11-13.01.21.pdf
2. Терентьєв О. О., Горбатюк Є. В., Горбатюк М. Є., Черчук М. П., Булава Р. Ю. Експертна інформаційна система підтримки прийняття рішень для задачі діагностики технічного стану будівель. The 5th International scientific and practical conference “Science and education: problems, prospects and innovations” (February 4-6, 2021) CPN Publishing Group, Kyoto, Japan. 2021. 947-958. ISBN 978-4-9783419-5-2. https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/SCIENCE-AND-EDUCATION-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-4-6.02.2021.pdf
3. Терентьєв О.О., Горбатюк Є.В., Дацун О.О., Данилов М.А. Дослідження та реалізація інтелектуальної інформаційної технології тестування нейронної мережі системи діагностики технічного стану будівель. World science: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Toronto, Canada. 2021. P. 580-589. ISBN 978-1-4879-3793-5. https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2021/05/WORLD-SCIENCE-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-19-21.05.21.pdf http://old.knuba.edu.ua/ukr/wp-content/uploads/2021/01/WORLD-SCIENCE-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-19-21.05.21.pdf
4. Пелевін Л.Є., Горбатюк Є.В., Волянюк В.О., Терентьєв О.О., Свідерський А.Т. Особливості математичного моделюванні при розробці грунту

розпушувальним обладнанням / Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT – 2021): збірник матеріалів XIII Міжнародної науково-практичної конференції, 25–27 травня 2021 р. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. С. 189-192. ISBN 978-966-2245-81-3. URL: https://ksma.ks.ua/wp-content/uploads/2021/09/MINTT_2021.pdf

Інформаційні ресурси

1. http://library.knuba.edu.ua
2. https://org2.knuba.edu.ua/enrol/index.php?id=1194
3. https://mathcad.com.ua/
4. https://www.mathworks.com/products/matlab.html