

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**РАДА МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**



**МАТЕРІАЛИ  
ІХ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТДАТУ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

За підсумками наукових досліджень 2021 року

**ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ І КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



Мелітополь, 2021

ІХ Всеукраїнська науково-технічна конференція здобувачів вищої освіти ТДАТУ. Факультет енергетики і комп'ютерних технологій: матеріали ІХ Всеукр. наук.-техн. конф., 10-25 листопада 2021 р. Мелітополь: ТДАТУ, 2021, 56 с.

У збірнику представлено виклад тез доповідей і повідомлень поданих на ІХ Всеукраїнську науково-технічну конференцію здобувачів вищої освіти Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.

Тези доповідей та повідомлень подані в авторському варіанті.  
Відповідальність за представлений матеріал несуть автори та їх наукові керівники.

Матеріали для завантаження розміщені за наступними посиланням:  
<http://www.tsatu.edu.ua/nauka/n/rada-molodyh-vchenyh-ta-studentiv/konferenciji/> - сторінка Ради молодих учених та здобувачів вищої освіти ТДАТУ

Відповідальний за випуск: к.т.н., ст.викладач Дяденчук А.Ф.

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021

**ЗМІСТ**  
**Секція «ВИЩА МАТЕМАТИКА І ФІЗИКА»**

Розвиток кінематики <i>Дятков В.О., Сосницька Н.Л.</i> .....	6
Внесок видатних учених з України у розвиток фізики <i>Солдатова О.В., Сосницька Н.Л.</i> .....	7
Квантові технології – напрям «Industry 4,0» <i>Шарлай І.О., Сосницька Н.Л.</i> .....	8
Відновлювальна енергетика в АПК <i>Нікульча М.В., Кідалов В.В., Дяденчук А.Ф.</i> .....	9
Моделювання розподілу мінеральних добрив для посіву продовольчих культур <i>Білан Т.Ю., Назарова О.П.</i> .....	10
Моделювання напруги імпульсів в ряд Фур'є <i>Бойченко М., Назарова О.П.</i> .....	13
Прогнозування банківського кредитування <i>Жеребцова Н.С., Назарова О.П.</i> .....	14
Оптимізація прибутковості використання землі в будівництві <i>Ліштван М.Е., Назарова О.П.</i> .....	16
Моделювання розподілу потенціалу та напруженості електричного поля <i>Мараховський В., Назарова О.П.</i> .....	18
Оптимізація раціону годівлі сільськогосподарських тварин <i>Самофалова А.С., Назарова О.П.</i> .....	20
Моделювання процесу інтерференції хвилі <i>Фурдуй А.А., Назарова О.П.</i> .....	23
Оптимальне виробництво багаторічних трав <i>Ходаба Л.В., Назарова О.П.</i> .....	24
Математичне моделювання ефективності використання земель: стратегія <i>Чернишова П.А., Дьоміна Н.А.</i> .....	26

Застосування методів лінійного програмування оптимізації технології вирощування грибів <i>Маджар А. І., Іщенко О.А.</i> .....	28
Модель оптимізації виробничої програми підприємства <i>Мальцев Д.В., Ребрик Д.І., Іщенко О.А.</i> .....	31
Кореляційно-регресійний аналіз порівняння видів реклами у готельно-ресторанному бізнесі <i>Садікова Є. Д., Жарік О. М., Іщенко О.А.</i> .....	34
Моделювання коливальних процесів у людському організмі <i>Аврамов В.О., Родін Б.О., Дяденчук А.Ф.</i> .....	37
Чи дійсно альтернативні джерела енергії є запорукою успіху? <i>Бурлаков А.В., Дяденчук А.Ф.</i> .....	38
Виготовлення комірки Гретцеля своїми руками <i>Карячка Р.О., Дяденчук А.Ф.</i> .....	40
Розробка композиційного матеріалу, що містить пластик <i>Муследінов А.Р., Дяденчук А.Ф.</i> .....	41
Моделювання гармонічних коливань в MS Excel <i>Топольницький Г.К., Кот А.А., Дяденчук А.Ф., Кідалов В.В.</i> .....	42
Моделювання функціональних характеристик фотоелектричних перетворювачів на основі $TiO_2$ <i>Шквиря В. В., Дяденчук А.Ф.</i> .....	44
Математичне моделювання задачі з'єднання двох балок засобами пакету SCILAB <i>Кучерков А.О., Халанчук Л.В.</i> .....	47
Візуалізація явищ переносу при вивченні курсу фізики <i>Кузнєцов В., Рожкова О.П.</i> .....	48
Застосування симплекс-методу для розв'язання прикладних задач <i>Халанчук А.В., Халанчук Л.В.</i> .....	49
Сума квадратів послідовних натуральних чисел <i>Кабісов Д.В., Вишневецька Л.Є.</i> .....	51

Вибір стратегії успіху ігрової задачі <i>Філобок Г. С., Халанчук Л.В.</i> .....	52
Використання котушки Тесла в демонстраційних цілях <i>Боровко М.С., Сімченко С.В.</i> .....	53
Li-Fi – високошвидкісна комунікаційна технологія майбутнього <i>Рибалко Н.О., Сімченко С.В.</i> .....	54

## РОЗВИТОК КІНЕМАТИКИ

Дятков В.О., email [vlad.dyatkov2003@gmail.com](mailto:vlad.dyatkov2003@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Механізація процесів виробництва сприяла виникненню “Механіки”. Доки люди не навчилися використовувати енергію горючих копалин, центральну роль відігравали різні механізми. І першою, природно, була кінематика механізмів. Перші книги про механізми з’являються в XV ст. У середині XVIII ст. формується теоретична база механіки [1-4].

З’являються наукові праці, де були висвітлені основні ідеї механіки [1-3]:

1. “Динаміка” (1743 р.) французького фізика та математика Жана Даламбера.

Основна ідея: механіку слід вивчати з руху як такого.

2. “Механіка” (1736), “Трактат про рух твердих тіл” (1760), “Теорія руху твердих тіл” (1765) швейцарського фізика та математика Леонарда Ейлера.

Основна ідея: розробив аналітичний апарат механіки матеріальної точки, яку визначав як частинку матерії, що має дуже малі розміри. Задача “за заданими діючими силами знайти рух тіла” отримала чітке математичне оформлення та була зведена до складання та розв’язку диференціальних рівнянь. Вперше вивів рівняння руху твердого тіла.

3. “Досліди філософії наук, або Аналітичний виклад природничих класифікацій всіх людських знань” (1834) французького фізика Андре Марі Ампера.

Основна ідея: вперше вводить поняття “кінематика”: “Науку, що розглядає власне рухи, що спостерігаються нами в навколишніх тілах і, особливо, у пристроях, машинах, я називаю кінематикою...”.

4. Курс “Фізична й експериментальна механіка” (1837-1848) французького інженера та математика Жан-Віктора Понселе.

Основна ідея: вперше був чітко виділений розділ кінематики. У цьому курсі розглядалися види рухів, додавання рухів, швидкостей і прискорень і після цього механізми різного типу.

Таким чином, кінематика виділилась як розділ теоретичної механіки. Але за традицією вона залишилася в курсі фізики як вступна частина до динаміки Ньютона та Ейнштейна. У кінематиці розглядають два аспекти: теоретичний і прикладний [3, 4]. Змістом першого є формування понять про механічний рух, системи відліку, швидкості, прискорення, правила додавання швидкостей і прискорень. У прикладному аспекті розглядалися механізми, що перетворюють рухи.

### Список використаних джерел:

1. Кордун Г.Г. Історія фізики. К.: Вища школа, 1993. 280.

2. Кудрявцев П.С. Курс истории физики: учеб. пособ. для студентов пед. ин-тов по физ. спец. М.: Просвещение, 1982. 448 с.

3. Сосницька Н.Л. Історичні аспекти змісту шкільного курсу фізики: навч. посіб. Донецьк: ТОВ “Юго-Восток Лтд”, 2007. 224 с. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/9721/1/posib-istorychni-aspekty-zmistu-shkilnoho-kursu-fizyky-sosnycka.pdf> (дата звернення 30.10.2021 р.)

4. Сосницька Н.Л. Фізика як навчальний предмет у середній загальноосвітній школі України: історико-методологічні і дидактичні аспекти: [моногр.]. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2005. 399 с. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/vmf/wp-content/uploads/sites/17/monohrafiya-fizyka-jak-navchalnyj-predmet-u-szosh-ukrayiny-istoryko-metodolohichni-i-dydaktychni-aspekty.pdf> (дата звернення 30.10.2021 р.)

**Науковий керівник:** Сосницька Н.Л., д.п.н., професор, завідувач кафедри ВМФ, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## ВНЕСОК ВИДАТНИХ УЧЕНИХ З УКРАЇНИ У РОЗВИТОК ФІЗИКИ

Солдатова О.В., email [alenasoldatova2001@gmail.com](mailto:alenasoldatova2001@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Розвиток науки проходив непростим шляхом. Отримані наукові досягнення світового рівня стали міцним фундаментом для її подальшого поступу. Вихідці з України брали участь у формуванні системи наукових знань. У середні віки кілька сотень наших земляків здобули вищу освіту в провідних університетах Італії, Польщі, Німеччини, Франції, Англії, десятки з них стали їх професорами і навіть ректорами [1-4].

Були серед них і представники натурфілософії – науки, в колі якої формувались елементи фізичних наукових знань (виділення фізики як окремої науки з натурфілософії припадає на початок XVII ст.) [3, 4].

За деякими даними майже 200 учених-українців наприкінці XIX – на початку XX ст. працювали за кордоном і користувалися неабияким авторитетом у науковому світі [1, 4]:

Юрій Дрогобич (1450–1494) – видатний філософ, астроном і медик середини XV ст., ректор Болонського університету.

Іван Земанчик (1752–1825) – професор фізики й математики Львівського університету, декан Краківського університету.

Іван Пулюй (1845–1918) – фізик і електротехнік, відомий дослідник в галузі молекулярної фізики, властивостей та природи рентгенівських променів; у галузі електротехніки учений удосконалив технологію виготовлення розжарювальних ниток для освітлювальних ламп, першим дослідив неонове світло, був причетний до розвитку телефонних мереж та будівництва електростанцій.

Юрій Кондратюк (Олександр Шаргей, (1897–1942)) – людина драматичної долі, один із піонерів ракетної техніки і теорії космічних польотів.

Олександр Смакула (1900–1983) – фізик, застосував основи квантової механіки для розв’язання механізмів взаємодії електромагнітного випромінювання з кристалом; використав поняття квантових осциляторів для опису та пояснення радіаційного забарвлення кристалів, вивів кількісне математичне співвідношення, відоме як формула Смакули.

Борис Грабовський (1901–1966) – винахідник, вперше в світі створив повністю електронну систему передачі на відстань рухомого зображення і здійснив практичну трансляцію за цією схемою.

Сергій Корольов (1907–1966) – конструктор космічних систем.

Архип Люлька (1908–1984) – академік, конструктор турбореактивних двигунів.

Таким чином, українські учені зробили вагомий внесок у становлення фізики як окремої науки в класичний період її розвитку.

### Список використаних джерел:

1. Аксиоми для нащадків: Українські імена у світовій науці. *Збірник нарисів*. Упоряд. О.К. Романчик. Львів: Меморіал, 1992. 544 с.

2. Сосницька Н.Л. Історичні аспекти змісту шкільного курсу фізики: навч. посіб. Донецьк: ТОВ “Юго-Восток Лтд”, 2007. 224 с. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/9721/1/posib-istorychni-aspekty-zmistu-shkilnoho-kursu-fizyky-sosnycka.pdf> (дата звернення 30.10.2021 р.)

3. Сосницька Н.Л. Фізика як навчальний предмет у середній загальноосвітній школі України: історико-методологічні і дидактичні аспекти: [моногр.]. К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2005. 399 с. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/vmf/wp-content/uploads/sites/17/monohrafija-fizyka-jak-navchalnyj-predmet-u-szosh-ukrayiny-istoryko-metodolohichni-i-dydaktychni-aspekty.pdf> (дата звернення 30.10.2021 р.)

4. Творці фізики з України. URL: <https://chl.kiev.ua/bibliograf/fizika/04.htm> (дата звернення 30.10.2021 р.)

**Науковий керівник:** *Сосницька Н.Л., д.п.н., професор, завідувач кафедри ВМФ, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

## **КВАНТОВІ ТЕХНОЛОГІЇ – НАПРЯМ «INDUSTRY 4,0»**

**Шарлай І.О., email [ilya.sharlay2004@gmail.com](mailto:ilya.sharlay2004@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Вперше термін «Industry 4,0» («Індустрія 4.0» або Четверта промислова революція) з'явився в 2011 р. на Міжнародній виставці високих технологій, інновацій і промислової автоматизації в Ганновері. «Industry 4,0» визначалася як процес впровадження штучного інтелекту в заводське виробництво, створення так званих розумних заводів на основі кіберфізичних систем [2]. Її основою є цифрова революція, яка поєднує та охоплює різні галузі [2, 3]: від розшифровки інформації, яка закладена в людських генах, до нанотехнологій; від відновлювальних енергоресурсів до квантових розрахунків.

*Фундаментальну відмінність «Industry 4,0» від всіх попередніх промислових революцій визначає [2, 3]: синтез новітніх технологій та їхній взаємозв'язок у фізичних, цифрових і біологічних доменах; швидкість, масштаб розповсюдження новітніх технологій та універсальних інновацій; біотехнологічний процес.*

*До напрямів «Industry 4,0» відносять [3, с. 15-16]: штучний інтелект, робототехніку, інтернет речей і послуг, автономний транспорт, великі дані та їх аналіз, 3D-друк, нанотехнології, нові матеріали, нові акумулятори енергії, квантові технології, штучні харчові продукти.*

*Квантова технологія – перспективна сфера фізики та техніки, яка спирається на принципи квантової фізики: квантове заплутування, квантова суперпозиція та квантове тунелювання [1].*

*Застосування квантових технологій відбувається у таких напрямках [1]:*  
1. *Виготовлення дуже точних датчиків.* Зумовлено тим, що квантові стани суперпозиції можуть бути дуже чутливими до ряду зовнішніх ефектів, таких як електричні, магнітні та гравітаційні поля; обертання, прискорення та час.  
2. *Отримання методів захищеного зв'язку.* Квантовий захищений зв'язок – це методи, які, як очікується, будуть «квантово безпечними» у зв'язку з появою квантових обчислювальних систем, які можуть зламати поточні криптографічні системи. Іншою технологією в цій галузі є квантовий генератор випадкових чисел, що використовується для захисту даних.  
3. *Розробки у сфері обчислення – створення квантових комп'ютерів.* Квантові комп'ютери – це квантова мережа і пристрої, які можуть зберігати та обробляти квантові дані по з'єднанням, які можуть передавати квантову інформацію між квантовими бітами або кубітами.  
4. *Квантові пристрої І.0.* Пристрої, які принципово залежать від ефектів квантової механіки (суперпозиції та переплутування). До них належать: лазерні системи, транзистори та інші напівпровідникові пристрої, а також інші пристрої, такі як МРТ. Науково-технічна лабораторія оборони Великої Британії згрупувала ці пристрої як «квантові пристрої І.0».

Таким чином, перехід від управління ансамблями квантових частинок до маніпуляції окремими атомами, фотонами та іонами призвів до розвитку квантових технологій, які стають підґрунтям інновацій в науці та техніці.

### **Список використаних джерел:**

1. Квантова технологія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/8F> (дата звернення 30.10.2021 р.)
2. Любовець Олена. Четверта промислова революція: соціальні виклики. URL: [https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2019/Ryha\\_09.10.19/Ryha\\_09.10.19\\_24.pdf](https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2019/Ryha_09.10.19/Ryha_09.10.19_24.pdf) (дата звернення 30.10.2021 р.)

3. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків: моногр. / за наук. ред. д.е.н., проф. А.І. Крисоватого та д.е.н., проф. О.М. Сохацької. – Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018. 478 с. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/33661/AF.pdf> (дата звернення 30.10.2021 р.)

**Науковий керівник:** *Сосницька Н.Л., д.п.н., професор, завідувач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

## ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА В АПК

**Нікульча М.В., email [nikolaynikulcea2017.77@gmail.com](mailto:nikolaynikulcea2017.77@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Електроенергетика на сьогодні є однією з найважливіших систем забезпечення життєдіяльності економіки та населення. Постійне зростання тарифів на електроенергію та збільшені потреби в екологічній чистоті виробництва призводить до суттєвого зростання важливості питання про впровадження відновлюваних джерел енергії не тільки на великих промислових підприємствах, а й на аграрних об'єктах, а також для численних сільських та підсобних господарствах. Аналіз літературних джерел дає змогу стверджувати, що розвиток енергетичної інфраструктури сільських територій на основі енергокомплексів із широким використанням відновлюваних джерел енергії має три найбільш ефективні напрямки (рис. 1).



Рисунок 1 – Найбільш перспективні напрями використання відновлювальних джерел енергії в АПК

Недоліком використання фотоелектричних модулів є те, що вони можуть працювати лише при освітленні. Задля компенсації цього недоліку до системи під'єднують акумулятор. Для використання сонячної енергії в АПК наразі розроблено та впроваджено багато систем (для нагріву води, автономного енергоживлення побутових будівель, автономного енергозабезпечення геліосушарок тощо) [1].

При виробленні електроенергії вітровими електроустановками нерівномірність вітрового потоку може призвести до зниження якості електроенергії. Підвищити економічність малої вітроенергетики в сільському господарстві можна при переході на використання в вітроелектричних установках типових проектів, уніфікованих вузлів, компактного серійного вітро- і електроенергетичного обладнання [2].

Особливістю фото- і вітроелектричних установок є нестабільність рівнів потужності, що видаються ними. Щоб уникнути проблеми непостійності потужності, яка видається, виникає необхідність у використанні акумуляторів. Акумулятори здатні ефективно накопичувати надмірну електроенергію під час пікової генерації та віддавати її під час зниження потужності, що генерується джерелом енергії. Накопичувачі енергії застосовуються як комплект резервного електропостачання споживачів, їх наявність здатна запобігати або знижувати економічні збитки, спричинені перервами в електропостачанні [3].

Ще одним із перспективних напрямків розвитку відновлюваної енергетики в АПК є виробництво енергії з відходів біогазу. Біогаз може використовуватися не тільки як паливо, використання біогазових установок матиме також екологічні вигоди, а саме зменшення викиду в атмосферу метану, що утворюється в процесі розкладання органічних відходів, зменшення кількості традиційного палива, очищення забруднених вод від органічних речовин і мікроорганізмів. Крім цього використання шламу (залишки виробництва біогазу) як органічного добрива може забезпечити підвищення врожайності [4].

Розвиток відновлювальних джерел енергії та їх комплексне використання для електропостачання віддалених сільських об'єктів дозволить ефективно застосовувати всі джерела енергії віддалених районів для електропостачання за рахунок створення автономного енергопостачального об'єкта, а також забезпечити безперебійний процес виробництва та споживання енергії за рахунок системної роботи двох або більше енергоустановок на основі даних джерел енергії. Крім цього, впровадження таких джерел у сферу АПК здатне забезпечити екологічну безпеку роботи існуючих енергоустановок. Слід також відзначити переваги застосування технології відновлювальної енергетики з економічної точки зору – це економія палива, питомі капіталовкладення на встановлені потужності, собівартість потужності, що виробляється.

Таким чином, відновлювана енергетика має розглядатися як важливий елемент сталого розвитку агропромислового комплексу. Впровадження технологій малої енергетики з використанням відновлюваних джерел енергії на об'єктах АПК спрямоване на підвищення надійності енергопостачання, енергозбереження та підвищення енергоефективності. У перспективі впровадження досягнень відновлюваної енергетики в енергетичну інфраструктуру об'єктів аграрного комплексу та сільських територій дозволить забезпечити автономію даних об'єктів, підвищить соціально-економічний рівень населення та зробить внесок у покращення екологічної обстановки.

#### **Список використаних джерел:**

1. Пуцак Р. І. Огляд ефективності використання сонячної енергії в АПК. *Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України* : Матеріали науково-практичної студентської конференції, 4-5 квітня 2019 р., наук. кер. С. В. Коробка. Харків : ХНТУСГ, 2019. Вип. 11. С. 130-131.

2. Лисенко О. В. Аналіз можливості використання відновлюваних джерел енергії для підвищення якості електропостачання в сільськогосподарському виробництві. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2018. Т. 8, № 2.

3. Козюков Д. А. Гибридные накопители электроэнергии в ветро-солнечных установках. *Инновационная наука*. 2015. №. 7-1. С. 33-35.

4. Ганиева И. А., Курбанова М. Г., Савина О. В. Биотехнология получения возобновляемой энергии из отходов АПК. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. №. 11. С. 74-76.

**Наукові керівники:** Кідалов В. В., д. ф.-м. н., проф. кафедри вищої математики і фізики, Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## **МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ДЛЯ ПОСІВУ ПРОДОВОЛЬЧИХ КУЛЬТУР**

**Білан Т.Ю., email [tatjana.bilan.111@gmail.com](mailto:tatjana.bilan.111@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Економіко-математичні задачі в сільському господарстві розв'язуються з допомогою математичних методів. Серед них найбільш розробленими і поширеними є методи лінійного

програмування. Такі методи використовують для розв'язання економіко-математичних задач, у яких кількісні залежності виражені лінійно, тобто усі умови виражені у вигляді системи лінійних рівнянь і нерівностей, а критерій оптимальності – у вигляді лінійної функції, прагнучої до мінімуму або максимуму.

Потрібно розрахувати оптимальний план розподілу мінеральних добрив в господарстві для посіву продовольчих культур. Під культури виділяється наступна кількість мінеральних добрив, ц діючої речовини: азотні – 267, фосфорні – 481, калійні – 319. Крім цього, по плану потрібно виробити 9700 ц зерна та 40 000 ц картоплі. Критерій оптимальності – максимум виробництва товарної продукції.

Складемо розгорнуту економіко-математичну модель та напишемо її в матричному вигляді (табл. 1). Змінними величинами задачі є шукані удобрювані площі, га.

Таблиця 1 – Матриця економіко-математичної задачі

Культура	Номер ділянки	Площа посіву, га	Урожайність без внесення добрив, з 1 га, ц	Дози внесення добрив на 1 га, ц діючої речовини		Прибавка врожаю за рахунок внесення добрив з 1 га		
				азотні	фосфорні	калійні	ц	грн.
Озима пшениця	1	100	12,5	0,6	0,8	0,4	7,5	105,0
	2	55	16,0	0,6	0,9	0,5	8,0	112,0
	3	94	17,0	0,7	1,0	0,4	8,0	112,0
	4	71	19,5	0,8	1,0	0,6	9,3	130,2
Озиме жито	1	87	14,0	0,5	0,7	0,4	6,9	120,8
	2	48	15,8	0,6	0,7	0,4	7,2	126,0
	3	23	17,6	0,6	0,8	0,5	7,4	129,5
Картопля	1	54	136	0,3	0,7	0,5	34,2	444,6
	2	39	137	0,3	0,7	0,5	38,0	494,0
	3	28	148	0,3	0,8	0,6	39,0	507,0
	4	42	152	0,4	0,9	0,7	41,5	539,5
	5	69	155	0,4	1,0	0,7	45,6	592,8

В табл. 1 де  $x_{1,1}$  — озимої пшениці на першій ділянці;  $x_{2,2}$  — озимої пшениці на другій ділянці;  $x_{3,5}$  — картоплі на п'ятій ділянці... Повний перелік змінних величин представлена в табл. 2.

Цільова функція — максимум вартості прибавки врожаю:

$$Z = 105x_{1,1} + 112x_{1,2} + \dots + 592,8x_{3,5} \rightarrow \max.$$

В результаті рішення задачі отриманий оптимальний план розподілу добрив під посіви продовольчих культур (табл. 2).

Таблиця 2 – Оптимальний план розподілу добрив під посіви продовольчих культур

Змінна	Культура	Номер ділянки	Площа посіву, га	Удобрена площа, га	% удобреної площі	Урожайність без внесення добрив с 1 га, ц	Планована врожайність с 1 га, ц	Ріст урожайності
$x_{1,1}$	Озима пшениця	1	100	100	100	12,5	20,0	60,0
$x_{1,2}$		2	55	55	100	16,0	24,0	50,0
$x_{1,3}$		3	94	—	—	17,0	17,0	—
$x_{1,4}$		4	71	9	12,7	19,5	20,9	7,2
$x_{2,1}$	Озиме жито	1	87	87	100	14,0	20,9	49,3
$x_{2,2}$		2	48	48	100	15,8	23,0	45,6

X <sub>2,3</sub>		3	23	23	100	17,6	25,0	42,0
X <sub>3,1</sub>	Картопля	1	54	54	100	136	170,2	25,1
X <sub>3,2</sub>		2	39	39	100	137	175,0	27,7
X <sub>3,3</sub>		3	28	28	100	148	187,0	26,4
X <sub>3,4</sub>		4	42	42	100	152	193,5	27,3
X <sub>3,5</sub>		5	69	69	100	155	200,6	29,4
Всього			710	554	780	—	—	—

По оптимальному плану удобрюються всі ділянки, за винятком 3-ї і 4-ї, зайнятих озимою пшеницею. Причому ділянка 3 не удобрюється зовсім, а площа ділянки 4 — тільки на 12,7%. В цілому удобрюється 78,0% площі всіх ділянок.

Загальна вартість прибавки врожаю за рахунок внесення добрив становить 158,4 тис. грн. Кількість внесених мінеральних добрив показано в табл. 3.

Таблиця 3 – Кількість внесених мінеральних добрив

Змінні	Культура	Номер ділянки	Удобрена площа, га	Внесення мінеральних добрив, ц діючої речовини		
				азотні	фосфорні	калійні
X <sub>1,1</sub>	Озима пшениця	1	100	60,0	80,0	40,0
X <sub>1,2</sub>		2	55	33,0	49,5	27,5
X <sub>1,3</sub>		3	—	—	—	—
X <sub>1,4</sub>		4	9	7,2	9,0	5,4
X <sub>2,1</sub>	Озиме жито	1	87	43,5	60,9	34,8
X <sub>2,2</sub>		2	48	28,8	33,6	19,2
X <sub>2,3</sub>		3	23	13,8	18,4	11,5
X <sub>3,1</sub>	Картопля	1	54	16,2	37,8	27,0
X <sub>3,2</sub>		2	39	11,7	27,3	19,5
X <sub>3,3</sub>		3	28	8,4	22,4	16,8
X <sub>3,4</sub>		4	42	16,8	37,8	29,4
X <sub>3,5</sub>		5	69	27,6	69,0	48,3
Всього			554	267	445,7	279,4

Таким чином, азотні добрива використовуються повністю. Невикористаними залишилися 35,3 ц фосфорних та 39,6 ц калійних добрив.

#### Список використаних джерел:

1. Назарова О.П., Дьоміна Н.А. Моделивання показників інвестиційної привабливості галузей Запорізької області. // «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 2 - С. 78.

2. Назарова О.П. Методи моделювання транспортних систем // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня – Мелітополь, 2017.- С.117-120.

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУГИ ІМПУЛЬСІВ В РЯД ФУР'Є

**Бойченко М.,** *email [makc2002bro@gmail.com](mailto:makc2002bro@gmail.com)*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

У сучасних умовах у процесі навчання використовується обчислювальна техніка, яка дозволяє студентам проводити складні розрахунки із застосуванням різних комп'ютерних програм. Досить зручною програмою для навчання, обчислень та візуалізації результатів математичного моделювання інженерних розрахунків є Mathcad, який дозволяє виконувати розв'язувати системи алгебраїчних і диференціальних рівнянь, операції з векторами і матрицями, будувати поверхні.

*Завдання.* Розкладіть пиловидні імпульси напруги  $U(t)$  в ряд Фур'є. Відновіть сигнал по 10, 30 і 50 першим гармонікам. Порівняйте отриману функцію з початковою.

$$T := 1 \quad w := 2 \cdot \frac{\pi}{T} \quad f(t, T) := \begin{cases} (2 \cdot t) & \text{if } 0 \leq t \leq 0.99 \cdot T \\ 0 & \text{if } 0.99 \cdot T < t \leq T \end{cases}$$

$$A(k, f, T) := \frac{\int_0^T f(t, T) \cdot \cos(k \cdot w \cdot t) \, dt}{0.5 \cdot T}$$

$$B(k, f, T) := \frac{\int_0^T f(t, T) \cdot \sin(k \cdot w \cdot t) \, dt}{0.5 \cdot T}$$

$$Nf := 10 \quad k := 0..Nf - 1 \quad i := 1..Nf - 1$$

$$a_k := A(k, f, T) \quad b_i := B(i, f, T)$$

$$Np := 100 \quad m := 0..3Np$$

$$s(t) := \frac{a_0}{2} + \sum_i (a_i \cdot \cos(i \cdot w \cdot t) + b_i \cdot \sin(i \cdot w \cdot t))$$

$$t_m := \frac{T \cdot m}{Np}$$

Рисунок 1 – Лістинг програмного блоку в пакеті MathCad

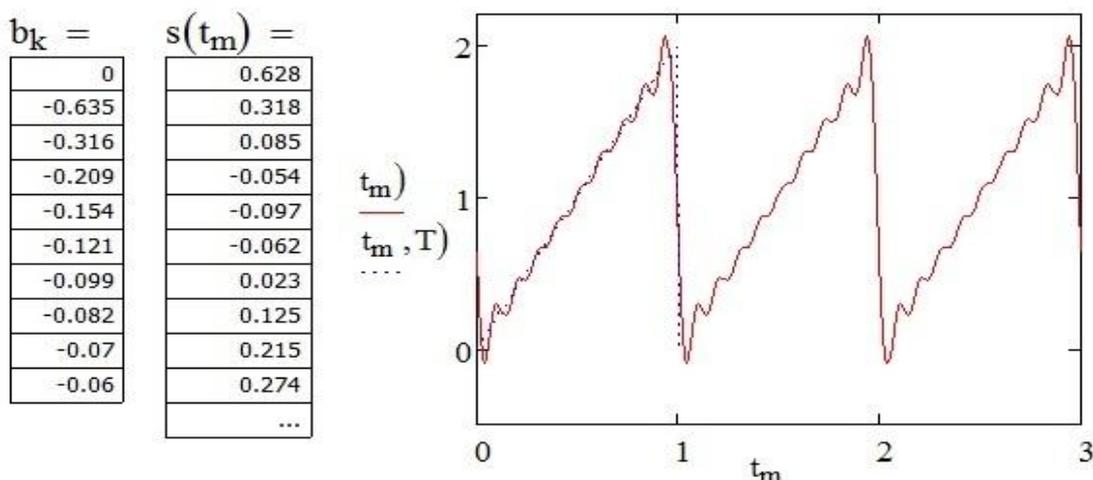


Рисунок 2 – Лістинг результатів в пакеті MathCad

Використання програмних розрахункових блоків можна продемонструвати зв'язки між математикою, фізикою, інформатикою, що підвищує інтерес до вивчення та дослідження явищ та процесів. Таким чином здійснюється частина розрахунків в спеціалізованій програмі MathCad.

### Список використаних джерел:

1. Назарова О. П., Сосницька Н. Л. Автоматизація розрахунків у лабораторному практикумі з фізики. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С.296-300.

2. Назарова О. П., Рожкова О. П. Розв'язок задачі кола постійного струму засобами MathCad. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С.301-304.

3. Майер Р.В. Задачи, алгоритмы, программы [Электронный ресурс]/ Глазов: ГГПИ, 2011. URL: <http://maier-rv.glazov.net> (<http://mayer.hop.ru> ).

4. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических явлений. — Глазов, ГГПИ: 2009. — 112 с. (<http://maier-rv.glazov.net>).

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## ПРОГНОЗУВАННЯ БАНКІВСЬКОГО КРЕДИТУВАННЯ

**Жеребцова Н.С., email [jerebcova200302@gmail.com](mailto:jerebcova200302@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Лінійне програмування застосоване для побудови математичних моделей процесів, в основу яких покладені обмеження та оптимізація. Для них характерний показник ефективності (цільова функція) виражається лінійною залежністю; обмеження на рішення – лінійна рівність або нерівності. Сучасне програмне забезпечення для вирішення завдань лінійного програмування це алгоритмічне програмне забезпечення розраховане на знаходження оптимальних розв'язків конкретних завдань. На вході задається список коефіцієнтів обмежень і на виході видається результат - оптимальні значення змінних.

Розглянемо приклад. Потрібно розрахувати кредитну політику в банку Thriftem, знаходиться в процесі формування портфелю кредитів обсягом 12 мільйонів доларів. В таблиці представлені можливі типи кредитів.

Таблиця 1 – Типи кредитів

Тип кредиту	Ставка проценту	Імовірність безнадійних боргів
Кредити фізичним особам	0,140	0,10
Кредити на купівлю автомобілів	0,130	0,07
Кредити на купівлю житла	0,120	0,03
Сільськогосподарські	0,125	0,05
Комерційні	0,100	0,02

Конкурентоспроможність з іншими банками змушує не менше 40% капіталу вмістити в сільськогосподарські та комерційні кредити, 50% у купівлю житла від загальної суми кредитів фізичних осіб, купівлі автомобілів та житла також не більше 0,04 безнадійних боргів до всієї суми кредитів.

Для вирішення поставленої задачі треба скласти математичну модель.

Змінні для створюванні моделі можна визначити наступним чином:

$x_1$  – кредити фізичним особам,

$x_2$  – кредити на купівлю автомобілів,

$x_3$  – кредити на купівлю житла,

$x_4$  – сільськогосподарські кредити,

$x_5$  – комерційні кредити.

Банк бажає максимізувати прибуток.

Виходячи з цих міркувань, цільову функцію можна записати так:

$$\text{Максимізувати } Z = 0.14 \times (0.9x_1) + 0.13 \times (0.93x_2) + 0.12 \times (0.97x_3) + 0.125 \times (0.95x_4) + 0.1 \times (0.98x_5) - 0.1x_1 - 0.07x_2 - 0.03x_3 - 0.05x_4 - 0.02x_5 = 0.26x_1 + 0.509x_2 + 0.0864x_3 + 0.06875x_4 + 0.078x_5$$

Задача має п'ять обмежень:

1. Обмеження загальної суми кредитів

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 12$$

2. Обмеження на сільськогосподарські та комерційні кредити

$$x_4 + x_5 \geq 0.4 \times 12, \text{ або } x_4 + x_5 \geq 4.8$$

3. Обмеження кредитів на купівлю житла

$$x_3 \geq 0.5(x_1 + x_2 + x_3)$$

4. Обмеження на неповернені кредити

$$\frac{0.1x_1 + 0.07x_2 + 0.03x_3 + 0.05x_4 + 0.02x_5}{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5} \leq 0.04$$

або

$$0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0$$

5. Умови невід'ємності

$$x_1 \geq x_2 \geq x_3 \geq x_4 \geq x_5 \geq 0$$

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 0 \quad x_3 := 0 \quad x_4 := 0 \quad x_5 := 0$$

$$Z(x) := 0.26x_1 + 0.509x_2 + 0.0864x_3 + 0.06875x_4 + 0.078x_5$$

Given

Загальна сума кредитів

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 12$$

Обмеження на сільськогосподарські та комерційні кредити

$$x_4 + x_5 \geq 4.8$$

Обмеження кредитів на купівлю житла

$$x_3 \geq 0.5 \cdot (x_1 + x_2 + x_3)$$

Обмеження на неповернені кредити

$$0.06x_1 + 0.03x_2 - 0.01x_3 + 0.01x_4 - 0.02x_5 \leq 0.04$$

$$x \geq 0$$

$$\underline{R} := \text{Maximize}(Z, x)$$

$$Z(\underline{R}) = 2.773$$

$$R = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 4.308 \\ 0 \\ 2.154 \\ 5.538 \end{pmatrix}$$

Рисунок 1 – Лістинг програмного блоку в пакеті MathCad

Оскільки інтервал першої частини від 4.8 до нескінченності, то цей процент гарантований якщо загальна сума кредитів перевищує 12 мільйонів доларів, цей відсоток дуже малий, бо найменший відсоток по банківським вкладенням є 10% (для комерційних кредитів). Різниця у величинах цих процентів це неповернені кредити, які вираховуються із загальної суми кредитів та чистого прибутку.

Усі нові вкладення слід робити у кредити на купівлю житла, бо найбільший коефіцієнт у цільовій функції (0.0864) саме у тій формулі. Друге обмеження показує, що збільшення

границі (-0.0084) призведе до зменшення чистого прибутку, тому не вигідно встановлювати нижній кордон для суми сільськогосподарських та комерційних кредитів.

Таким чином додаткові вклади слід поміщати в кредити на купівлю житла, а не в сільськогосподарські та комерційні кредити. Якщо ми взагалі видалимо це обмеження тоді всі інвестиції перемістяться у кредити на купівлю житла. Розв'язання задач в пакеті зроблено в пакеті MathCad.

#### **Список використаних джерел:**

1. Назарова О. П., Дьоміна Н. А. Математичне моделювання у наукових роботах секції електроенергетика. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова (Мелітополь, 15 квітня - 29 квітня 2021 р) / ТДАТУ; відповід. за вип. С.О. Квітка, Д.М. Нестерчук. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С.124-125.

2. Назарова О.П., Дьоміна Н.А. Моделювання показників інвестиційної привабливості галузей Запорізької області. // «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 2 - С. 78.

3. Назарова О.П. Методи моделювання транспортних систем // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня– Мелітополь, 2017.- С.117-120.

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доц кафедри ВМФ, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИБУТКОВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЛІ В БУДІВНИЦТВІ**

**Ліштван М.Е., email [teaowl.alya@gmail.com](mailto:teaowl.alya@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Використання середовища MathCad дозволяє організувати системний підхід до вирішення економічних завдань від математичних рівнянь до наочного уявлення результатів.

Важливим моментом є розв'язання близьких до практики завдань та ситуацій. Розглянута технологія економіко-математичного моделювання створює необхідні умови та має значні резерви для формування професійних компетенцій сучасного менеджера-економіста.

Розглянемо приклад. Компанія володіє 800 акрами необробленої землі. В минулому освоєння територій навколо озера було нерегулярним та частковим. Зараз навколо озера побудовано багато домівок для відпочиваючих. Оскільки каналізація відсутня, активно великі ємкості для зберігання побутових відходів. Та багато септичних танків не можуть більше використовуватись, бо приходять в негідність і починають текти, тому з'явилися проблеми з забрудненням води в озері.

Септичні танки — локальне очисне устаткування, що застосовується на стадії проектування та будівництва комплексних систем локального очищення побутових і господарських стічних вод. Септик, як такий, не є закінченою очисною спорудою та застосовується відповідно до чинних норм і правил. Під час роботи цієї очисної споруди необхідне використання методів ґрунтового доочищення.[3]

Аби зупинити подальше забруднення озера, влада округу розробила суворі обмежувальні вимоги для подальшого можливого освоєння цієї території.

- Дозволяється будувати будинки тільки на одну, дві або три сім'ї, до того ж доля будинків на одну сім'ю повинна дорівнювати не менше 50% від всіх побудованих.

- Обмежується кількість септичних танків: мінімальна територія, відведена для розміщення одного танка, яка обслуговує один будинок або одну, дві або три сім'ї, дорівнює відповідно 2, 3 або 4 акра.

- Рекреаційна зона розраховується виходячи із норми – не менше одного акра на 200 сімей.

- Для запобігання забрудненню озера забороняється використовувати поверхневі води для поливу і побутових потреб.

Адміністрація компанії вирішило розробити нові можливості подальшого освоєння тих 800 акрів землі, які їй належать. Подальше освоєння цих земель передбачає подальше будівництво будинків для відпочинку на одну, дві або три сім'ї. Підраховано, що необхідно відвести не менше 15% всієї території на прокладення доріг і будівництво допоміжних споруд. Компанія планує здавати в оренду будинки відпочиваючим і розраховує отримувати від одного будинку наступний прибуток (всі наступні суми зазначаються в доларах).

Таблиця 1 – Прибуток за оренду будинку

Тип будинку	На 1 сім'ю	На 2 сім'ї	На 3 сім'ї
Чистий прибуток	10000	12000	15000

Вартість запланованої водопровідної мережі пропорційна кількості будинків, підключених до водопроводу. Проте влада округу наполягає на тому, що необхідно зібрати не менше 100 000 доларів, щоб цей проект був економічно здійсненним. Окрім того, відомо, що навіть в курортний період водопровідна мережа не зможе надати більше 200 000 галонів води в день. В таблиці 2 приведена вартість підключення до водопровідної мережі одного будинку і вказана щоденна потреба в воді однієї сім'ї.

Таблиця 2 – Вартість підключення до водопровідної мережі одного будинку

Тип будинку	1 сім'я	2 сім'ї	3 сім'ї	Рекреаційна зона
Вартість підключення	1000	12000	1400	800
Потреба в воді (галонів/день)	400	600	840	450

#### Математична модель

Компанія повинна визначити, скільки коштуватимуть будинки різного типу та якою має бути рекреаційна зона, щоби задовольнити потреби влади округу. Припустимо

$x_1$  – кількість будинків на одну сім'ю.

$x_2$  – кількість будинків на дві сім'ї.

$x_3$  – кількість будинків на три сім'ї.

$x_4$  – кількість акрів землі, відведених на рекреаційну зону.

Очевидно, що компанія має максимізувати свій дохід ( $z$ ), тому цільову функцію можна записати так (рис. 1).

Оптимальне рішення не рекомендує будувати будинки на дві або три сім'ї, не дивлячись на те, що доходи від цих будинків вище, ніж будинків розрахованих на одну сім'ю. Приведена вартість для будинків на дві, три сім'ї складає 3012 та 5024 доларів відповідно. Це означає, що для того щоб такі будинки були рентабельними необхідно або на величини приведених вартостей зменшити вартість ресурсів, необхідних для їх будівництва і експлуатації, або ж на таку ж величину збільшити їх прибутковість. Розв'язання задач в пакеті MathCad дозволяє розрахувати задачу лінійного програмування дуже швидко.

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 0 \quad x_3 := 0 \quad x_4 := 0$$

$$Z(x) := 10000 x_1 + 12000 x_2 + 15000 x_3$$

Given

*загальна площа необхідної землі:*

$$2 x_1 + 3 x_2 + 4 x_3 + x_4 \leq 680$$

*будівництво будинків переважно для однієї сім'ї.*

$$0.5 x_1 - 0.5 x_2 - 0.5 x_3 \geq 0$$

*вимоги до рекреаційної зони*

$$200 x_4 - x_1 - 2 x_2 - 3 x_3 \geq 0$$

*будівництво водопровідної системи*

$$1000 x_1 + 1200 x_2 + 1400 x_3 + 800 x_4 \geq 100000$$

*використання води в піковий період*

$$400 x_1 + 600 x_2 + 840 x_3 + 450 x_4 \leq 200000 \quad x \geq 0$$

$$\underline{R} := \text{Maximize}(Z, x)$$

Рисунок 1 – Запис цільової функції

### Список використаних джерел:

1. Назарова О. П., Дьоміна Н. А. Математичне моделювання у наукових роботах секції електроенергетика. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова (Мелітополь, 15 квітня - 29 квітня 2021 р) / ТДАТУ; відповід. за вип. С.О. Квітка, Д.М. Нестерчук. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С.124-125.

2. Назарова О.П., Дьоміна Н.А. Моделювання показників інвестиційної привабливості галузей Запорізької області. // «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 2 - С. 78.

3. Назарова О.П. Методи моделювання транспортних систем // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня– Мелітополь, 2017.- С.117-120.

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ПОТЕНЦІАЛУ ТА НАПРУЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

**Мараховський В.**, email [makc2002bro@gmail.com](mailto:makc2002bro@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Необхідно вміти працювати із сучасними математичними пакетами, різними системами комп'ютерної математики. До них відноситься пакет MathCAD – досить поширена система автоматичного проектування (САПР), в якій об'єднані редактор документів, системний інтегратор, центр ресурсів, електронні книги, довідкова система, браузер Інтернету.

**Завдання.** Поруч із зарядженою пластиною розташовані два точкових заряди. Вивчіть розподіл потенціалу та напруженості електричного поля.

Напружена пластина моделюється системою точкових зарядом, розташованих уздовж прямої. Залежність  $f(x,y)$  визначається розглянутим вище методом. напруженості електричного поля в даній точці дорівнює градієнту потенціалу з протилежним знаком:

$$\vec{E}(x,y) = -\text{grad}\phi = -\vec{i} \cdot \frac{\partial\phi}{\partial x} - \vec{j} \cdot \frac{\partial\phi}{\partial y}$$

Для визначення напруженості електричного поля в вузлових точках координатної площини визначаються проекції вектора E на осі координат і утворюється матриця

$$E_{ij} = E_x(x,y) + I_i * E_y(x,y).$$

Після цього з неї отримують нормовану матрицю  $A_{ij}$ , яка використовується для створення векторного поля  $E(x,y)$ . Вирішення задачі представлено на рис. 1.

```

N1 := 25 i := 0..N1 j := 0..N1 xi := -5 + (0.4*i) yj := -5 + 0.4*j

f(x,y) := -4 / [x^2 + (y + 4.5)^2]^0.5 + 4 / [x^2 + (y - 4.5)^2]^0.5 + sum(i=0 to 10, 1 / [(x + 0.5*i)^2 + y^2]^0.5)

Ex(x,y) := -d/dx f(x,y) Ey(x,y) := -d/dy f(x,y) ff_i,j := f(xi,yj)
Ei,j := Ex(xi,yj) + j*i*Ey(xi,yj) Ai,j := Ei,j / |Ei,j|
    
```

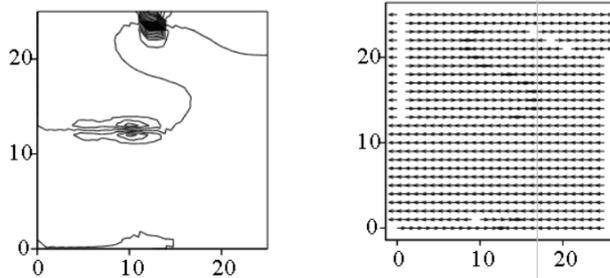


Рисунок 1 – Лістинг результатів в пакеті MathCad

Пакет MathCAD має математичний апарат, що дозволяє виконувати символні обчислення, вирішувати системи алгебраїчних та диференціальних рівнянь, операції з векторами та матрицями, писати програми, будувати графіки та поверхні. Це дуже зручно під час вирішення завдань енергетики.

### Список використаних джерел:

1. Назарова О. П., Сосницька Н. Л. Автоматизація розрахунків у лабораторному практикумі з фізики. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С.296-300.
2. Назарова О. П., Рожкова О. П. Розв’язок задачі кола постійного струму засобами MathCad. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С.301-304.
3. Майер Р.В. Задачи, алгоритмы, программы [Электронный ресурс]/ Глазов: ГГПИ, 2011. URL: <http://maier-rv.glazov.net> (<http://mayer.hop.ru>).
4. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических явлений. — Глазов, ГГПИ: 2009. — 112 с. (<http://maier-rv.glazov.net>).

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## ОПТИМІЗАЦІЯ РАЦІОНУ ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН

Самофалова А.С., email [teaowl.alya@gmail.com](mailto:teaowl.alya@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Годування, як відомо, впливає на фізіологічні особливості тварин: зростання, розвиток, вага, продуктивність. Від годування залежать відтворювальні здатності тварин, кількість і якість продуктів тваринництва. Крім того, в структурі собівартості продукції тваринництва корми займають найбільшу питому вагу, тому для здешевлення продукції тваринництва необхідно знижувати витрати на корми.

Для того щоб найкращим чином використовувати корми і домогтися їх найвищої окупності, потрібно організувати годування тварин на науковій основі. Раціони повинні бути збалансованими за всіма можливими інгредієнтами харчування (кормові одиниці, перетравний протеїн, кальцій тощо), співвідношенню різних груп і видів кормів і поживних речовин і одночасно мати мінімальну собівартість. В якості критерію оптимальності в окремих завданнях може використовуватися мінімум маси раціону, максимум енергетичних одиниць та ін.

Розрахуємо оптимальний добовий раціон годівлі для корів із середньою жировою масою 500 кг і середньодобовим удоєм 16 кг молока. Для забезпечення заданої продуктивності необхідно, щоб у раціоні містилося не менш 12,9 кг кормових одиниць, 1390 г перетравного протеїну, 116 г кальцію, 72 г фосфору, 523 мг каротину. Сухої речовини в ньому має бути не менше 20 кг.

Господарство володіє чотирма видами кормів. Вміст поживних речовин в 1 кг корму і собівартість кормів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вміст поживних речовин та собівартість кормів

Показники	Комбікорм	Сіно конюшно-тимофієчне	Солома ячмінна	Силос кукурудзяний
Кормові одиниці, кг	0,9	0,5	0,36	0,2
Перетравний протеїн, г	112	52	12	14
Кальцій, г	15	7,4	3,7	1,5
Фосфор, г	13	2,2	1,2	0,5
Каротин, мг	-	30	4	15
Суха речовина, кг	0,87	0,83	0,85	0,26
Собівартість 1кг корма, коп.	14,5	2,1	0,3	0,6

Відповідно до зоотехнічних вимог окремі групи кормів в раціоні можуть змінюватися в таких межах, % до загальної кількості кормових одиниць: концентровані - від 10 до 30, грубі - від 20 до 35, соковиті - від 30 до 50. Крім того, в групі грубих кормів солома повинна складати не більше 25%. Критерій оптимальності - мінімум собівартості раціону.

Для розрахунку оптимального раціону годівлі необхідно побудувати економіко-математичну модель і вирішити її на ЕОМ. Існують різні математичні форми запису моделі оптимізації раціонів. Однак при однаковій вхідній інформації вони забезпечують отримання ідентичних рішень.

Для побудови структурної економіко-математичної моделі оптимізації добового раціону годівлі корів введемо наступні позначення:

$j$  – індекс змінної;

$i$  – індекс обмеження;  
 $x_j$  – змінна, яка позначає кількість корму  $j$ -го виду, що входить до раціону;  
 $\bar{x}$  – змінна, яка позначає сумарну кількість кормових одиниць в раціоні;  
 $a_{ij}$  – зміст  $i$ -го елемента живлення або сухої речовини в одиниці  $j$ -го виду корму;  
 $B_i$  – допустима кількість  $i$ -го поживної речовини в раціоні;  
 $\beta_i^{\min}, \beta_i^{\max}$  – мінімальна і максимальна питома вага окремих груп кормів в раціоні;  
 $c_j$  – собівартість одиниці корму  $j$ -го виду;  
 $W_{ij}$  – коефіцієнт пропорційності;  
 $N$  - множина, що включає номери змінних за видами кормів у раціоні;  
 $N'_i$  – підмножина, що включає номери змінних за видами кормів  $i$ -й групи;  
 $M_1$  – множина, що включає номери обмежень за вмістом кормових одиниць у раціоні;  
 $M_2$  – множина, що включає номери обмежень за вмістом поживних речовин (крім кормових одиниць) в раціоні;  
 $M_3$  – номер обмеження за змістом сухої речовини у раціоні;  
 $M_4$  – множина, що включає номери обмежень за вмістом окремих груп кормів у раціоні;  
 $M_5$  - множина, що включає номери обмежень за питомою вагою окремих кормів всередині груп.

Мета завдання - знайти такий склад раціону годівлі, при якому досягається мінімум його собівартості

$$Z = \sum_{j \in N} c_j x_j \rightarrow \min$$

при виконанні наступних обмежень.

1) Раціон повинен містити поживних речовин не менше допустимої кількості:

а) кормові одиниці:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j = \bar{x}, \bar{x} \geq B_i, (i \in M_1);$$

б) інших видів поживних речовин:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i, (i \in M_2);$$

2) вміст сухої речовини в раціоні повинно бути не більше допустимої кількості:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i, (i \in M_3);$$

3) зміст кормів кожної групи в раціоні повинно бути обмежено:

$$\sum_{j \in N'_i} a_{ij} x_j \geq \beta_i^{\min} \bar{x}, \sum_{j \in N'_i} a_{ij} x_j \leq \beta_i^{\max} \bar{x} (i \in M_4);$$

4) в окремих групах кормів зміст деяких видів кормів повинен бути обмежений:

$$\sum_{j \in N'_i} a_{ij} x_j \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} \sum_{j \in N'_i} W_{ij} a_{ij} x_j, (i \in M_5);$$

Виходячи з умов завдання по даному запису структурної економіко-математичної моделі складається перелік змінних величин і обмежень, готується вихідна інформація, будується розгорнута економіко-математична модель задачі, яка потім записується у вигляді матриці табл. 2.

Визначимо перелік змінних. Кількість кормів, які можуть увійти в раціон корів, позначимо через:

$x_1$  - кількість комбікорму в раціоні, кг;

$x_2$  - кількість конюшно-тимофієчного сіна в раціоні, кг;

$x_3$  - кількість ячмінної соломи в раціоні, кг;

$x_4$  - кількість кукурудзяного силосу в раціоні, кг;

$\bar{x}$  - загальна кількість кормових одиниць в раціоні, кг.

Таблиця 2 – Розгорнута економіко-математична модель задачі

Номер обмеження	Змінні величини Найменування обмежень	Одиниця виміру	Комбікорм,	Сіно конюшино-	Солома	Силос	Загальна кількість кормових одиниць, кг	Вид обмеження	Обсяг обмеження
			кг	тимофієчне, кг	ячмінна, кг	кукурудзяний, кг			
			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$\bar{x}$		
1	Усього кормових одиниць	кг	0,9	0,5	0,36	0,2	-1	=	0
2	Кормові одиниці						1	≥	12,9
3	Перетравний протеїн	г	112	52	12	14		≥	1390
4	Кальцій		15	7,4	3,7	1,5		≥	116
5	Фосфор		13	2,2	1,2	0,5		≥	72
6	Каротин	мг		30	4	15		≥	523
7	Суша речовина	кг	0,87	0,83	0,85	0,85		≤	20
8	Концентровані, не менше	кг корм. од.	0,9				-0,1	≥	0
9	Концентровані, не більше		0,9				-0,3	≤	0
10	Грубі корма, не менше			0,5	0,36		-0,2	≥	0
11	Грубі корма, не більше			0,5	0,36		-0,35	≤	0
12	Соковиті корма, не менше					0,2	-0,3	≥	0
13	Соковиті корма, не більше					0,2	-0,5	≤	0
14	Солома у грубих кормах			-0,125	0,27			≤	0
Z - мінімальна собівартість раціону		коп.	14,5	2,1	0,3	0,6		→	min

У результаті рішення задачі на ЕОМ отримано оптимальний добовий раціон годування корів (табл. 3).

Таблиця 3 – Оптимальний добовий раціон годування корів

Змінні	Показники	Кількість корму в раціоні, кг	Вміст поживних речовин у кормах						Собівартість раціону, коп
			Кормові одиниці, кг	Перетравного протеїну, г	Кальція, г	Фосфора, г	Каротина, мг	Сухої речовини, кг	
$x_1$	Комбікорм	3,64	3,3	408	55	47	-	3,2	52,8
$x_2$	Сіно конюшино-тимофієчне	10,35	5,2	539	76	23	311	8,6	21,6
$x_3$	Солома ячменна	-	-	-	-	-	-	-	-
$x_4$	Силос кукурудзяний	31,68	6,3	443	48	16	475	8,2	19
	Разом	x	14,8	1390	179	86	786	20	93,5
	Потрібність у поживних речовинах	x	12,9	1390	116	72	523	20	x
	Перевищення потреби	x	1,9	-	63	14	263	-	x

Корми, що увійшли в оптимальний раціон годування корів, містять поживних речовин не менше необхідної кількості. Дотримані і всі умови по структурі раціону.

Можна зробити висновок, що розв'язання задач в пакеті MathCad дозволяє розрахувати оптимальний раціон годування корів. Мінімальна собівартість раціону складає 92,5 грн.

#### Список використаних джерел:

1. Назарова О.П., Дьоміна Н.А. Моделювання показників інвестиційної привабливості галузей Запорізької області. // «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 2 - С. 78.

2. Назарова О.П. Методи моделювання транспортних систем // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня – Мелітополь, 2017.- С.117-120.

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕРФЕРЕНЦІ ХВИЛІ

**Фурдуй А.А.,** email [furdujartem@gmail.com](mailto:furdujartem@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Комп'ютерне моделювання, проведення обчислювального експерименту є одним із сучасних методів дослідження в задачах енергетики.

Важливим рівнем оволодіння методами обчислювальної математики є вміння працювати з сучасними математичними пакетами, різними системами комп'ютерної математики. До них відноситься пакет MathCAD, який має потужний математичний апарат, який дозволяє виконувати символічні обчислення, розв'язувати системи алгебраїчних і диференціальних рівнянь, операції з векторами і матрицями, писати програми, будувати графіки і поверхні.

Задача. Дві хвилі з рівними частотами поширюються назустріч один одному. В результаті їх накладення виникає стояча хвиля. Побудувати зміщення частинок середовища в різні моменти часу.

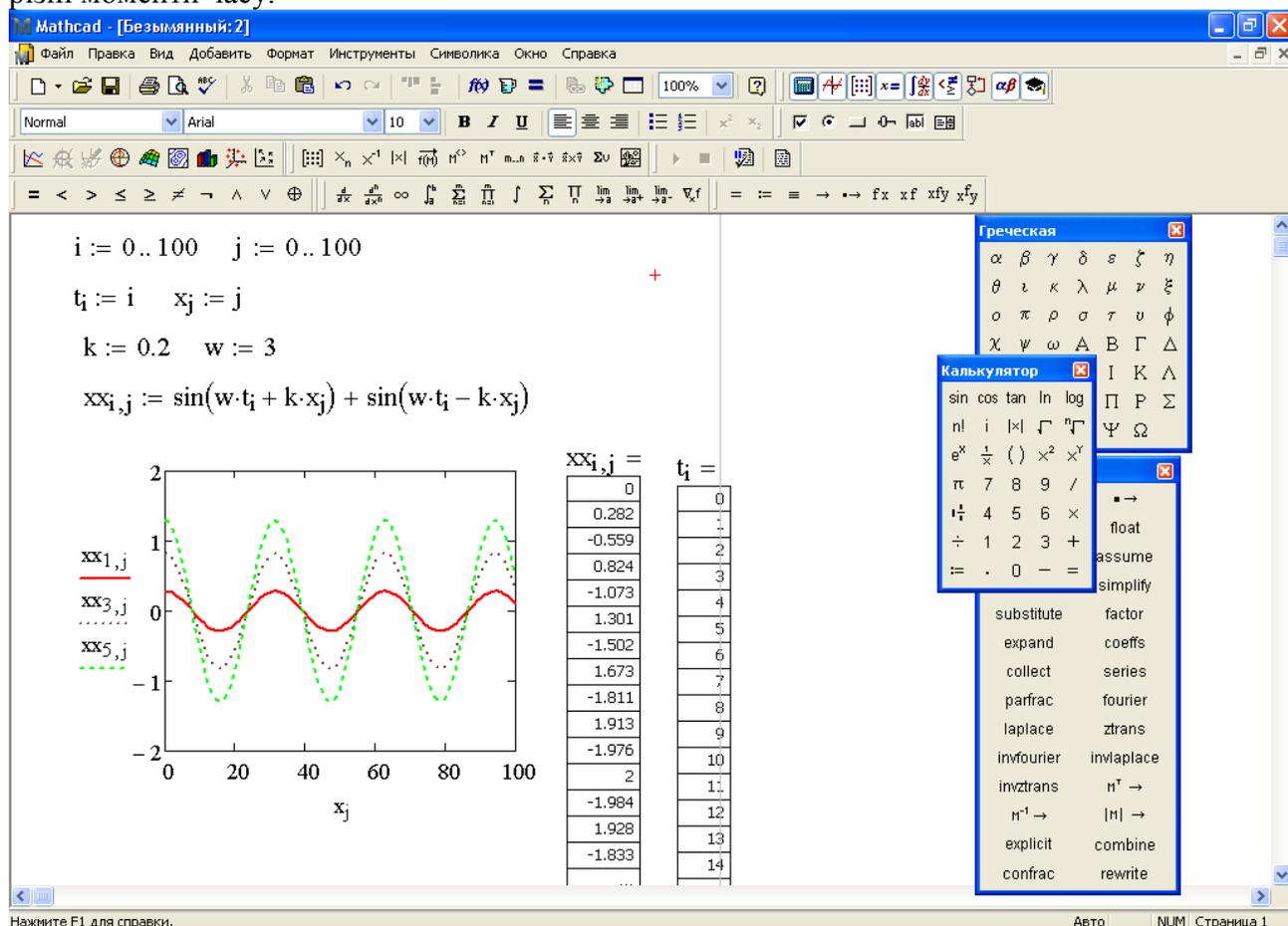


Рисунок 1 – Лістинг програмного блоку в пакеті MathCad

Таким чином, здійснюючи частину розрахунків в спеціалізованій програмі MathCad, вивільняється час для аналітичної та пошукової діяльності студентів. При використанні програмних розрахункових блоків можна продемонструвати міждисциплінарні зв'язки між математикою, фізикою, інформатикою, що підвищує інтерес до вивчення та дослідження явищ та процесів.

### Список використаних джерел:

1. Назарова О. П., Сосницька Н. Л. Автоматизація розрахунків у лабораторному практикумі з фізики. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С.296-300.

2. Назарова О. П., Рожкова О. П. Розв'язок задачі кола постійного струму засобами MathCad. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матер. II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В. М. Кюрчев, Н. Л. Сосницька, М. І. Шут та ін. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С.301-304.

3. Майер Р. В. Задачи, алгоритмы, программы. Глазов: ГГПИ, 2011. URL: <http://maier-gv.glazov.net> <http://maier.hor.ru> (дата звернення 03.05.2021) 2. Майер Р. В. Компьютерное моделирование физических явлений. Глазов, ГГПИ: 2009. 112 с. URL: <http://maier-gv.glazov.net> (дата звернення 03.05.2021)

4. Назарова О. П., Дьоміна Н. А. Математичне моделювання у наукових роботах секції електроенергетика. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції пам'яті В. В. Овчарова (Мелітополь, 15 квітня - 29 квітня 2021 р) / ТДАТУ; відповід. за вип. С.О. Квітка, Д.М. Нестерчук. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С.124-125.

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## ОПТИМАЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ

**Ходаба Л.В.**, email [lesahodaba@gmail.com](mailto:lesahodaba@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Сутність економіко-математичного моделювання у плануванні фінансових показників полягає в тому, що воно дозволяє знайти кількісне вираження взаємозв'язків між фінансовими показниками та факторами, що їх визначають. У модель включаються лише основні (визначальні) чинники. Для вирішення задачі лінійного програмування використовується симплексний метод, однак зручніше виконувати розв'язання цієї задачі в пакеті MathCad.

Розглянемо на прикладі. Багаторічні трави посіяні на площі 1300 га. Знайти оптимальне поєднання їх збирання на сіно, сінаж і силос, якщо потрібно запасти не менше 21000ц корм.од. грубих кормів і 12000ц корм.од. силосу. При цьому загальні ресурси праці складають 18050 люд.-год.

Виробництво багаторічних трав залежно від способів збирання характеризується показниками які, приведені в табл.1.

Таблиця 1 – Виробництво багаторічних трав

Показники	Багаторічні трави		
	на сіно	на сінаж	на силос
Вихід продукції з 1 га,ц	50	125	250
Витрати праці на 1 ц, люд.-год.	0,2	0,128	0,1
Зміст кормових одиниць в 1 ц корма, ц	0,5	0,4	0,16

Критерій оптимальності – максимум виробництва кормів.

Для розв'язання задачі складемо розгорнуту економіко-математичну модель. Для цього позначимо через:

$x_1$ - площа збирання багаторічних трав на сіно, га;  
 $x_2$ - площа збирання багаторічних трав на сінаж, га;  
 $x_3$ - площа збирання багаторічних трав на силос, га.  
 Зазначимо умови задачі у вигляді системи обмежень табл. 2.

Таблиця 2 – Матриця економіко-математичної задачі оптимізації збирання багаторічних трав

Змінні величини	Одиниця виміру	Багаторічні трави			Вид обмежень	Об'єм обмежень
		на сіно,га	на сінаж,га	на силос,га		
Площа посіву	га	1	1	1	=	1300
Ресурси праці	люд.-год	10	16	25	≤	18050
Виробництво грубих кормів	ц корм.од	25	50		≥	21000
Виробництво силосу	ц корм.од			40	≥	12000
Z-максимум виробництва кормів	ц корм.од	25	50	40	max	

Розв'язок задачі в пакеті MathCad має вигляд рис. 1.

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 0 \quad x_3 := 0$$

$$Z(x) := 25x_1 + 50x_2 + 40x_3$$

Given

по збиранню площі посівів багаторічних трав

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1100$$

по використанню ресурсів праці:

$$0.2 \cdot 50x_1 + 0.128 \cdot 125x_2 + 0.1 \cdot 250x_3 \leq 18050$$

по гарантованому виробництву грубих кормів:

$$0.5 \cdot 50x_1 + 0.4 \cdot 125x_2 \geq 21000 \quad x \geq 0$$

по гарантованому виробництву силоса:

$$0.16 \cdot 250x_3 \geq 12000$$

$$R := \text{Maximize}(Z, x) \quad R = \begin{pmatrix} 0 \\ 375 \\ 425 \\ 300 \end{pmatrix}$$

$$Z(R) = 4.263 \times 10^4$$

Рисунок 1 – Лістинг програмного блоку в пакеті MathCad

Таким чином необхідно посіяти на площі 1300 га багаторічних трав на сіно – 375 га, багаторічних трав на сінаж 425 га і силос – 300 га. Максимальне виробництва кормів 42630 ц

Можна зробити висновок, що розв'язання економіко-математичної задачі в пакеті MathCad дозволяє розрахувати оптимальні обсяги виробництва кормів з мінімальними тимчасовими витратами, що важливо в умовах ринкової економіки.

#### Список використаних джерел:

1. Назарова О.П. Динамічне моделювання фізичних характеристик силових трансформаторів. Наукові записки /Ред. Кол: В.Ф. Черкасов, В.В. Радул, Н.С. Савченко та ін.

– Випуск 179 – Серія: Педагогічні науки. - Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019 - С.233-237

2. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPower Systems и Simulink. — СПб.: Питер, 2008. — 288 с.

3. Назарова О.П., Дьоміна Н.А. Моделювання показників інвестиційної привабливості галузей Запорізької області. // «Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції»: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019 р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного; Ч. 2 - С. 78.

4. Назарова О.П. Методи моделювання транспортних систем // Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях», 11-13 вересня– Мелітополь, 2017.- С.117-120.

5. Nazarova O., Shevchuk O., Plotnichenko S., Surzhenko N. Cognitive modeling in the regional strategic management // Springer Nature Switzerland AG, 2019, p. 473-481

**Науковий керівник:** Назарова О.П., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ: СТРАТЕГІЯ

**Чернишова П.А.,** email [melissatea444@gmail.com](mailto:melissatea444@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Математичні моделі почали використовувати ще в давнину, і зараз вони широко застосовуються у багатьох сферах діяльності. Одним з найбільш актуальних питань сьогодення для українського землевласника та землекористувача є підвищення ефективного використання земель. У ринкових умовах підвищення ефективного використання земель можливе шляхом комплексного підходу з урахуванням всіх чинників навколишнього середовища. При моделюванні ефективного використання земель комплексний підхід застосовується дуже рідко. Наприклад, рідко враховуються регіональні особливості земель, тому неможливо керувати процесом використання земель, прогнозувати динаміку зміни земель, вносити коригування.

При створенні такої моделі необхідно враховувати категорію землі. Згідно зі статтею 19 Земельного кодексу України: «Землі України за основним цільовим призначенням поділяються на такі категорії:

- а) землі сільськогосподарського призначення;
- б) землі житлової та громадської забудови;
- в) землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення;
- г) землі оздоровчого призначення;
- г) землі рекреаційного призначення;
- д) землі історико-культурного призначення;
- е) землі лісгосподарського призначення;
- є) землі водного фонду;
- ж) землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення».

Основні фактори, що впливають на ефективність використання земель: вартість валового доходу, попит на продукцію, вартість обладнання, пропозиції виробленої продукції, кількість мінеральних добрив на посівних площах, вартість переробки зерна, урожайності сільськогосподарських культур, чисельність населення світу, чисельність населення України, ціна транспортування товарів та послуг, сільськогосподарські угіддя, величина витрат гумусу та поживних речовин, вартість зберігання продукції, вартість транспортування

продукції, вартість оновлення обладнання, пасовища, ріллі, сінокоси, витрати виробництва, інфляція, початкова вартість обладнання тощо.

Ефективність використання сільськогосподарської землі може бути визначено за допомогою таких показників, як виробництво валової продукції рослинництва, товарної продукції рослинництва, валового доходу рослинництва, чистого доходу рослинництва або прибутку від реалізації рослинницької продукції, а також виробництва окремих видів продукції рослинництва.

При плануванні найбільш ефективного використання земель необхідно враховувати, що для кожної земельної території характерні свої задані природно-кліматичні умови. Важливі природно-географічна та територіальна обумовленість, а також різноманіття та складність ґрунтового покриву, ландшафт, родючість земель.

Ефективність використання землі можна визначається як обсяг валової продукції сільського господарства або рослинництва у розрахунку на одиницю земельної площі. При побудові показників економічної ефективності використання землі часто застосовують категорію умовної ріллі. Ефективність використання землі повинна включати й індекси тісноти розміщення населення, прибутковості бюджету від використання землі.

Нормативний економічний ефект від вирощування лісу розраховують як різницю між оцінкою тієї продукції та послуг, які можна отримати в еталонному лісонасадженні за діючими цінами та сумою нормативних витрат, пов'язаних із вирощуванням лісу за період обороту рубки, розрахованих за методом відносної вартості. Економічні витрати на підтримку та розвиток міської території визначаються за відомими формулами.

Таким чином, запропонована математична модель дозволить визначити основні параметри розвитку використання земель для поточного та перспективного планування. Вона зможе застосовуватися для аналізу сформованого існуючого становища, дозволить вибрати найбільш доцільні шляхи розвитку та підвищення ефективності робіт, спираючись на фактичні дані за попередні роки. Сучасні методи та моделі математичної статистики дають можливість залучати дуже широке коло функцій прогнозування необхідних показників.

#### **Список використаних джерел:**

1. Земельний кодекс України: Документ 2768-III, чинний, поточна редакція — Редакція від 28.10.2021, підстава - 1174-IX.
2. Шарий Г. Складові концепції державного регулювання і розвитку ринку земель / Шарий Г., Микитенко Ю., Банна Т. // Землевпорядний вісник. – 2008. - №1. – С.16-24.
3. Гаража О.П. Види та показники ефективності використання сільськогосподарських угідь в управлінні земельними ресурсами України / Мукачівський державний університет. Економіка і суспільство. Випуск № 3. 2016 р. С. 52-60. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [http://www.economyandsociety.in.ua/journal/3\\_ukr/10.pdf](http://www.economyandsociety.in.ua/journal/3_ukr/10.pdf).
4. Опенько І. А. Порівняльний аналіз оприлюднення земельно-кадастрових відомостей у зарубіжних країнах та Україні. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. 2013. № 3. С. 80 – 87.

**Науковий керівник:** *Дьоміна Н.А., к.т.н., доцент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ

Маджар А. І., email [nastya27082@gmail.com](mailto:nastya27082@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

При підготовці фахівців для професійної діяльності у сфері виробництва та управління якістю і безпечністю харчових продуктів основною задачею є формування професійних компетентностей, які дозволяють здійснювати комплекс організаційних і технологічних заходів для підвищення ефективності функціонування підприємств і закладів харчової промисловості. Фахівці даної сфери повинні засвоїти основні поняття і принципи проектування та функціонування підприємств харчової промисловості і закладів ресторанного господарства, системи управління якістю та безпечністю харчових продуктів, сутність та параметри технологічних процесів виробництва харчових продуктів, принципи розроблення нових та удосконалення існуючих харчових технологій, правила застосування чинної законодавчої і нормативної бази, системи аналізу маркетингової діяльності у виробничих умовах, методики і методи контролю якості та безпечності харчових продуктів, планування і розрахунок потреби у матеріальних, фінансових і трудових ресурсах.

Освітня професійна програма підготовки спеціалістів харчової галузі визначає інтегральну компетентність як здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми технічного і технологічного характеру, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства та у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів харчових технологій.

Серед фахових компетенцій є такі як здатність розробляти нові та удосконалювати існуючі харчові технології з врахуванням принципів раціонального харчування, ресурсозаощадження та інтенсифікації технологічних процесів; здатність проектувати нові або модернізувати діючі виробництва.

Для виконання поставлених задач необхідний міцний фундамент теоретичної та практичної підготовки здобувачів вищої освіти. Першою ланкою у процесі формування низки професійних компетенцій спеціалістів харчової сфери є забезпечення свідомого оволодіння системою математичних знань, умінь і навичок, які необхідні для подальшого глибокого засвоєння багатьох базових та професійно-орієнтованих дисциплін, а також застосування їх у практичній діяльності.

**Мета дослідження** – показати шляхи оволодіння теоретичними засадами, основними принципами та інструментарієм математичного апарату, який використовується при вирішенні практичних задач у сфері харчових технологій на прикладі застосування методів лінійного програмування для оптимізації суміші для вирощування грибів, розвиток навичок творчого дослідження та математичного моделювання технологічного процесу виробництва печериць.

Білі круглі печериці (рис.1) охрестили як «лісове м'ясо», оскільки в них міститься багато білка. Головна привабливість і користь грибів перебуває в їх збалансованому складі всіх цінних для організму людини компонентів. В грибах міститься цілих 18 амінокислот: і лейцин, і глютамін, аргінін та інші корисні амінокислоти, які надають сприятливу дію на людський організм. Так, в 100 грамах грибів міститься 4 г білка, 3 г вуглеводів і всього 1 г жиру. Кожен з цих компонентів повністю буде засвоюватися організмом. У складі грибів, крім того, є корисні органічні кислоти: масляна кислота, пальмітинова і стеаринова. Також вони містять величезну кількість вітаміну А, всю групу вітаміну В, вітаміни РР, Е і D. При цьому, гриби досить низькокалорійний і дієтичний продукт, адже на 90% складаються з води. Гриби сприятливо впливають на нервову систему, роблять шкіру здоровою, покращують стан нігтів і волосся.



Рисунок 1 - Гриби печериці

Для того щоб цілий рік готувати з грибів різні страви, можна виростити печериці самостійно. Не потрібно бути професіоналом, головне - вивчити технологію вирощування печериць і дотримуватися деяких правил. Правило перше - вирощувати гриби потрібно тільки в сирому і темному місці. Метод вирощування грибів, коли компост закладають не в ящики або стелажі (рис.2), а укладають в поліетиленові мішки і підвішують в приміщенні. Такий метод більше підходить для малих підприємств і приватних осіб, які не мають змоги обробляти компост паром. Вражений мішок можна прибрати з приміщення в будь-який момент без втрати і зараження решти міцелію. Крім цього, вирощування грибів в мішках дозволяє економити місце в приміщенні і використовувати його максимально ефективно.



Рисунок 2 – Грибні компостні блоки

Розглянемо задачу складання суміші для виробництва грибів, при цьому вартість отриманого продукту була мінімальною при заданих цінах на складові компоненти. Знайти оптимальне сполучення компонентів субстрату для приготування компосту масою 300 кг поживної суміші для закладки грибниці печериць площею до 3м<sup>2</sup>. Норми витрат компонент кожного виду суміші на виготовлення 1 кг поживної суміші, величина затрат для кожного виду компонент, загальна кількість субстрату двох видів надані в таблиці 1.

Таблиця 1 – Норми витрат та загальна кількість компонент субстрату

Види субстрату	Норми витрат компонент на одиницю маси суміші						Загальна кількість субстрату
	A	B	C	D	E	K	
I	3	3	0,02	0,023	0,027	0,017	607
II	1,5	1,5	4,5	0,105	0,12	0,075	250
Затрати (грн.)	825	7,65	15,87	0,8	2,88	1,07	

Розглядається два види компосту для приготування одного з популярних видів грибів в з різними інгредієнтами. В якості компосту використовують солому, кінський або курячий гній, воду, гіпс. Це основні компоненти, які додають в певній послідовності та перемішують.

Крім того, використовують мінеральні добавки у вигляді, сечовини, суперфосфату та інші для підвищення якості субстрату. В залежності від використання цих складових змінюється склад суміші, а, значить, якість та вміст поживних речовин грибів. Для складання математичної моделі двох сумішей обрано шість компонентів зі значеннями маси кожної складової. Основним компонентом першої суміші є гній, який використовується разом з соломною, сечовиною, гіпсом, суперфосфатом та крейдою. У випадку використання пташиного посліду пропорції змінюються: на 100 кг посліду треба брати соломи такої ж маси, 300 л води, 7 кг гіпсу, 8 кг суперфосфату і 5 кг алебастру.

Першим етапом є аналіз процесу та побудова його математичної моделі. Введемо позначення:  $x_1$  – кількість компоненту А суміші (у кг);  $x_2$  - кількість компоненту В суміші (у кг);  $x_3$  - кількість компоненту С суміші (у л);  $x_4$  - кількість компоненту D суміші (у кг);  $x_5$  - кількість компоненту Е суміші (у г);  $x_6$  - кількість компоненту К суміші (у г). Тоді компоненти А при складанні суміші треба взяти р  $x_1$ ; компоненти В - взяти р  $x_2$ ; компоненти С - р  $x_3$ ; компоненти D - взяти р  $x_4$ ; компоненти Е - взяти р  $x_5$ ; компоненти К - взяти р  $x_6$ .

Складемо обмеження:

по масі  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 300$ ;

по складовим першого виду суміші

$200 \cdot 3 \cdot x_1 + 1,7 \cdot 3 \cdot x_2 + 6,25 \cdot 0,02 \cdot x_3 + 6,25 \cdot 0,023 \cdot x_4 + 19,6 \cdot 0,027 \cdot x_5 + 10 \cdot 0,017 \cdot x_6 \leq 607$ ;

по складовим другого виду суміші

$150 \cdot 1,5 \cdot x_1 + 1,7 \cdot 1,5 \cdot x_2 + 35 \cdot 0,45 \cdot x_3 + 6,25 \cdot 0,105 \cdot x_4 + 19,6 \cdot 0,12 \cdot x_5 + 12 \cdot 0,075 \cdot x_6 \leq 250$ ;

Крім того, за змістом змінні не можуть бути від'ємними:  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ ,  $x_3 \geq 0$ .

Складаємо функцію:  $F = 825 \cdot x_1 + 7,65 \cdot x_2 + 15,87 \cdot x_3 + 0,8x_4 + 2,88x_5 + 1,07 x_6 \rightarrow \min$ .

Отримана функція F при заданих обмеженнях є математичною моделлю даної задачі.

**Висновки.** Розглянуто питання моделювання (побудови моделі) процесу виробництва грибів. Проведено аналіз основних етапів технологічної схеми виготовлення суміші, різних технологій виготовлення компосту, норм витрат складових компонентів субстрату. При дослідженні даного процесу показано, що математична підготовка є необхідною складовою формування професійних компетентностей висококваліфікованих спеціалістів харчової промисловості. Математичне моделювання зводиться не тільки до виявлення закономірностей, але й всій різноманітності їх кількісних розв'язків.

#### Список використаних джерел:

1. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації. Черкаси: Брама Україна, 2005. 608 с.

2. Іщенко О. А. Роль вищої математики у формуванні загальних компетентностей здобувачів вищої освіти. Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-методичної інтернет-конференції ВНТУ*. Вінниця: ВНТУ, 2020. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:hC7cP41nSMkC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:hC7cP41nSMkC) (дата звернення 10.09.2021)

3. Іщенко О.А., Назарова О.П. Деякі аспекти формування компетенцій при викладанні дисциплін математичного профіля. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: *збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 29 січня 2021 р. Переяслав: ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди, 2021. Вип. 67. С. 323-326. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:ZH01McVdvXMC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA&AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:ZH01McVdvXMC) (дата звернення 15.10.2021)

**Науковий керівник:** Іщенко О.А., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА

Мальцев Д.В., [danilmaltcew@gmail.com](mailto:danilmaltcew@gmail.com), Ребрик Д.І., [rebrikdima2@gmail.com](mailto:rebrikdima2@gmail.com)  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Математичне моделювання – потужний інструмент розв’язання технічних, інженерних і наукових проблем, що ґрунтуються на використанні математичних моделей. Сучасні досягнення науки та техніки були б неможливі без розроблення та застосування ефективних засобів математичного моделювання. Розумно керувати складними процесами сучасності, що теж неможливо без використання адекватних математичних моделей. Рішення переважної більшості наукових та інженерно-технічних завдань (проектування і оптимізація систем, оптимальне управління об’єктом, вивчення механізму явищ, прогнозування розвитку процесів в часі та ін.) базується на математичному моделюванні. Володіння його теоретичною базою і інструментами має бути невід’ємним атрибутом сучасного фахівця у сфері агропромислового комплексу та машинобудуванні. «Підготовка освітньо-професійних кадрів, які застосовують і використовують основні принципи розробки, проектування та функціонування підприємств агропромислового комплексу, методика розробки технологічних процесів аграрного виробництва та переробки продукції рослинництва, тваринництва та технічного сервісу в агропромисловому виробництві, мають розуміння значення агропромислового виробництва для розвитку суспільства, використання сучасних інформаційних технологій, систему економічного аналізу із застосуванням логістики та маркетингу у виробничих умовах» [5] є основною задачею ЗВО агротехнологічного профілю

Першим етапом треба провести економіко-математичний аналіз. Розглянемо постановку задачі оптимізації виробничої програми підприємства та побудуємо її математичну модель.

Для організації виробництва  $m$  видів продукції підприємство має  $n$  видів виробничих ресурсів, стосовно яких задано обсяги запасів та норми їх використання на одиницю випуску продукції.

Відомий ринковий попит на окремі види продукції, а також ефективність їх виробництва (ціна, прибуток від одиниці продукції, собівартість одиниці продукції і т.д.). Необхідно побудувати модель оптимізації виробничої програми підприємства для випуску різних видів продукції на основі наявних ресурсів. У якості критерію ефективності прийнято або прибуток, або валову продукцію, або собівартість.

Для побудови математичної моделі задачі введемо позначення:  $i$  – індекс виду ресурсу,  $i=1, n$ ;  $j$  – індекс виду продукції,  $j=1, m$ ;  $k$  – індекс критерію оптимальності,  $k=1, k$ ;  $a_{ij}$  – норма використання  $i$ -го виду ресурсу на випуск одиниці продукції  $j$ -го виду;  $A_i$  – обсяг запасів  $i$ -го виду ресурсів;  $B_j$  – величина договірних поставок  $j$ -го виду продукції;  $C_{kj}$  – величина ефективності  $k$ -го критерію оптимальності при випуску одиниці продукції  $j$ -го виду;  $x_j$  – невідома величина, яка означає обсяг випуску продукції  $j$ -го виду;  $M_1$  – множина видів продукції, для яких встановлюється нижня та верхня межа ринкового попиту;  $M_2$  – множина видів продукції, для яких існують фіксовані договірні поставки;  $\alpha_j, \beta_j$  – відповідно, нижня та верхня межі ринкового попиту на продукцію  $j$ -го виду.

Знайти розв’язок  $x \geq 0, j=1, m$ , який забезпечить  $m$  при виконанні умов:

$$Z_k = \sum_{j=1}^m C_{jk} x_{kj} \rightarrow \max(\min)$$

1) з використання обсягів наявних ресурсів  $m$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_{ij} x_{ij} \leq A_i, i = 1, n;$$

з випуску продукції, враховуючи ринковий попит  $\alpha_j \leq x_j \leq \beta_j, j \in M_1$

2) з виконання фіксованих умов відносно поставки продукції:

$$x_j = \beta_j, j \in M_2$$

Розглянемо підприємство, яке для виготовлення п'яти видів продукції ( $B_1, B_2, \dots, B_5$ ) використовує токарне, фрезерне, свердлильне устаткування №1, розточувальне та свердлильне устаткування №2, а також комплектуючі деталі. [1] Треба розрахувати оптимальний випуск продукції з урахуванням величини прибутку.

Другим етапом є побудова математичної моделі за результатами проведеного аналізу. Математичне моделювання проходить наступні етапи: постановка задачі, тобто прийняття рішення про необхідність моделювання і його мету. На цьому етапі визначається і формулюється мета досліджень. З мети досліджень випливатиме сукупність властивостей об'єкта моделювання, які підлягатимуть відбиттю у моделі; побудова математичної моделі; дослідження системи на моделі, прогнозування й управління оригіналом за результатами цих досліджень. Моделювання зводиться до дослідження властивостей певного об'єкта вивченням (дослідженням, аналізом) аналогічних властивостей іншого об'єкта, більш зручного для дослідження, який знаходиться з першим у певній відповідності. Перший об'єкт є *оригіналом*, а другий – *моделлю*. *Обчислювальна* модель може бути абстрактною чи конкретною задачею, яка відповідає проблемі чисельного розв'язання прикладних задач. Моделювання допомагає приймати обґрунтовані рішення та дає змогу передбачати наслідки своєї діяльності.

Метою даного дослідження є оптимізація випуску продукції, при якому підприємство отримає максимальний прибуток. Проведемо економіко-математичний аналіз.

Складання виробів вимагає виконання певного обсягу складально-налагоджувальних робіт. Норми затрат всіх видів ресурсів на виготовлення одиниці кожного виробу, запаси ресурсів, прибуток від реалізації одного виробу та ціна одиниці продукції наведені в таблиці 1. Договірними умовами передбачено мінімальний випуск продукції четвертого виду в кількості 200 одиниць. Після аналізу ринкового попиту встановлено обмеження з максимального випуску другого та п'ятого видів продукції, відповідно в кількості 3400 і 2800 одиниць.

Таблиця 1- Обсяг складально-налагоджувальних робіт

Ресурси		Норми затрат ресурсів на виготовлення одного виробу					Обсяг ресурсу
		$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	
Устаткування, люд. д.год.	Свердлильне №1	2,1		2,5		4,3	25000
	Фрезерне		6,2	4,1	5,0		30000
	Токарне	0,6		0,7		0,9	5000
	Розточне	0,8	0,9	1,1	1,3	0,4	10000
	Свердлильне №2	2,1	1,8	2,3	1,5	1,2	16000
Комплектуючі деталі, шт.		4	3	4	6	4	40000
Складально-налагоджувальні роботи, люд.-год.		4,5	2,2	2,6	5,3	4,6	45000
Прибуток від реалізації одного виробу, грн.		1200	2300	3000	1600	1900	
Ціна одного виробу, грн.		9000	6400	6000	4200	7200	
Мінімальний випуск, шт.					200		
Максимальний випуск, шт.			3400			2800	

**Числові моделі** дозволяють отримувати розв'язок аналітичних моделей. Для побудови

числової моделі даної задачі введено невідомі величини  $x_1, x_2, \dots, x_5$ , які відповідно означають розміри випуску підприємством продукції першого, другого і т.д. п'ятого видів. Згідно з позначенням необхідно знайти такий розв'язок ( $x_j \geq 0, j = 1, 5$ ), який би забезпечив підприємству максимальний прибуток ( $Z_1$ ):

$$Z_1 = 1200x_1 + 2300x_2 + 3000x_3 + 1600x_4 + 1900x_5 \rightarrow \max$$

При виконанні умов:

наявного фонду робочого часу устаткувань

1) свердлильного №1

$2,1x_1 + 3,5x_3 + 4,3x_5 \leq 25000$ ; 2) фрезерного  $6,2x_2 + 4,1x_3 + 5,0x_4 \leq 30000$ ;

3) токарного

$0,6x_1 + 0,7x_3 + 0,9x_5 \leq 5000$ ;

4) розточного

$0,8x_1 + 0,9x_2 + 1,1x_3 + 1,3x_4 + 0,4x_5 \leq 10000$ ;

5) свердлильного №2

$2,1x_1 + 1,8x_2 + 2,3x_3 + 1,5x_4 + 1,2x_5 \leq 16000$ ;

6) використання комплектуючих деталей

$4x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 6x_4 + 4x_5 \leq 40000$ ;

7) можливого виконання складально-налагоджувальних робіт

$4,5x_1 + 3,2x_2 + 2,6x_3 + 5,3x_4 + 4,6x_5 \leq 45000$ ;

8) з виконання договірних умов відносно випуску продукції четвертого виду  $x_4 \geq 200$ ;

9) з максимального випуску продукції другого виду  $x_2 \leq 3400$ ;

10) п'ятого виду  $x_5 \leq 2800$ .

#### Список використаних джерел:

1. Базь О.С., Захаренко Г.С. Токарна справа: навчал. посіб., ч. 1. Київ: Букрек, 2020. 318 с.

2. Григорків В.С., Григорків М.В. Оптимізаційні методи та моделі: підруч. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2016. 400 с.

3. Іщенко О.А., Чорна Т.С. Особливості навчання майбутніх агроінженерів нового рівня з використанням сучасних технологій. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: *матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (Мелітополь, 27-29 трав. 2020 р.) Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.128-133. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:2osOgNQ5qMEC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:2osOgNQ5qMEC) (дата звернення 10.10.2021)

4. Іщенко О. А. Кінцево-елементне моделювання складних механічних систем. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: *матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф.* (27-29 трав. 2020 р.) Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С.62-65. URL:

[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:ULOm3\\_A8WrAC/](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAA AJ&sortby=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:ULOm3_A8WrAC/) ( дата звернення 9.10.21)

5. Освітньо-професійна програма «Агроінженерія». URL: <http://www.tsatu.edu.ua/mtf/wp-content/uploads/sites/39/osvitno-profesijna-prohrama-ahroinzheneriya-pershoho-rivnja-vyshchoyi-osvity.pdf> (дата звернення 25.10.2021)

**Науковий керівник:** Іщенко О.А., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ПОРІВНЯННЯ ВИДІВ РЕКЛАМИ У ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ

Садікова Є. Д., *instarlizka04@gmail.com*, Жарік О. М., *sashazarik74@gmail.com*  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

У сучасних умовах постійно зростає інтерес до індустрії гостинності, зокрема до готельно-ресторанного бізнесу. Діяльність готельно-ресторанного бізнесу в Україні стримують такі чинники, як некомпетентність персоналу, недосконала програма забезпечення та відсутність системи захисту інформації, незадовільний рівень комунікацій, невідповідність екологічним та санітарним нормам, неефективне ціноутворення, наявність дефіциту або понаднормових залишків ресурсів, відсутність іміджевих заходів, часті зміни законодавства, адміністративний тиск. Окрім того, економічно-політична нестабільність, обмеження платоспроможності населення, недосконала податкова система вплинули на зниження конкуренто-спроможності закладів готельної індустрії в країні. Тож готельно-ресторанний бізнес в Україні розвивається повільними темпами.

Прибутковість закладів ресторанного господарства, функціонуючих на обмеженому сегменті продовольчого ринку, при низькому рівні життя українців стала доволі нестабільною. У зв'язку з тенденцією цифрової трансформації різних сфер сучасного суспільства одним з напрямів розвитку ресторанної та готельної справи є надання реклами як послуги та складової цього сервісу.

Реклама - це сукупність інформаційно-пропагандистських засобів і заходів, застосовуваних з метою формування попиту споживачів, ефективного реалізації товарів. Реклама підприємств ресторанного господарства інформує населення про типи й особливості підприємств харчування, про їх місце розташування, режими й правила роботи, асортимент і якість продукції, що випускається, фірмові страви і їх гідність, види надання послуг, методи і форми обслуговування.

На сучасному етапі реклама в Інтернеті - це інструмент, використання якого є необхідною умовою для успіху й популярності будь-якого Інтернет-ресурсу, для ефективного створення та підтримки іміджу підприємства ресторанного господарства. Рекламна діяльність ресторанного господарства в Інтернеті насамперед забезпечує створення сприятливого іміджу підприємства, доступність інформації про підприємство або його продукцію для сотень мільйонів людей, реалізацію всіх можливостей надання інформації про підприємство, оперативну реакцію на ринкову ситуацію: відновлення даних прайс-листа, інформації про підприємство харчування або продукції, анонс нових страв, замовлення продукції через Інтернет.

Для організації рекламної кампанії використовують наступні методи: корпоративний Web-сервер, банерну рекламу, пошукову систему, e-mail рекламу, групу новин (Usenet).

Найважливішим елементом рекламної кампанії є корпоративний Web-сервер. Побудова корпоративного Web-сервера - дуже непроста справа. Інтерес користувачів Інтернет може бути прикутий до зовсім інших сфер, що не належать до даного підприємства харчування. Такий підхід залучить у числі інших і нецільову аудиторію, дозволить перейти до знайомої схеми роботи з відвідувачами серверів, створить компанії стійкий імідж, тобто відкриє їй нові ринки. Web-сервер, що не впливає прямо на ринок збуту, можна розглядати як гарний маркетинговий захід щодо розвитку потенційних ринків.

Найбільше поширеним видом реклами в Інтернет вважається банерна реклама. Банерна реклама справедливо вважається найпопулярнішим способом залучення відвідувачів веб-сторінки, засобом залучення нових клієнтів, а також потужним інструментом іміджевої реклами в Інтернет. Рекламні банери бувають графічними і текстовими. Графічні банери звичайно являють собою статичне або анімаційне зображення певного розміру. Текстові банери - це будь-який текст певного розміру, що містить гіперпосилання на рекламований сайт або на його певні сторінки.

Отже, про рекламу в Інтернет можна говорити як про цілком реальний засіб формування іміджу підприємств харчування. У сучасному світі такий вид реклами в ресторанному господарстві здобуває лідируюче положення в маркетинговій роботі. Як показують дослідження, найбільш популярними методами реклами підприємств ресторанного господарства є банерна реклама й пошукова система, що сприяють просуванню бренду підприємства, а також інформуванню про його продукцію й послуги.

Найбільш популярними серед підприємців є такі інструменти: реклама у соціальних мережах: *Facebook, Instagram*, вартість послуг яких стартує від 1200 до 4500 грн., це так звана комісія компанії за послуги проведення рекламної кампанії (величина вартості залежить від пакету послуг). Порівняємо її з послугами банерної реклами на вулицях міст. За розміщення банерів прийдеться заплатити від 250 грн до 650 грн, в залежності від місця розташування (за цінами м. Мелітополя). Проаналізуємо зв'язок величини кількості відвідувачів закладу ( з витратами на його рекламу, що характеризуватиме ефективність наданої послуги. Для цього застосуємо статистичні методи в зв'язку з тим, що зміна величини вартості рекламних послуг залежить від багатьох неконтрольованих та неврахованих факторів. Щоб пізнати сутність явищ, необхідно розкрити їх взаємовідносини, кількісно визначити вплив тих або інших об'єктивних і суб'єктивних факторів. При цьому використовують кореляційні зв'язки між явищами, які вивчаються методами кореляційного аналізу. **Кореляція** є неповний зв'язок між досліджуваними явищами. Це така залежність, коли будь-якому значенню однієї змінної величини може відповідати декілька різноманітних значень іншої змінної. Вона відображає закон множини причин і наслідків і є вільною неповною залежністю. У дослідженнях важливо вивчати не стільки міру кореляції, скільки форму її і характер зміни однієї ознаки в залежності від зміни другої. Ці задачі розв'язуються методами регресійного аналізу.

Використання методу кореляції і регресії дозволяє вирішити такі основні завдання: 1) встановити характер і тісноту зв'язку між досліджуваними явищами; 2) визначити і кількісно виміряти ступінь впливу окремих факторів і їх комплексу на рівень досліджуваного явища; 3) на підставі фактичних даних моделі залежності економічних показників від різних факторів розраховувати кількісні зміни аналізованого явища при прогнозуванні показників і давати об'єктивну оцінку діяльності підприємств.

Кореляційно - регресійний аналіз включає три етапи: 1) математико - економічне моделювання; 2 ) рішення прийнятої моделі шляхом знаходження параметрів кореляційного рівняння; 3 ) оцінка і аналіз одержаних результатів. У випадку, коли в кореляційному аналізі використовують групові середні, характер зв'язку між ознаками визначають за зміною останніх. Більш чи менш правильна систематична зміна їх від групи до групи свідчить про наявність прямолінійної залежності. Показником тісноти зв'язку є лінійний коефіцієнт кореляції, величина якого визначається за формулою:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\bar{\sigma}_x \cdot \bar{\sigma}_y},$$

де  $\bar{x}, \bar{y}$  - вибіркові середні ознак X,Y;  $n$  - обсяг вибірки;  $\bar{\sigma}_x, \bar{\sigma}_y$  - середні квадратичні

відхилення, які знаходяться за формулами:  $\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2}$  ;  $\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2}$  .

Результати обчислення коефіцієнтів кореляції  $r_{xy}$  надані у таблиці 1. За отриманими показниками  $r_{xy}=0,95$  та  $r_{xy}=0,03$  можна зробити висновок, що взаємозв'язок кількості відвідувачів ( $x_i$ ) та величини витрат на рекламу ( $y_i$ ) у соціальних мережах і вуличної банерної відрізняються суттєво. Зв'язок у випадку інтернет-реклами сильний зростаючий  $r_{xy}=0,95$ , тобто, при збільшенні витрат на рекламу кількість відвідувачів закладу буде сильно зростати; в той час, коли застосовують банерну рекламу у місті – цей зв'язок дуже слабкий ( $r_{xy}=0,03$ ). Що свідчить про ефективність використання сучасних інтернет-ресурсів, широкий діапазон їх можливостей, і як результат збільшення доходу підприємства.

Таблиця 1 – Результати розрахунків коефіцієнтів кореляції

$i$	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x^2$	$y^2$
1	2900	1200	3480000	8410000	1440000
2	4000	3250	13000000	16000000	10562500
3	3000	1850	5550000	9000000	3422500
4	4200	5500	23100000	17640000	30250000
5	3500	4500	15750000	12250000	20250000
<b>suma</b>	<b>17600</b>	<b>16300</b>	<b>60880000</b>	<b>63300000</b>	<b>65925000</b>
$x_{sr} =$	3520	$y_{sr} =$	3260	$r_{xy} =$	0,946737
$\sigma_x =$	519,2302	$\sigma_y =$	1425,623		
$i$	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x^2$	$y^2$
1	2900	250	725000	8410000	62500
2	4000	620	2480000	16000000	384400
3	3000	535	1605000	9000000	286225
4	4200	650	2730000	17640000	422500
5	3500	645	2257500	12250000	416025
<b>suma</b>	<b>17600</b>	<b>2700</b>	<b>9797500</b>	<b>63300000</b>	<b>1571650</b>
$x_{sr} =$	3520	$y_{sr} =$	540	$r_{xy} =$	0,032146
$\sigma_x =$	519,2302	$\sigma_y =$	3516,874		

В результаті аналізу стану готельно-ресторанного бізнесу в Україні можна зробити висновок, що для ефективної роботи закладів даного напрямку потрібно застосовувати наукові дослідження, впроваджувати сучасні інформаційні системи, які дадуть змогу поліпшувати якість функціонування, скорочувати час надання послуг, підвищувати якість обслуговування гостей та збільшувати прибутковість підприємств.

#### Список використаних джерел:

1. Миронов Ю.Б., Крамар Р.М. Основи рекламної діяльності: Навчальний посібник. Дрогобич: Посвіт, 2017. 108 с.

2. Борисова О.В. Тенденції розвитку готельно-ресторанного бізнесу в Україні. Вісник Харківського державного університету. Харків: ХДУ. 2019. С. 33-38.

3. Іщенко О.А., Головін Д.С. Дослідження та оцінка якості освітлення методом кореляційно-регресійного аналізу. Теоретико-практичні проблеми використання математичних методів та комп'ютерно-орієнтованих технологій в освіті та науці: *збірник матер. II Всеук. конф.* 28 березня 2018 р. Київ: ун-т ім. Б.Гринчака. С. 84-188  
URL:[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAAAJ&sortb\\_y=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:hMod-77fHWUC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAAAJ&sortb_y=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:hMod-77fHWUC)(дата звернення 20.10.21)

4. Іщенко О.А., Островський М.М. Кореляційний аналіз багатокомпонентного процесу знежиреного молока. Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: *збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*, 31 березня 2020 р. Переяслав: ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Григорія Сковороди, 2020. Вип. 57. С. 323-327.  
URL:[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAAAJ&sortb\\_y=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:zA6iFVUQeVQC](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAAAJ&sortb_y=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:zA6iFVUQeVQC)(дата звернення 05.10.21)

5. Сосницька Н.Л. Прикладна математика: навч. посібн. / Н.Л. Сосницька, В.М. Малкіна, О.А. Іщенко, та інші / Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. 100с. URL:  
[https://scholar.google.com.ua/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAAAJ&sortb\\_y=pubdate&citation\\_for\\_view=NicNC9gAAAAJ:zYLM7Y9cAGGc](https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=NicNC9gAAAAJ&sortb_y=pubdate&citation_for_view=NicNC9gAAAAJ:zYLM7Y9cAGGc) (дата звернення 08.09.2021)

**Науковий керівник:** Іщенко О.А., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного.

## МОДЕЛЮВАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛЮДСЬКОМУ ОРГАНІЗМІ

Аврамов В.О., Родін Б.О., email [avrampovvlad27@gmail.com](mailto:avrampovvlad27@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

У навколишньому світі ми стикаємося з великою кількістю процесів, що мають коливальний характер. Це механічні, електромагнітні, електромеханічні коливання, ритми, цикли тощо. Щоб отримати діагностичну інформацію, вивчаючи коливальні процеси, необхідно проаналізувати форму коливань або провести їх спектральний аналіз [1]. Якщо коливання підпорядковується гармонійному закону, тоді інформація про коливання буде у його періоді чи частоті, амплітуді і фазі.

Життєдіяльність будь-якого організму підпорядковується біологічним ритмам. У людському організмі до коливань схильні безліч фізіологічних і психологічних параметрів, наприклад, температура тіла, ендокринна та вегетативна функції, настрої, пильність, когнітивні функції та ін. [2].

Велике значення для людини мають три цикли: фізичний біоритм (23 дні), емоційний біоритм (28 днів), інтелектуальний біоритм (33 дні). Кожен із трьох біоритмів починається в день народження і продовжується все життя. Біоритми людей відрізняються, проте вивчаючи коливальний процес можна зіставити та визначити сумісність біоритмів, плануючи продуктивну спільну діяльність.

Метою роботи є побудова моделі фаз біоритмів з урахуванням побудови графіків гармонійних коливань.

Для моделювання процесів (фізичних, біологічних тощо) можна використовувати електронні таблиці MS Excel. Дана програма дозволяє будувати різні діаграми, проводити чисельні розв'язання і створювати комп'ютерні моделі [3].

Розглянемо детальніше побудову моделі. Моделювання включає кілька етапів. На першому етапі вводяться вихідні дані: дата народження, дата відліку, тривалість розрахунку. На другому відбувається заповнення розрахункової області за формулою:

$$B = \sin\left(\frac{2\pi \cdot t}{T}\right),$$

де  $B$  – стан біоритму,  $t$  – кількість днів, що пройшли із дати народження до поточного моменту,  $T$  – довжина ритму в днях. Побудова моделі фаз біоритмів виконана для члена гуртка «Нанотехнології в електроенергетиці» у період з 20.10.2021 до 10.11.2021 р. (рис. 1).

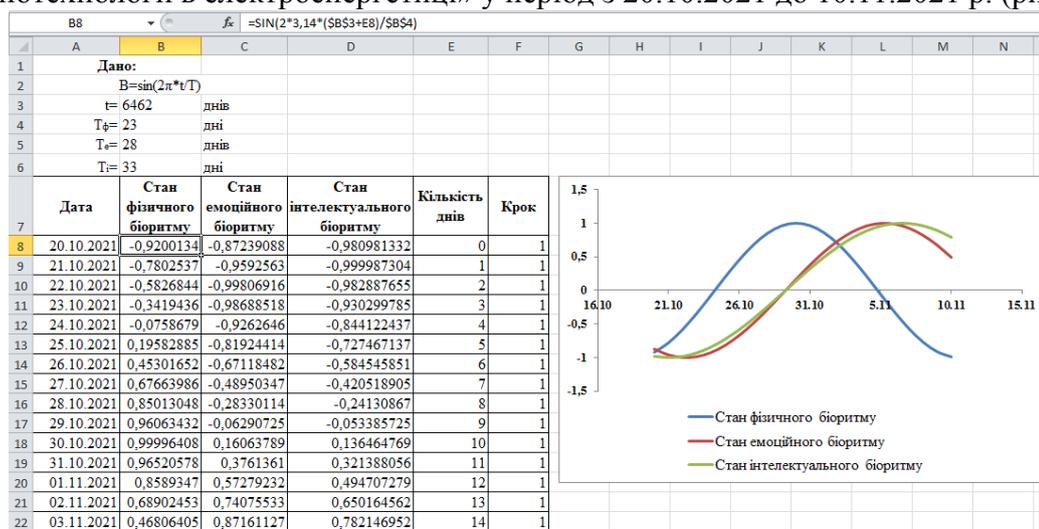


Рисунок 1 – Побудова моделі фаз біоритмів члена гуртка «Нанотехнології в електроенергетиці»

На рис. 1 можна побачити розрахунок кожного з біоритмів, згідно з яким станом на 30.10.2021 всі цикли знаходяться в позитивній фазі. При цьому точки максимального підняття та опущення характеризуються наявністю критичних днів.

Для зіставлення та визначення сумісності біоритмів двох людей, моделювання проведено для гуртківця та керівника гуртка «Нанотехнології в електроенергетиці» (рис. 2). Отримані результати свідчать про знаходження інтелектуальних біоритмів у різних півфазах.

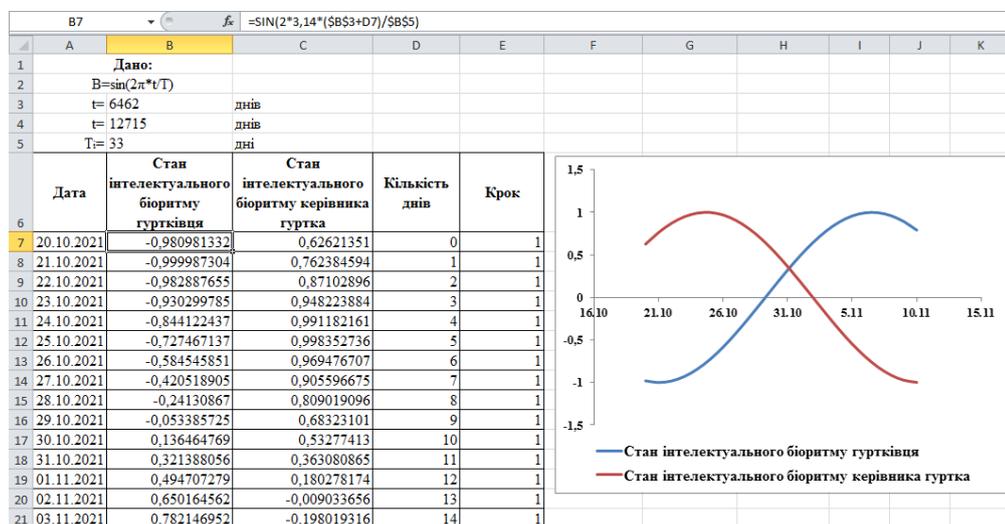


Рисунок 2 – Побудова моделей фаз інтелектуальних біоритмів гуртківця та керівника гуртка «Нанотехнології в електроенергетиці»

Таким чином, як у механічних системах, так і в біологічних об'єктах значне зростання отримуваної інформації забезпечується при використанні моделей модульованих коливань та методів їх аналізу. Побудована модель дозволила проаналізувати біоритми у період з 20.10.2021 по 10.11.2021 р. на основі побудови графіків гармонійних коливань.

#### Список використаних джерел:

1. Барков А. В., Дерпгольц С. В. Диагностика акустических колебаний и ее техническая интерпретация для исследования биоритмов человека. *Человек. Спорт. Медицина*. 2006. №3-1. С. 222-228.
2. Funtova I. I., Baeovsky R. M., Cuche J. L. 24-hour monitoring of the blood pressure and heart rate at a initial stage of space flight (preliminary report). *Japanese J. Aerospace and Environment. Med.* 1997. V. 34, №. 4. P. 154-155.
3. Дяденчук А. Підвищення ефективності навчання за допомогою MS Excel при розв'язуванні фізичних задач. *Освіта і суспільство VI* : Міжнародний збірник наукових праць / Під ред. Т. Несторенко, Р. Бернатової. Бердянський державний педагогічний університет. Ополе: видавництво Вищої школи управління і адміністрації в Ополе, Польща. С. 240-244.

**Науковий керівник:** Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## ЧИ ДІЙСНО АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ Є ЗАПОРУКОЮ УСПІХУ?

Бурлаков А.В., email [bartem746@gmail.com](mailto:bartem746@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Енергетика існує і не зупиняє свого розвитку вже протягом тривалого періоду часу. Люди з давніх часів шукали джерела енергії для своїх цілей, першими з яких були теплові

електростанції. Однак вони мали низьку ефективність, в той час як споживали багато ресурсів. Причинами низької ефективності були великі втрати, що виникали на кожному з етапів.

Принцип роботи теплових електростанцій досить простий. На першому етапі певний вид палива згорає в котлі й утворює велику кількість тепла. Енергія тепла нагріває воду до температури кипіння. Вода, закипаючи, перетворюється в пар, який приводить в рух турбіну з лопатями. У свою чергу турбіна, механічно пов'язана з електричним генератором, своїм обертанням виробляє електроенергію. Такий принцип роботи досить універсальний і застосовується на деяких інших традиційних електростанціях, серед яких атомні та геотермальні.

Одним із недоліків теплових і подібних до них електростанцій є вичерпність палива для процесу горіння. Якщо, наприклад, для атомних електростанцій запасів урану прогнозовано вистачить більш ніж на 1000 років, то для теплових станцій обсяг запасів вугілля і газу менше. Відновлюються такі ресурси дуже довго і відносяться до класу непоновлюваних.

Якщо говорити про станції на відновлювальному паливі, то з традиційних електростанцій як приклад можна привести гідроелектростанції. В їхній конструкції також присутня турбіна, пов'язана з генератором, однак приводиться вона в дію під тиском води на дамбах водосховищ. У таких електростанціях енергія може вироблятися дуже довго, оскільки ресурси не вичерпуються.

У світі останнім часом зростає тенденція використання альтернативних джерел енергії. Лідерами в цьому ключі стають країни Європи. До альтернативних джерел енергії відносять вітрову і сонячну енергію. Перевагою сонячних та вітрових електростанцій є те, що вони не потребують будь-якого палива. А оскільки в них немає процесу горіння, то і шкідливих викидів вони не виробляють, на відміну, наприклад, від теплових електростанцій. Таким чином однією з основних причин даної тенденції є екологічність електростанцій, пов'язана з відсутністю шкідливих викидів в атмосферу. І з кожним роком відсоток виробленої енергії на альтернативних джерелах енергії стає все вищим. Однак варто враховувати, що лопаті більшості вітрових станцій та сонячні батареї виготовляють з матеріалів, які дуже важко утилізувати, а тому в більшості випадків відпрацьований ресурс просто зберігається. Для порівняння, атомні електростанції також не виділяють шкідливих викидів при роботі, хоча і мають схожу проблему з утилізацією відпрацьованих уранових стрижнів. Також у вітрових і сонячних станцій є проблема з обмеженою ефективністю. Тобто, щоб отримати достатню кількість енергії, потрібно займати велику площу такими установками. У той час як атомні електростанції можуть виробляти найбільшу кількість енергії з усіх можливих електростанцій і не потрібно буде задіювати таку велику площу для вироблення аналогічної кількості електроенергії.

Ще одним недоліком альтернативних джерел енергії є їх неекономічність. Це обумовлено тим, що самі установки й електростанції в цілому мають високу вартість у порівнянні з виробленою енергією. За рахунок цього така електроенергія має високу вартість. Становище могло б виправити значне здешевлення виробництва установок, але поки що це досить проблематично. Іншим варіантом вирішення даної проблеми могло б бути багаторазове збільшення виробленої енергії, що навіть при високій ефективності досягти не вдасться, оскільки енергія вітру або сонця сама по собі невелика. На противагу можна навести приклад атомних станцій. Вартість споруди і подальша закупівля уранових стрижнів порівнянна з вартістю альтернативних джерел енергії. Однак потужність, що виробляється, на порядок вище, отже вартість енергії на такій електростанції може бути в рази дешевшою.

Однією з причин плавного витіснення атомних станцій в Європі є занепокоєння за безпеку. Але прогрес не стоїть на місці і зараз рівень безпеки на таких станціях набагато вище, ніж був раніше. Ризик виникнення різного роду аварій майже дорівнює нулю.

Наприкінці можна сказати, що атомні електростанції мають у собі великий потенціал. Можливо необхідно й надалі розвивати цю промисловість та доповнювати отриману на атомних електростанціях енергію енергією, отриманою від вітрової та сонячної енергетики.

**Науковий керівник:** Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## ВИГОТОВЛЕННЯ КОМІРКИ ГРЕТЦЕЛЯ СВОЇМИ РУКАМИ

**Карячка Р.О., email:** [ro.ukraine.ko@gmail.com](mailto:ro.ukraine.ko@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

У 1992 році Міхаель Гретцель разом зі своєю командою створив гнучкі сонячні панелі, які стали інновацією у сонячній енергетиці. Принцип дії таких панелей заснований на явищі внутрішнього фотоефекту [1]. Наразі активно досліджуються кремнієві та гетероперехідні сонячні елементи [2, 3], але комірка Гретцеля може бути однією з найперспективніших альтернатив кремнієвим сонячним елементам. При виготовленні таких сонячних панелей використовуються фоточутливі мезопоруваті оксидні напівпровідники з широкою забороненою зоною. Представником даного класу напівпровідників є діоксид титану  $\text{TiO}_2$ . У термінах квантової ефективності комірки Гретцеля надзвичайно ефективні, тому доцільним є перевірка ефективності комірки виготовленої власноруч.

Метою роботи є виготовлення саморобної комірки Гретцеля та дослідження її властивостей.

Формування комірки відбувалося в кілька етапів [4]:

- 1) виготовлення пасти з діоксиду титану;
- 2) нанесення пасти на перше струмопровідне скло;
- 3) нагрівання діоксиду титану на поверхні скла;
- 4) просочування зміцненого діоксиду титану соком барвника;
- 5) нанесення шару вуглецю або графіту на друге струмопровідне скло;
- 6) з'єднання та просочення отриманих пластин електролітом.

Відповідно до наведених етапів було виготовлено дослідний зразок комірки. Для отримання пасти з діоксиду титану необхідно змішати порошок діоксиду титану з розчином уксусу (70 %). Під час змішування відбувався контроль за консистенцією пасти. Далі отримана суміш наносилася на струмопровідне скло. Наносити потрібно тонким шаром на сторону з шаром металу. На наступному етапі відбувалося нагрівання скла з нанесеним шаром діоксиду титану на пальнику при температурі від  $450^\circ$  до  $500^\circ\text{C}$ . Тривалість нагрівання становила близько 30 хвилин. Даний етап проводиться з метою зміцнення шару  $\text{TiO}_2$ . Наступним етапом є просочування зміцненого діоксиду титану барвником, у якості якого в нашому експерименті виступав сік вишні, у якому знаходиться натуральний фарбник. На пластину за допомогою піпетки наносилася кілька крапель соку та залишалася на 7 хвилин. По завершенні вищезазначених етапів отримані зразки промивалися водою та спиртом.

Для формування тонкого шару вуглецю друге струмопровідне скло витримувалося над вогнем свічки. Після попередньої підготовки пластини з'єднуються за допомогою тримачів. Далі додається невелика кількість йодної настоянки, яка слугуватиме електролітом.

Після проведених маніпуляцій саморобна комірка Гретцеля залишається на 30 хвилин для випаровування спирту, який міститься у розчині йоду.

Виготовлена саморобна комірка мала наступні показники: з ліхтариком потужністю світлового потоку приблизно 900 люмен, значення напруги та фотоструму становило 50 мВ та 30 мкА відповідно. Отримані показники, хоча і не конкурують з існуючими сонячними батареями, однак удосконалення наведеної технології надасть змогу підвищити функціональні параметри фотоперетворювачів.

Проведеним експериментом нам вдалося показати, що навіть з підручних матеріалів можна зробити найпростіший варіант фотоелемента. І це зайвий раз доводить, що комірки Гретцеля є надзвичайно перспективними у галузі сонячної енергетики.

### Список використаних джерел:

1. Фотоелектрохімічна комірка. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/BO> (дата звернення 30.10.2021 р.).
2. Спосіб отримання сонячних елементів на монокристалічному кремнії з використанням нанорозмірного поруватого кремнію : пат. 116768 Україна. № u201610841; заявл. 28.10.2016; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11. 5 с.
3. Дяденчук А. Ф., Кідалов В. В. Виготовлення напівпровідникових гетероструктур для подальшого їх використання в сонячній енергетиці. *Екологічна безпека держави* : тези доповідей XII Всеукраїнської науковопрактичної конференції молодих учених і студентів, присвяченої пам'яті професора Я. І. Мовчана (з міжнародною участю), м. Київ, 19 квітня 2018 р., К. : НАУ, 2018. С. 53.
4. Набор «ФОТОВОЛЬТАЙКА» – Собери свою солнечную панель. URL: <https://cutt.ly/ERNmMvW> (дата звернення 30.10.2021 р.).

**Науковий керівник:** Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## РОЗРОБКА КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ, ЩО МІСТИТЬ ПЛАСТИК

**Муследінов А.Р., email [alimmusledinov9@gmail.com](mailto:alimmusledinov9@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Вагомою екологічною проблемою на сьогодні є знищення та утилізація твердих побутових відходів, кількість яких з кожним роком значно зростає. До твердих побутових відходів відносять картон, папір, тару, предмети та вироби з різних матеріалів, що вийшли з ужитку або втратили споживчі властивості, харчові відходи [1]. Наразі в Україні сортують лише 4 % відходів, а 96 % відходів спалюється або вивозиться на сміттєзвалище. Відходи упаковки є цінною вторинною сировиною, переробка якої може перетворити сміття на корисні товари народного споживання. Актуальним є створення та впровадження механізованих процесів переробки побутових відходів та їх подальше використання як вторинної сировини. Одним із напрямків утилізації є використання використаних матеріалів при виготовленні композитів на основі відходів із задалегідь заданими властивостями [2-3].

Згідно з вищевикладеним, метою роботи було створення композиційного матеріалу на основі відходів упаковки тетрапак, експериментальне визначення оптимального складу композиту.

Упаковка тетрапак складається з кількох шарів різних матеріалів – паперу, поліетилену та алюмінію. Процес переробки відходів такої упаковки (без поділу на окремі компоненти) складався з кількох етапів, а саме подрібнення упаковки, одержання суспензії, фільтрування та пресування. На першому етапі упаковка дрібнилася нарізкою на дрібні шматочки (квадратики, ромбики, смужки та ін.). Для проклеювання маси використовувався клей ПВА. Пресування отриманих композитів проводилося за температури 100-150 °С. Час термообробки складав 60 секунд. Температурна обробка необхідна для розплавлення частинок поліетилену, які відіграють роль сполучника картону (паперу) та частинок алюмінієвої фольги з утворенням жорсткішої матриці композиту [4]. Особливістю даного зразка теплоізоляційного матеріалу є те, що він має покращені теплоізоляційні властивості за рахунок отримання в процесі формування вакуумних порожнин.

Після охолодження отримані брикети нарізаного на невеликі бруски. Товщина та маса виготовлених зразків (площа 1 см<sup>2</sup>) були визначені за існуючими стандартними методиками. З аналізу отриманих результатів випливає, що зі збільшенням розміру частинок упаковки маса композиту зростає, а збільшення вмісту клею ПВА призводить до збільшення маси зразків на 20 %, що обумовлено зчепленням частинок композиту.

Перспектива переробки відходів упаковки тетрапак забезпечить екологічну безпеку та дозволить отримати нові композитні матеріали для подальшого їх використання як вторинної сировини.

#### Список використаних джерел:

1. Побутові відходи. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/B8> (дата звернення 30.10.2021 р.)

2. Шквиря В.В., Дяденчук А.Ф. Композиційні матеріали на основі промислових відходів. *Science, Research, Development* : Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej (on-line) zorganizowanej dla pracowników naukowych uczelni, jednostek naukowo-badawczych oraz badawczych z państw obszaru byłego Związku Radzieckiego oraz byłej Jugosławii. (30.01.2021) Warszawa, 2021. №37. С. 13-14.

3. Шквиря В.В., Дяденчук А.Ф. Виготовлення та дослідження теплоізоляційного матеріалу на основі промислових відходів. *Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні* : Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою: збірка наукових праць / Під редакцією Г.О. Райко. Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2020. С. 310-311.

4. Борисова Е. С. Проблема утилизации отходов упаковки. *Инновационная наука*. 2015. №. 11-2. С. 21-22.

**Науковий керівник:** Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МОДЕЛЮВАННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ В MS EXCEL

Топольницький Г.К., Кот А.А., email [topolnickijgeorgij@gmail.com](mailto:topolnickijgeorgij@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Потужним засобом моделювання різних динамічних процесів є табличний процесор MS Excel. Використання програми MS Excel при моделюванні різноманітних фізичних процесів дозволяє самостійно створювати комп'ютерні моделі, виконувати обчислювальні експерименти та візуалізувати розв'язки [1]. Дана програма об'єднала електронні таблиці, засоби візуального програмування і графічний модуль [2], розв'язки можна представляти за допомогою різних діаграм, графіків і поверхонь.

У даній роботі пропонується досліджувати вплив параметрів коливального процесу на графік коливань та вивчити додавання коливань за допомогою засобів MS Excel.

Нехай тіло одночасно бере участь у двох гармонійних коливаннях однакового напрямку та однакової частоти. Функції наведено в дано на рис. 1. Розглянемо спосіб побудови графіків даних коливань за допомогою електронних таблиць MS Excel. Моделювання відбувається у кілька етапів. На першому етапі відбувається табулювання функції, а саме побудова таблиці значень функції на певному інтервалі значень аргументу із постійним кроком. Крок табулювання, записаний у комірках A11-A21, становить 0,5 с. На другому етапі проводиться побудова графіків функцій. Параметрами функцій є циклічна частота коливань  $\omega$  (B8), початкові фази коливань  $\phi_0$  (B7, B10). Амплітуди коливань наведено для першої функції в комірці B6, для другої – B9 та результуючого коливання – E3.

Зміна часу починається зі значення  $t=0$  (комірка B12). Значення часу розраховується за формулою =СУММ(B12;A12), яка потім копіюється в наступні комірки стовпця B. Таким способом забезпечується зміна значення часу  $t$  з постійним кроком  $\Delta t$ . У стовпцях C, D, E наводяться значення координат  $x_1$ ,  $x_2$  та  $x$  відповідно.

На останньому етапі для графічного представлення даних у табличному процесорі MS Excel використовуємо майстер побудови діаграм та графіків: тип діаграми – точкова, вид –

лінії, що згладжують. Для завдання діапазону даних обираємо комірки B12:B22, C12:C22, D12:D22, E12:E22.

Одержувана електронна таблиця та графіки функцій представлено на рис. 1.

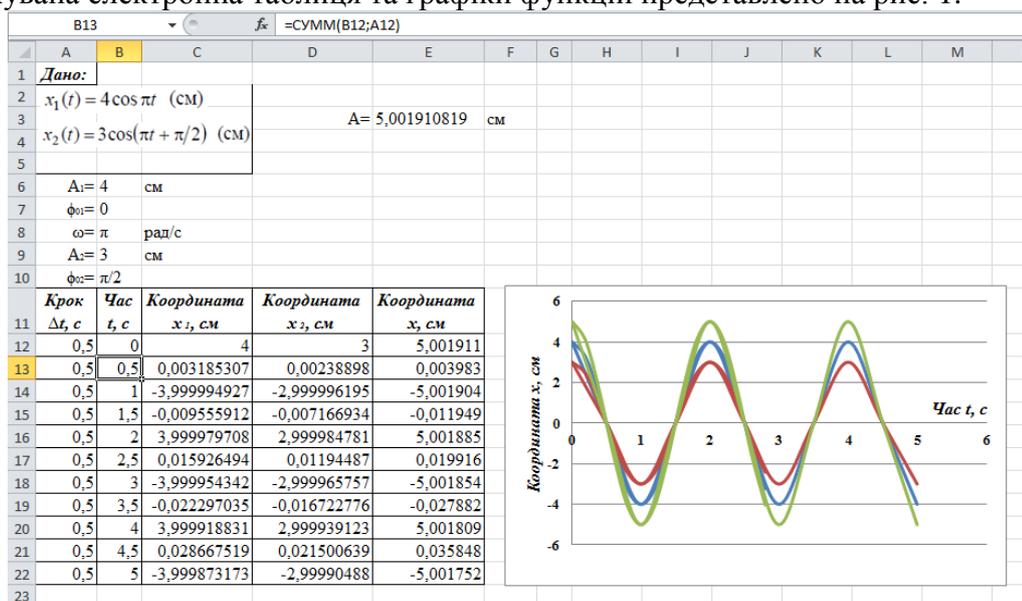


Рисунок 1 – Представлення побудови графіків додавання двох гармонійних коливань однакової частоти

Розглянемо побудову графіку негармонічної функції, поданої у вигляді суми двох гармонік. Функції наведено в дано на рис. 2. Початкові фази за умовою дорівнюють нулю. Моделювання коливань відбувається за вищенаведеним алгоритмом, але зменшимо крок табулювання (A12-A30) до 0,1 с. Обчислення буде проведено на відрізьку часу від 0 до 1,8 с.

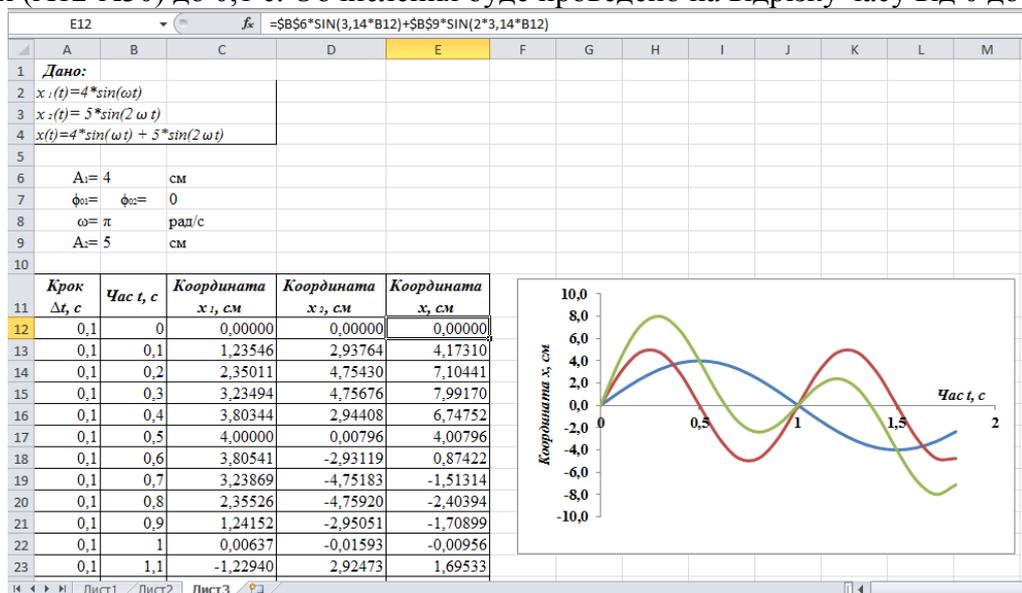


Рисунок 2 – Представлення побудови графіків додавання двох гармонійних коливань різної частоти

Для отримання потрібної таблиці значень необхідно в комірках C12, D12, E12 замінити вміст комірок наступними формулами:  $=\$B\$6*\text{SIN}(\text{ПИ}*B12)$ ,  $=\$B\$9*\text{SIN}(2*\text{ПИ}*B12)$ ,  $=\$B\$6*\text{SIN}(\text{ПИ}*B12)+\$B\$9*\text{SIN}(2*\text{ПИ}*B12)$ , а потім копіювати введені формули в наступні комірки стовпців C, D, E. Для побудови графіків обираємо діапазон даних B12:B30, C12:C30, D12:D30, E12:E30.

Розглянуті в роботі детальні алгоритми розв'язання задач на вивчення додавання коливань за допомогою засобів MS Excel можуть слугувати універсальним апаратом для

знаходження результуючого гармонічного коливання будь-якої природи. Змінюючи параметри моделювання (крок табулювання, значення частоти, амплітуди тощо), можна наочно спостерігати за зміною графіків коливань за зміни різних параметрів. Подібні задачі мають величезне коло застосувань та будуть надзвичайно корисними для майбутніх інженерів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Родін Б. О., Топольницький Г. К. Розв'язування фізичних задач за допомогою MS Excel. *Сучасні інформаційні технології в освіті і науці* : 12 Всеукр. студ. наук. Інтернет-конф., 22-23 квітня 2021 р. : (зб. матеріалів). Умань : Візаві, 2021. С. 34-36.

2. Дяденчук А. Підвищення ефективності навчання за допомогою MS Excel при розв'язуванні фізичних задач. *Освіта і суспільство VI*. 2021. С. 240-244.

**Наукові керівники:** Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Кідалов В. В., д.ф.-м.н., професор кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## **МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ TiO<sub>2</sub>**

**Шквиря В.В., email [greejin2011@gmail.com](mailto:greejin2011@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Останнім часом домінуючою тенденцією в освоєнні відновлюваних джерел енергії є застосування технології перетворення сонячної енергії в електричну. В фотоелектричних перетворювачах (ФЕП) сонячної енергії переважає використання кремнієвих пристроїв. Однак деградація кремнієвих матеріалів під дією світла обмежує стабільність пристрою, в той час як відносно висока вартість виробництва фотоелектричної електроенергії перешкоджає його ефективній конкуренції з викопною енергією. Тому підвищення коефіцієнта перетворення сонячної енергії в електричну, виявлення способів підвищення ККД, зниження вартості електроенергії є основними проблемами мікроелектроніки.

У конструкціях тонкоплівкових сонячних елементів (СЕ) знайшли широке застосування плівки оксидів металів: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ITO, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ZnO, TiO<sub>2</sub> та ін. [1-2] Перелічені оксиди широко використовуються як віконний та контактний шари у різних типах тонкоплівкових сонячних батарей. Однак серед вищезазначених оксидів металів дослідження TiO<sub>2</sub> представляє особливий інтерес, що пов'язано з його стабільністю, хорошою електронною провідністю, високою хімічною стійкістю, широкою забороненою зоною (3,0-3,6 eV) [3]. Вельми перспективним є застосування діоксиду титану в кремнієвих сонячних елементах [4]. Хоча цей напрямок не є новим, принцип і реалізація його застосування в сучасних СЕ сильно розрізняються.

Глибше зрозуміти фізику функціонування напівпровідникових приладів дозволяє моделювання переносу заряду в структурах. Інструментом чисельного моделювання, що дозволяє моделювати пристрої з гомо- та гетеропереходами, є вільно розповсюджувана програма AFORS-HEТ [5]. Симулятор AFORS-HEТ широко використовується для дослідження сонячних елементів і для розв'язання одновимірних рівнянь Пуассона і двох рівнянь переносу заряду.

Метою дослідження є моделювання робочих характеристик фотоперетворювачів, виконаних на базі напівпровідникових гетеропереходів TiO<sub>2</sub>/Si за допомогою програми AFORS-HEТ 2.5.

Досліджувалися фотоелектричні перетворювачі на основі гетероструктури n-TiO<sub>2</sub>/p-Si (рис. 1). Зверху і знизу структури поверх шарів було сформовано омичні срібні контакти. Для числового моделювання робочих характеристик ФЕП необхідно задати вхідні параметри

матеріалів, наприклад, ширину забороненої зони матеріалів (1,12 еВ для Si та 2,26 еВ для  $\text{TiO}_2$ ), діелектричні сталі (11,9 і 10,0), рухливості електронів ( $1107$  і  $100 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) та дірок ( $424,6$  і  $25,0 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) тощо.

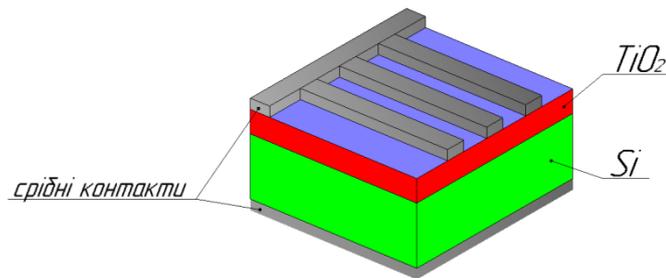


Рисунок 1 – Схематичне зображення модельованого фотоперетворювача

Структури були досліджені з використанням освітлення повітряною масою 1,5 (AM 1,5).

Нагрівання сонячних елементів в робочому режимі може значно погіршити їх робочі характеристики. У зв'язку з цим виникає необхідність дослідження впливу температури на вигляд ВАХ гетероструктури  $\text{TiO}_2/\text{Si}$ . Під час моделювання температура змінювалася в інтервалі  $T=290\text{-}320 \text{ K}$  з кроком  $\Delta T=10 \text{ K}$ . Результати розрахунків ВАХ фотоперетворювачів наведено на рис. 2.

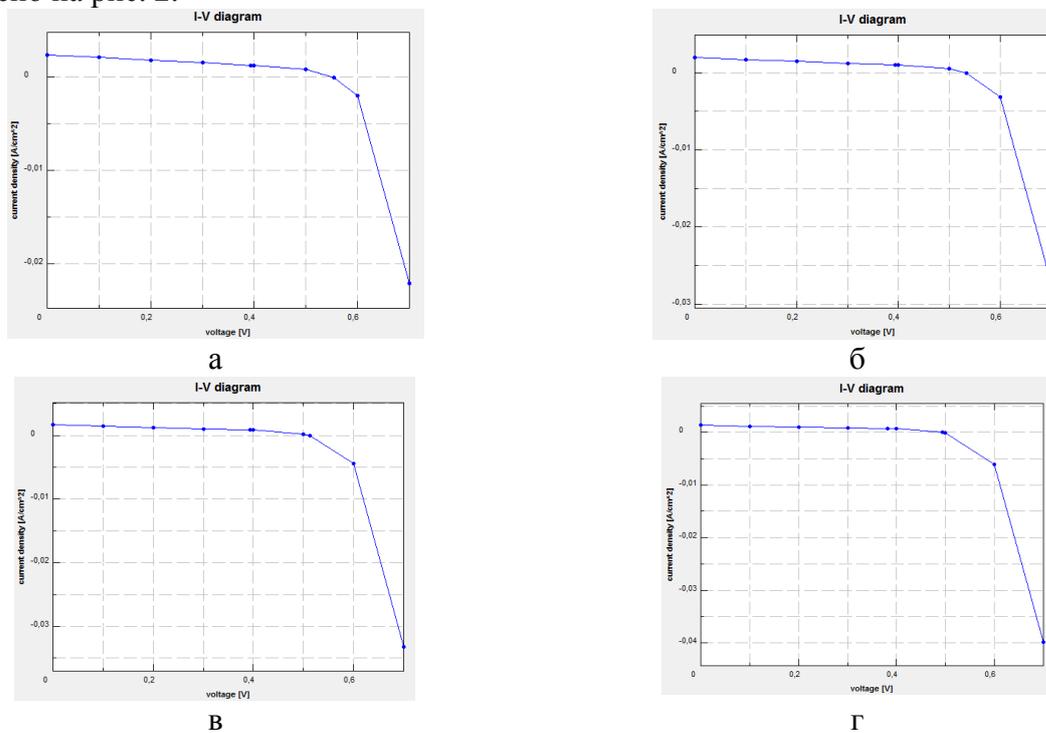


Рисунок 2 – Вольт-амперна характеристика побудована для гетероструктури  $n\text{-TiO}_2/p\text{-Si}/n\text{-Si}$  при температурі: а)  $T=290 \text{ K}$ ; б)  $T=300 \text{ K}$ ; в)  $T=310 \text{ K}$ ; г)  $T=320 \text{ K}$

Із результатів проведених досліджень видно, що при збільшенні температури експлуатації сонячного елемента відбувається збільшення значення струму короткого замикання  $J_{SC}$ , а значення напруги розімкненого ланцюга  $V_{OC}$  зменшується.

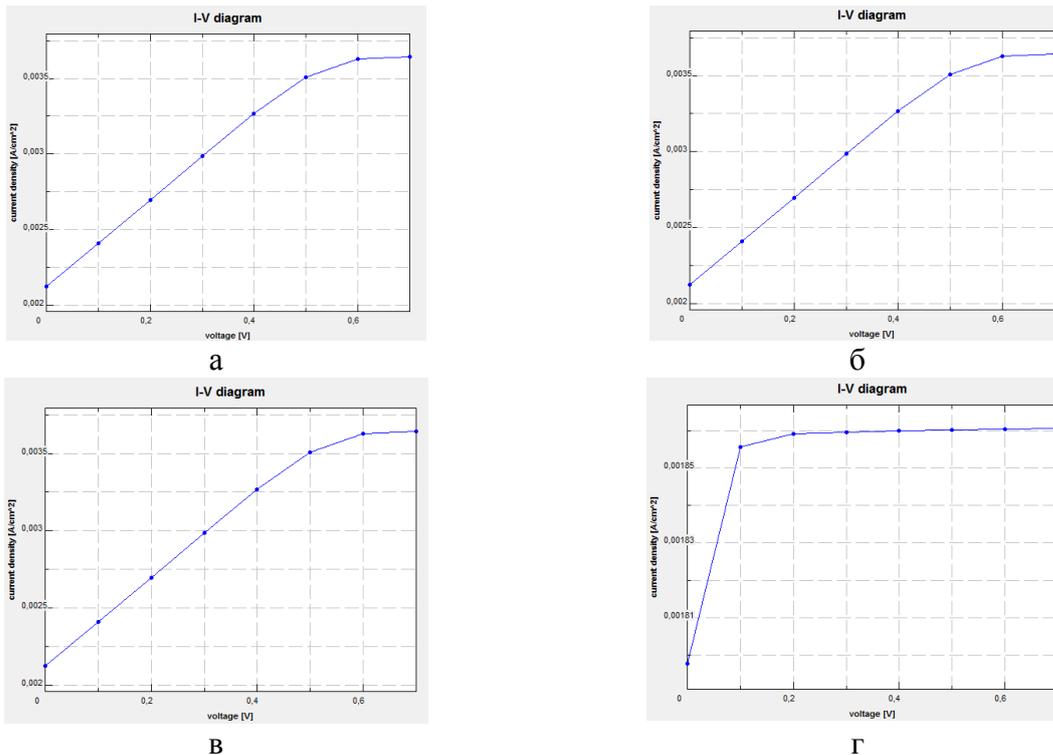


Рисунок 3 – Вольт-амперна характеристика побудована для гетероструктури n-TiO<sub>2</sub>/p-Si при товщині шару TiO<sub>2</sub>: а) d=5 мкм; б) d=10 мкм; в) d=15 мкм; г) d=20 мкм.

Товщина шару діоксиду титану в розглядуваному гетеропереході визначає кількість випромінювання, що надходить до поглинаючого шару ФЕП. Враховуючи це важливим питанням є дослідження її впливу на електричні властивості сонячного елемента.

Під час моделювання змінювалася лише товщина шару TiO<sub>2</sub>  $d=(5-20)$  мкм з кроком  $\Delta d=5$  мкм. Результати проведених розрахунків наведено на рис. 3.

За результатами моделювання встановлено, що у випадку використання гетеропереходу TiO<sub>2</sub>/Si при підвищенні товщини шару TiO<sub>2</sub> від 10 до 20 мкм спостерігається незначне зменшення значення струму короткого замикання  $J_{SC}$  від 2,12 до 1,79 мА/см<sup>2</sup>, а напруга холостого ходу  $V_{OC}$  залишається практично незмінною для товщини шару  $d=(5-15)$  мкм, але зазнає значних змін при  $d=20$  мкм, що найімовірніше пов'язано зі зміною характеристик гетеропереходу.

Таким чином, у роботі шляхом моделювання робочих характеристик фотоперетворювачів, виконаних на базі напівпровідникових гетеропереходів TiO<sub>2</sub>/Si за допомогою програми AFORS-HEТ 2.5 встановлено, що при збільшенні температури експлуатації сонячного елемента на основі гетероструктури TiO<sub>2</sub>/p-Si від 290 до 320 К відбувається збільшення значення струму короткого замикання  $J_{SC}$ , а значення напруги розімкненого ланцюга  $V_{OC}$  зменшується.

Встановлено, що при підвищенні товщини шару TiO<sub>2</sub> від 10 до 20 мкм сонячного елемента на основі гетероструктури TiO<sub>2</sub>/p-Si спостерігається незначне зменшення значення струму короткого замикання  $J_{SC}$  від 2,12 до 1,79 мА/см<sup>2</sup>, а напруга холостого ходу  $V_{OC}$  залишається практично незмінною для товщини шару  $d=(5-15)$  мкм, але зазнає значних змін при  $d=20$  мкм, що найімовірніше пов'язано зі зміною характеристик гетеропереходу.

#### Список використаних джерел:

1. Дяденчук А. Ф., Кідалов В. В. Гетероструктури n-ZnO:Al/porous-CdTe/p-CdTe в якості фотоелектричних перетворювачів. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. 2017. Т. 15, № 3. С. 487-494. URL:

2. Dyadenchuk A. F., Kidalov V. V. Heterostructures CdS/porous-Si and CdS/porous-CdTe for the manufacture of photovoltaic cells. *Фізика і технологія тонких плівок і наносистем (МКФТТПН-XVI): матеріали XVI Міжнародної конференції (м. Івано-Франківськ, 15-20 травня 2017)*. Івано-Франківськ. 2017. С. 213.

3. Пячин С. А., Бурков А. А., Макаревич К. С., Зайцев А. В., Карпович Н. Ф., Ермаков М. А. Оптические характеристики частиц, полученных электроэрозионным диспергированием титана в перекиси водорода. *Журнал технической физики*. 2016. Т. 86, №7. С. 87-93.

4. Zhao F., Yi Y., Lin J., Yi Z., Qin F., Zheng, Y., Wu P. The better photoelectric performance of thin-film TiO<sub>2</sub>/c-Si heterojunction solar cells based on surface plasmon resonance. *Results in Physics*, 2021. P. 104628.

5. Froitzheim A., Stangl R., Elstner L., Kriegel M., Fuhs W. AFORS-HET: a computer-program for the simulation of heterojunction solar cells to be distributed for public use. In *3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, 2003. Proceedings of Vol. 1*, pp. 279-282.

**Науковий керівник:** Дяденчук А. Ф., к.т.н., ст. викладач кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ З'ЄДНАННЯ ДВОХ БАЛОК ЗАСОБАМИ ПАКЕТУ SCILAB

Кучерков А.О., email [kucherkov.artem.1599@gmail.com](mailto:kucherkov.artem.1599@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Розв'язання сучасних задач моделювання просторових об'єктів чи динамічних процесів у складних структурах вимагає дослідження та створення все більш складних механіко-математичних моделей. Блочно-структуровані адаптивні прямокутні сітки широко використовуються під час реалізації методу скінченних різниць та скінченних елементів для розв'язку диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Розглянемо задачу про з'єднання двох балок під прямим кутом, що у перерізі буде виглядати як з'єднання двох прямокутних трапецій ABCF та CDEF (рис. 1, а). Оскільки саме в місцях з'єднання конструкцій буде спостерігатися найбільша концентрація напружень, то необхідно дослідити значення функцій в околі лінії з'єднання CF – виконуємо згущення сітки окремо в кожній трапеції до лінії CF. Оскільки інтерес представляє дослідження сітки в околі лінії CF, то виконуємо зручне для подальших обчислень масштабування в межах квадратної області і будуємо початкову сітку, що має 21 вузол по кожній стороні трапеції (рис. 1, б).

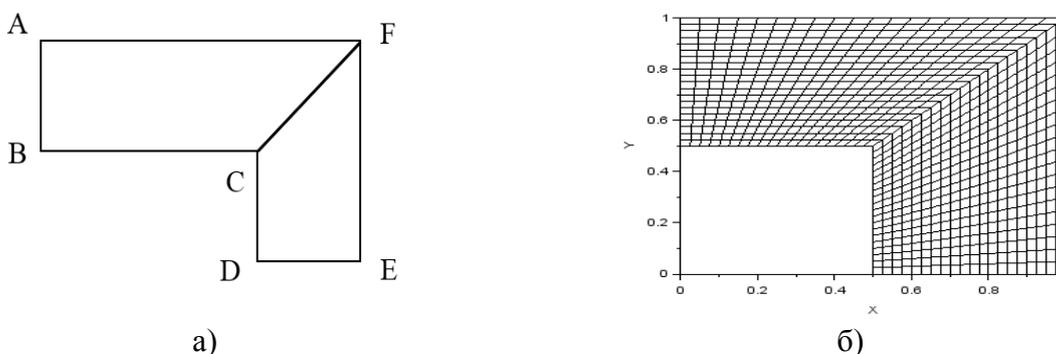


Рисунок 1 – З'єднання двох балок: а) переріз; б) початкова сітка кутового з'єднання

Згущення до лінії з'єднання CF виконується за допомогою контролюючих функцій рівняння Пуассона окремо по кожній трапеції. Для трапеції ABCF виконується згущення

праворуч до вертикальної координатної лінії, а для трапеції CDEF згущення проводиться до верхньої горизонтальної лінії. Щоб отримати відповідність вузлів сітки після її згущення на межі з'єднання двох трапецій параметри контрольних функцій обираються однаково для обох трапецій.

Локально-адаптивні сітки дозволяють виконати зменшення довжини комірок тільки в тих областях, де розв'язок має великий градієнт. Цей метод дає можливість скоротити обсяг пам'яті, що використовується комп'ютером, тобто дозволяє ефективно використовувати комп'ютерні ресурси, а це в свою чергу підвищує швидкість збіжності наближеного розв'язку і допомагає отримати більший порядок точності розв'язку у порівнянні з іншими методами.

#### **Список використаних джерел:**

1. Халанчук Л. В., Чопоров С. В. Розробка методу побудови нерівномірних сіток на базі диференціального рівняння Пуассона. Прикладні питання математичного моделювання. Херсон: Херсонський національний технічний університет. 2020, т. 3, № 2.2. С. 274-282.

**Науковий керівник:** *Халанчук Л.В., доктор філософії в галузі математики та статистики, асистент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

## **ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯВИЩ ПЕРЕНОСУ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ ФІЗИКИ**

**Кузнєцов В., [starforce882@gmail.com](mailto:starforce882@gmail.com)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

При вивченні курсу фізики студент повинен бути активним учасником віртуального лабораторного дослідження. Спочатку визначаються параметри дослідної установки (моделі). Потім відбувається зняття показів приладів. А далі самостійна обробка результатів і оформлення звіту. При цьому не заперечується, а навіть заохочується використання ним комп'ютерних програм, наприклад, Blender Foundation та Mathcad для обробки даних.

Для роботи було створено віртуальну модель установки для проведення лабораторної роботи «Визначення середньої довжини вільного пробігу і ефективного діаметру молекул повітря» курсу «Фізика» розділ «Основи молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу і термодинаміки».

Перш за все, для моделювання обладнання потрібна площина, на якій все розташовуватиметься, причому ця площина виступатиме і сценою. Потім відбувається перехід безпосередньо до моделювання. Другим кроком є створення штатива, на якому триматиметься колба. Далі йде моделювання самої колби і трубки з краником, що закривається, через який буде витікати рідина. Потім герметично закривається колба, створивши пробку. У пробці було зроблено отвір, щоб вивести з неї трубку. Вона поділяється на дві: одна йде прямо до манометра, а друга є капілярна трубка. Капіляр має одну з найважливіших ролей: сприяє руху молекул з атмосфери в колбу. Потім створюється модель рідинного манометра – за допомогою нього ми зможемо спостерігати різницю тиску у колбі та атмосфері. Після цього потрібно з'єднати установку з колбою та манометром. На рис. 1 зображено установку для анімації руху молекул повітря.

Завдяки проведеній роботі були закріплені знання питань явищ переносу курсу фізики. Вивчені емпіричні закони внутрішнього тертя (закон Ньютона), теплопровідності (закон Фур'є) і дифузії (закон Фіка). Застосовуючи розрахункові формули були отримані значення довжини вільного пробігу і ефективного діаметру молекул повітря. І побудований графік залежності середньої довжини вільного пробігу від швидкості руху молекул повітря. Результати експериментальних даних були оброблені із застосуванням програмного забезпечення Mathcad. Крім того закріплені навички роботи з програмним забезпеченням

Blender Foundation, використання якої є безкоштовним, простішим, дозволяє утворювати більш складну модель візуалізації фізичного процесу, програма працює на ПК зі слабкою обчислювальною системою.

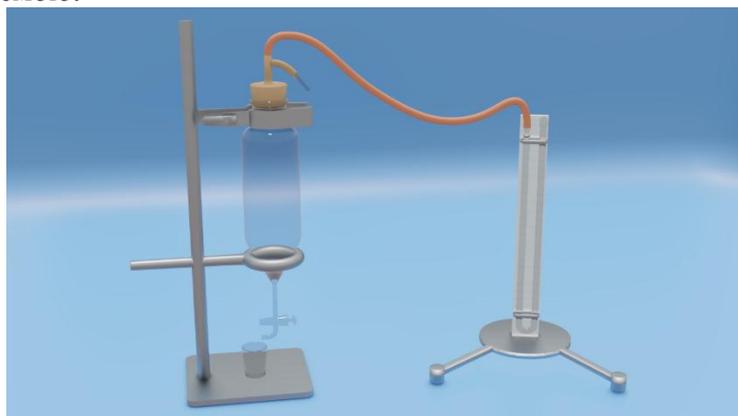


Рисунок 1 – Експериментальна установка

#### **Список використаних джерел:**

1. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCad 8PRO в математике, физике и Internet., М. : Нолидж, 2000, 503 с.
2. Современные оптические методы исследования потоков: Коллективная монография / Под ред. Б.С. Ринкевичюса. М. : Оверлей, 2011.
3. Евтихиева О.А., Расковская И.Л., Ринкевичюс Б.С. Лазерная рефрактография. М.: Физматлит, 2008.

**Науковий керівник** Рожкова Олена Павлівна старший викладач кафедри ВМФ Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## **ЗАСТОСУВАННЯ СИМПЛЕКС-МЕТОДУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ**

**Халанчук А.В.**, email [nastya18halan@gmail.com](mailto:nastya18halan@gmail.com)

*Відокремлений структурний підрозділ «Мелітопольський коледж Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного»  
Комунальний заклад «Центр позашкільної освіти» Мелітопольської районної ради  
Запорізької області*

Велика кількість планово-виробничих і економічних задач пов'язана з розподілом деяких, як правило, обмежених ресурсів (сировини, робочої сили, енергії, палива і т. ін.). Часто розподіл ресурсів можна здійснити не єдиним способом. Наприклад, дану продукцію можна отримати різними способами, по-різному вибираючи технологію, сировину, застосовуючи обладнання, організацію процесу. При цьому кожний спосіб розподілу ресурсів, що оцінюється з позиції деякого критерію (прибуток, об'єм випуску продукції і т. ін.), характеризується певним значенням показника цього критерію. Природним тому є намір знайти такий варіант розподілу (програму, план), який би гарантував найбільший економічний ефект. Такий план називають оптимальним.

Реальні економічні процеси досить складні. При їх математичному описанні доводиться враховувати багато різних факторів. Тому математична модель містить велике число умов обмежень із багатьма невідомими. Якщо невідомі входять в модель тільки в першій степені, то задача належить до розділу лінійного програмування, в протилежному випадку – до розділу нелінійного програмування. Враховуючи складність задач та математичної моделі, то кращим варіантом розв'язання є використання пакетів програм. Наприклад, для симплекс-методу зручним і зрозумілим у використанні є пакет MS Excel.



3. З'ясовують, чи є хоча б одне від'ємне число  $\Delta_j$ . Якщо ні, то знайдений опорний план оптимальний. Якщо ж серед чисел  $\Delta_j$  є від'ємні, то або встановлюють нерозв'язність задачі, або переходять до нового опорного плану.

4. Знаходять провідний стовпець і рядок. Провідний стовпець визначається найбільшим за абсолютною величиною від'ємним числом  $\Delta_j$ , а провідний рядок – мінімальним співвідношенням компонент стовпця вектора  $P_0$  до додатних компонент провідного стовпця.

5. Визначають додатні компоненти нового опорного плану, коефіцієнти розкладу векторів  $P_j$  по векторах нового базису і числа  $F'_0, \Delta'_j$ . Всі ці числа записуються в новій симплекс-таблиці.

6. Перевіряють знайдений опорний план на оптимальність. Якщо план не оптимальний і необхідно перейти до нового опорного плану, то повертаються до етапу 4, а у разі отримання оптимального плану або встановлення нерозв'язності процес розв'язання задачі закінчують.

Таким чином, використовуючи пакет MS Excel можна розв'язати симплекс-методом прикладну задачу пошуку оптимального розв'язку.

#### Список використаних джерел:

1. Івченко І.Ю. Математичне програмування: навч. посібн. К.: Центр учбової літератури, 2007. 232 с.

2. Сосницька Н. Л., Малкіна В. М., Іщенко О. А., Халанчук Л. В., Зінов'єва О. Г. Прикладна математика: навч. посібник. Мелітополь: ТОВ «КОЛОРПРИНТ», 2019. 100 с.

**Науковий керівник:** Халанчук Л.В., доктор філософії в галузі математики та статистики, асистент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

## СУМА КВАДРАТІВ ПОСЛІДОВНИХ НАТУРАЛЬНИХ ЧИСЕЛ

Кабісов Д.В., email [dykabisov@gmail.com](mailto:dykabisov@gmail.com)

*Відокремлений структурний підрозділ «Ногайський фаховий коледж Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного»*

Ще в стародавньому Єгипті була відома формула для знаходження суми послідовних натуральних чисел:

$$1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2} \quad (1)$$

Переді мною стояла задача знайти суму *квадратів* послідовних натуральних чисел.

В інтернеті я знайшов формулу, за якою це можна зробити:

$$1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \quad (2)$$

Але, як зрозуміти, що формула (2) вірна?

Спочатку я її довів методом математичної індукції.

Проте мені стало цікаво, як можна довести цю формулу іншим способом. Після деяких експериментів, я дійшов до цікавого доказу формули (2), про який хотів би розповісти.

За формулою скороченого множення куб суми, можемо записати:

$$(k + 1)^3 = k^3 + 3k^2 + 3k + 1; \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

Знайдемо куби послідовних натуральних чисел:

$$1^3 = (0 + 1)^3 = 0^3 + 3 * 0^2 * 1 + 3 * 0 * 1^2 + 1^3$$

$$2^3 = (1 + 1)^3 = 1^3 + 3 * 1^2 * 1 + 3 * 1 * 1^2 + 1^3$$

$$3^3 = (2 + 1)^3 = 2^3 + 3 * 2^2 * 1 + 3 * 2 * 1^2 + 1^3$$

.....

$$(n + 1)^3 = n^3 + 3 * n^2 * 1 + 3 * n * 1^2 + 1^3$$

Далі знаходимо суми усіх лівих частин між собою та правих. При цьому взаємно знищуються ліві куби, окрім останнього, та праві перші доданки, окрім найпершого. В результаті отримуємо:

$$(n + 1)^3 = 0^3 + 3(1^2 + 2^2 + \dots + n^2) + 3(1 + 2 + \dots + n) + (n + 1)1^3$$

Тепер, залишаємо  $3(1^2 + 2^2 + \dots + n^2)$  в одній частині, а все інше переносимо в іншу. При цьому ми можемо замінити  $(1 + 2 + \dots + n)$  на  $\frac{n(n+1)}{2}$  за формулою (1). Отримали:

$$3(1^2 + 2^2 + \dots + n^2) = (n + 1)^3 - (n + 1) - 3 \frac{n(n + 1)}{2}$$

Звідки:

$$\begin{aligned} 1^2 + 2^2 + \dots + n^2 &= \frac{(n + 1)^3 - (n + 1) - 3 \frac{n(n + 1)}{2}}{3} = \frac{(n + 1)(2n^2 + 4n + 2 - 2 - 3n)}{6} = \\ &= \frac{(n + 1)(2n^2 + n)}{6} = \frac{n(n + 1)(2n + 1)}{6} \end{aligned}$$

Що і треба було довести

#### Список використаних джерел:

1. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М. : Наука, 1975.
2. Абрамович В. С. Суммы одинаковых степеней натуральных чисел. *Квант*, 1973, №5. С. 22-25.

**Науковий керівник:** Вишневецька Л.Є., викладач математики, Відокремлений структурний підрозділ «Ногайський фаховий коледж Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного»

## ВИБІР СТРАТЕГІЇ УСПІХУ ІГРОВОЇ ЗАДАЧІ

Філобок Г.С., email [gleb.filobok15@gmail.com](mailto:gleb.filobok15@gmail.com)

Мелітопольська ЗОШ І-ІІІ ступенів № 14 Мелітопольської районної ради Запорізької області

Комунальний заклад «Центр позашкільної освіти» Мелітопольської районної ради Запорізької області

В ігрових задачах під стратегією успіху (виграшною стратегією) розуміють план гри, реалізація якого дозволяє гравцю одержати перемогу незалежно від дій суперника. Задача вважається розв'язаною, якщо вказано виграшну стратегію. Найбільш поширеними є симетричні стратегії, парні стратегії та стратегії, що базуються на аналізі ігрових позицій.

Симетричні стратегії – це виграшні стратегії, що розроблені на основі симетрії стартової позиції гри. Аналіз розв'язання таких задач показує, що в іграх із симетричною стартовою позицією здебільшого виграє той, хто не порушує її симетрію, а порушену суперником симетрію стартової чи ігрової позиції може поновити. Цей висновок часто допомагає здобути перемогу в ігрових задачах з симетричною стартовою позицією.

Симетрія ігрових позицій забезпечує існування множини пар «прообраз – образ». Дбаючи про симетрію ігрової позиції, гравець зберігає такі пари, тому він дає можливість супернику під час виконання ходу використати «прообраз» і цим гарантує собі можливість виконати наступний крок з використанням симетричного «образу».

Іноді пари, що подібні симетричним парам, можна використовувати і в задачах, стартова позиція яких не є симетричною. Виграшну стратегію, що передбачає використання пар, називають парною стратегією. Зазначимо, що конкретних порад щодо вибору пар не існує. Кожного разу вибір пар здійснюється, враховуючи умови кожної конкретної задачі.

Розглянемо спосіб побудови стратегії успіху, що базується на аналізі ігрових позицій. Ігрову позицію називають виграшною, якщо існує такий хід гравця, що забезпечує йому вигреш. Ігрову позицію називають програшною, якщо з неї не можна виграти. Якість ігрової позиції визначається перед ходом гравця і не залежить від того, який хід виконуватиме гравець. Після виконання ходу після виграшної позиції йде програшна, а після програшної – виграшна. Аналіз ігрових позицій здебільшого варто починати з фінальної частини гри. Аналізом ігрових позицій треба визначити, чи є стартова позиція виграшною, чи вона програшна. Гравець, який починає гру з виграшної позиції за правильної гри завжди виграє, а гравець, який починає гру з програшної позиції – програє за правильної гри свого суперника.

Складаючи свою виграшну стратегію, слід не забувати про ряд фундаментальних тверджень:

- якщо з позиції X можна потрапити в програшну, то позиція X – виграшна;
- якщо всі ходи з позиції X ведуть в виграшні, то вона вважається програшною;
- виграшна стратегія: завжди ставити суперника в програшну позицію.

#### **Список використаних джерел:**

1. Вороний О.М. Готуємось до олімпіад з математики. Х.: Вид. група «Основа», 2009. 255 с.

2. Тетервак І.Р., Халанчук Л.В. Обґрунтування стратегії безпрограшних умов при укладенні парі. Майбутній науковець – 2016: матер. всеукр. наук.-практ. конф. Сєверодонецьк: 2016. Ч. II. С. 144-146.

**Науковий керівник:** *Халанчук Л.В., доктор філософії в галузі математики та статистики, асистент кафедри вищої математики і фізики, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

## **ВИКОРИСТАННЯ КОТУШКИ ТЕСЛА В ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ ЦІЛЯХ**

**Боровко М.С., e-mail [sstehcnology85@gmail.com](mailto:sstehcnology85@gmail.com)**

*Центр дитячо-юнацької творчості ім. Є.М. Рудневої відділу освіти виконавчого комітету Бердянської міської ради Запорізької області*

Котушка Тесла – пристрій, винайдений Ніколою Тесла, що носить його ім'я [1]. Є резонансним трансформатором, який генерує високу напругу високої частоти. Прилад було запатентовано 22 вересня 1896 роки як «Апарат для виробництва електричних струмів високої частоти і потенціалу».

Під час роботи котушка Тесла створює візуально цікаві ефекти, пов'язані з утворенням різних видів газових розрядів. Часто створюють трансформатори Тесла заради того, щоб подивитися на ці дивовижно захоплюючі явища. Загалом котушка Тесла може генерувати 4 види розрядів:

1. *Стримери* – тьмяні тонкі розгалужені канали, що складаються з іонізованих атомів газу та вільних електронів. Такий розряд протікає від терміналу (або від найбільш гострих чи суттєво викривлених високовольтних частин) котушки прямо в повітря, не йдучи в землю. Стример — це видима іонізація повітря (свічення іонів), що створюється високовольтним полем трансформатору.

2. *Спарк* – це іскровий розряд. Йде з терміналу (або з найбільш гострих, викривлених високовольтних частин) безпосередньо в землю або в заземлений предмет. Являє собою пучок яскравих, що швидко зникають або змінюють одна одну, ниткоподібних, часто сильно розгалужених смужок – іскрових каналів.

3. *Коронний розряд* – світіння іонів повітря в електричному полі високої напруги. Створює блакитне світіння навколо високовольтних частин конструкції із великою кривизною поверхні.

4. *Дуговий розряд* – утворюється у декількох випадках. Наприклад, при достатній потужності трансформатора, якщо до його терміналу близько піднести заземлений предмет, між ним і терміналом може загорітися дуга (іноді потрібно безпосередньо доторкнутися предметом до терміналу і потім розтягнути дугу, відводячи предмет на більшу відстань). Особливо це властиво ламповим конструкціям апаратів. Якщо котушка недостатньо потужна і надійна, то спровокований дуговий розряд може пошкодити її компоненти.

**Демонстрація:** при піднесенні лампи до котушки, лампа починає світитись. Провести серію дослідів із використанням різноманітних ламп [2].

**Пояснення експерименту:** Під час роботи створюються красиві ефекти, пов'язані з утворенням різних видів газових розрядів – сукупності процесів, що виникають при протіканні електричного струму через молекули, що знаходиться в газоподібному стані.

Ввімкнена котушка Тесли поширює електричне поле, яке взаємодіє з газами в лампах і неонових трубках. Таким чином, пристрої «збуджуються» при наявності поля і здатні працювати, навіть не маючи джерела живлення.

**Практичне застосування:** котушку Тесли можна використовувати для демонстрацій на уроці фізики процесів, що відбуваються при газовому розряді; котушку Тесли можна застосувати для перевірки працездатності свічок запалювання, лампочок, у медицині, розважальних атракціонах тощо; котушка Тесли є альтернативним бездротовим джерелом енергії [2].

Під час виконання цієї роботи була досягнута поставлена мета та доведено ряд гіпотез:

✓ лампочки, наповнені інертним газом світяться поблизу котушки, отже, навколо установки дійсно існує електромагнітне поле високої напруженості;

✓ лампочки спалахували самі собою на певній відстані від котушки, що свідчить про можливість передавання електричного струму бездротовим способом.

#### **Список використаних джерел:**

1. Трансформатор Теслы. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Трансформатор\\_Теслы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Трансформатор_Теслы) (дата звернення 30.10.2021)

2. Перельман Я. И. Занимательная физика: Книга 2. М : Наука, 1983.

**Науковий керівник:** *Сімченко С.В., кандидат фізико-математичних наук, керівник гуртка-методист, керівник гуртка «Радіоелектроніка», Центр дитячо-юнацької творчості ім. Є.М. Рудневої відділу освіти виконавчого комітету Бердянської міської ради Запорізької області*

## **LI-FI – ВИСОКОШВИДКІСНА КОМУНІКАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МАЙБУТНЬОГО**

**Рибалко Н.О., email [sstehhnology@rambler.ru](mailto:sstehhnology@rambler.ru)**

*Центр дитячо-юнацької творчості ім. Є.М. Рудневої відділу освіти виконавчого комітету Бердянської міської ради Запорізької області*

З проникненням на ринок компактних світлодіодних ламп, освітлення зробило істотний ривок вперед [1]. Енерго-ефективне світлодіодне освітлення в побуті незабаром може стати стандартом якості для більшості споживачів [1-2].

Технології світлодіодного освітлення стрімко розвиваються, постійно з'являються нові форми енергозберігаючих освітлювальних ламп. Спочатку, вони обходяться дорожче, ніж люмінесцентні лампи. Тільки ця вартість дуже швидко окупається, завдяки тривалому терміну їх служби та дуже низькому енергоспоживанню. Крім того, на вартість

світлодіодних ламп впливають темпи розвитку галузі, які показують стрімке зростання. Звідси випливає те, що вартість світлодіодних ламп поступово знижується [2-3].

Нещодавно колективом вчених з Единбурга, на чолі з Гаральдом Хаасом була висловлена ідея використовувати мережу світлодіодного освітлення для передачі інформації по аналогії, як інформація передається в мережі Wi-Fi. Нову технологію назвали Li-Fi [4].

Головною відмінністю в мережах стане передача даних - якщо в Wi-Fi передача проходила за допомогою радіохвиль, то в мережі Li-Fi дані будуть передаватися через світло. Щоб це стало можливо, буде застосовуватися висока частота зміни інтенсивності світіння світлодіодів. Потрібно це для того, щоб коливання були непомітні для зору людини. Для реєстрації закодованих даних будуть застосовувати фотодетектори.

Серед плюсів цієї системи, відносна дешевизна компонентів. Її можна використовувати в приміщеннях, де не рекомендують користуватися радіохвилями.

Нами дослідженні особливості бездротяної передачі інформації за допомогою світла на основі технології Li-Fi.

В нашому дослідженні ми намагалися з'ясувати які основні переваги та недоліки вищевказаної технології:

***переваги:***

- простота і дешевизна реалізації;
- не потрібна ліцензія на використання;
- відсутність радіодіапазону в технології;
- видиме світло не наводить перешкоди на інші електромагнітні частотні діапазони, тому технологію Li-Fi можна застосовувати, наприклад: на борту літака або в медичних установах.

***недоліки:***

- обов'язкова пряма видимість між приймачем і передавачем;
- при яскравому освітленні, наприклад, сонячне світло можливі збої і помилки в роботі.

**Основні принципи передавання сигналу по технології Li-Fi.**

Принцип дії технології полягає в тому, що світлодіоди, що випромінюють у видимій області спектра електромагнітних хвиль, одночасно освітлюють приміщення і з величезною швидкістю вмикаються і вимикаються. Ці включення і виключення складаються в масиви бінарних даних, тобто, по суті, відбувається передача даних в двійковому коді. Людське око не сприймає більше 100 мерехтінь в секунду, тому ці модуляції сприймаються як суцільний потік світла.

Максимальна швидкість перемикавання світлодіодів обмежується способом їх виробництва, який визначає їх стійкість до перегорання, ця ж стійкість не дозволяє використовувати люмінесцентні лампи і лампи розжарювання для передачі даних за технологією Li-Fi.

На практиці такий метод обміну інформацією реалізується за допомогою алгоритму швидкого обчислення перетворення Фур'є (FFT - Fast Fourier transform), тобто дискретного перетворення Фур'є. Метод цифрової модуляції дозволив використовувати мікросвітлодіоди для передачі мільйонів світлових пучків різної інтенсивності в секунду. Таким чином можливо досягти швидкості 1 Гбіт / сек та на порядки більшої.

Китайські дослідники повідомили, що створили світлодіод на мікросхемі, за допомогою якого їм вдалося передавати дані зі швидкістю до 150 Мбіт / сек і забезпечувати підключення до інтернету відразу чотирьом комп'ютерів [4-5]. А доктор Харальд Хаас продемонстрував, що звичайна світлодіодна лампа, оснащена модулятором для кодування сигналу, може передавати на комп'ютер відеозображення високої чіткості (HD).

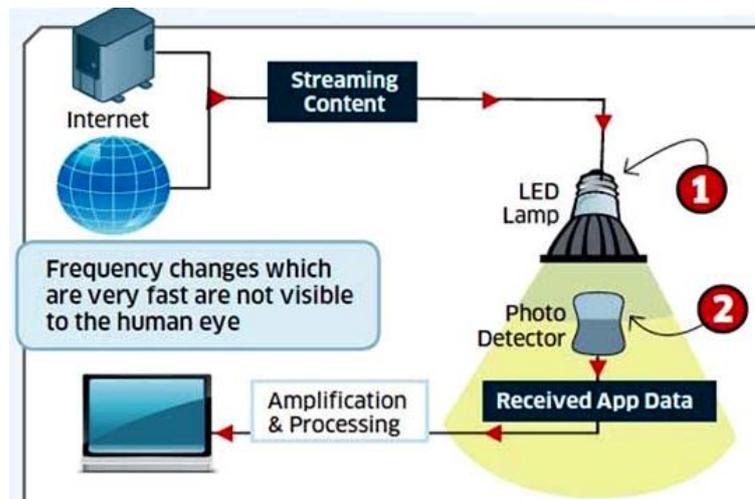


Рисунок 1 – Структурна схема реалізації технології Li-Fi

На рис. 1 показана структурна схема практичної реалізації технології Li-Fi. Як бачимо з рис. 1 пропонується використовувати спеціальний пристрій потокового кодування та передавання, що працює по вищеописаній схемі, звичайні лампи світлодіодного освітлення, чутливі фотоприймачі та швидкодіючі підсилювачі та декодери для отриманої інформації.

Хоча офіційний вихід в продаж обладнання для даної технології заплановано на 2022-2025 рр вже зараз університети Едінбурга, Оксфорду і Кембриджу при безпосередньому фінансуванні британською Радою з досліджень в області інженерних і фізичних наук оголосили гранти на дослідження в цьому напрямку. В середньому мінімальний розмір такого гранту для колективу вчених становить 5000000\$.

Вивчення принципу дії і технічні характеристики мереж передачі даних побудованих на базі даної технології дозволяє заявити про те, що технологія бездротової оптичної передачі даних на базі світлодіодів видимого випромінювання має достатній потенціал, щоб серйозно потіснити на ринку сучасні радіочастотні технології передачі даних, такі як Wi-Fi і WiMax.

#### Список використаних джерел:

1. Юнович А.Э. Современное состояние и тенденции развития светодиодов и светодиодного освещения. *Светотехника*. 2007. №6. С.13-17.
2. Подгорбунских А.А. Разработка светодиодных светильников в условиях быстрого снижения стоимости и роста КПД светодиодов. *Современная светотехника*. 2010. №3.
3. Юнович А.Э. Светодиоды как основа освещения будущего. *Светотехника*. 2003. № 3. С. 2-6.
4. Алексеев Д., Ермолаева В. Li-Fi – прорыв в науке или бесполезная игрушка? Преимущества и недостатки Li-Fi перед Wi-Fi. *Молодой ученый*. 2015. № 11. С. 161-164.
5. Plasma — Internet at the Speed of Light, Ян Лім, від 29 серпня 2011 року.

**Науковий керівник:** Сімченко С.В., кандидат фізико-математичних наук, керівник гуртка-методист, керівник гуртка «Радіоелектроніка», Центр дитячо-юнацької творчості ім. Є.М. Рудневої відділу освіти виконавчого комітету Бердянської міської ради Запорізької області