

VELYCHKO Lev Dmytrovych – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Professor of the Department of Engineering Mechanics of Hetman Petro Sagaydachnyj National Army Academy.

Circle of scientific interests: Professional training of the future military special-lists.

HUZYK Nadiya Mykolayivna – Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Mechanics of Hetman Petro Sagaydachnyj National Army Academy.

Circle of scientific interests: Professional training of the future military special-lists.

LISHCHYNSKA Chrystyna Ivanivna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Mechanics of Hetman Petro Sagaydachnyj National Army Academy.

Circle of scientific interests: Professional training of the future military special-lists.

PETRUCHENKO Oksana Stepanivna – Associate Professor of the Department of Engineering Mechanics of Hetman Petro Sagaydachnyj National Army Academy.

Circle of scientific interests: Professional training of the future military special-lists.

SOKIL Bogdan Ivanovych – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Engineering Mechanics of Hetman Petro Sagaydachnyj National Army Academy.

Circle of scientific interests: Professional training of the future military special-lists, application of the mathematics at the solving of the military problems.

*Дата надходження рукопису 11.04.2018 р.
Рецензент – д.тех.н., професор З.Ю. Філер*

УДК 37.09:330.1:518.8

БОБИЛЄВ Дмитро Євгенович – старший викладач кафедри математики та методики її навчання Державний вищий навчальний заклад «Криворізький державний педагогічний університет», м. Кривий Ріг
ORCID ID 0000-0003-1807-4844
e-mail: dmytrobobyliiev@gmail.com

БАРАБАН Катерина Олександрівна – вчитель математики та інформатики, спеціаліст Криворізька загальноосвітня школа I-III ступенів № 37

САВЦЬКА Альона Валеріївна – вчитель математики та інформатики, спеціаліст II категорії, Криворізька загальноосвітня школа I-III ступенів № 27

ФАКУЛЬТАТИВНИЙ КУРС «ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ» ДЛЯ УЧНІВ 10-11 КЛАСІВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ STEM-ОСВІТИ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Сучасне суспільство стрімко розвивається. Характер змін, що відбуваються, обумовлений, перш за все стрімкою інформатизацією життя суспільства. Науково-технічний та інформаційний прогрес ХХ і ХХІ століття привів до переходу від індустріального суспільства до інформаційного. І зміни тривають – провідні експерти прогнозують протягом найближчого 10-річчя перехід до так званого Smart суспільства. Швидкі ритми нашого життя диктують свої умови успішності окремих людей.

Людина повинна вміти оптимізувати свою діяльність і навколишні процеси, наприклад, за витратами часу на навчання або роботу; мінімізувати витрати транспортних переміщень; розв'язувати завдання оптимізації процесу управління від невеликої групи однокласників при виконанні навчального проекту до управління підприємством тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні до числа найбільш актуальних питань в сфері профільного навчання старших школярів відноситься розробка факультативних курсів та курсів за вибором з міжпредметним інтегрованим змістом. Такі курси дозволяють учням, з одного

боку, більш наочно побачити перспективи навчання за обраним ними профілем, і, з іншого боку, надають можливість найбільш повним чином задовольнити їх освітні запити.

Варто відзначити, що при розв'язанні задач оптимізації важливу роль нарівні з поняттям задачі оптимізації відіграє поняття моделі задачі оптимізації. Під моделлю задачі оптимізації розуміється «сукупність співвідношень, що містять цільову функцію, і обмеження на її аргументи» [2, с. 27-28]. Відповідно, цільова функція – це математична функція, яку потрібно оптимізувати в задачі, а обмеження – набір вимог до параметрів задачі у вигляді системи рівнянь або нерівностей. Якщо цільова функція лінійна, і на її аргументи накладено лінійні обмеження, то відповідна задача оптимізації відноситься до класу задач лінійного програмування.

З практичної точки зору, розв'язання завдань оптимізації полягає в тому, що людина в своїй діяльності, що спрямована на досягнення поставленої мети, завжди прагне до найкращого – оптимальному способу дії, якщо є можливість вибору з нескінченної кількості таких способів, які приводять до поставленої мети. Найчастіше способи дії, або стратегії, характеризуються якою-небудь величиною

© Бобилєв Д.Є., Барабан К.О., Савіцька А.В., 2018

найкращої з стратегій зводиться до знаходження екстремуму – максимуму або мінімуму цієї величини.

Також важливо відзначити, що математичний апарат при розв'язанні задач оптимізації використовується не тільки як інструмент для проведення звичайного розрахунку, але відіграє важливу роль саме в задачі прийняття рішення – вибору найбільш ефективного варіанту, при якому можна досягти найкращого результату.

На важливість розв'язання завдань оптимізації для демонстрації практичної можливості реалізації міжпредметних зв'язків між математикою та іншими дисциплінами, звертає увагу Н. В. Бурдинская [1, с. 188]. При цьому автор відзначає, що складні оптимізаційні задачі, пов'язані з великими розрахунками, необхідно розв'язувати на професійному рівні, тоді як більш прості можуть бути доступні і учню. Наприклад, задачі теорії зовнішньої балістики (завдання про максимальну дальність польоту снаряда, завдання на складання рівняння параболи безпеки), завдання на оптимізацію при вивченні теми «Відсотки».

Отже, факультативні курси в яких розглядаються задачі оптимізації дозволяють показати учню 10-11 класів, як формалізуються задачі прийняття рішень, як ці задачі розв'язуються за допомогою математичного інструментарію і яке застосування на практиці знаходять отримані розв'язки.

На сьогодні розроблено незначну кількість авторських програм факультативних курсів в яких розглядаються задачі оптимізації, але в жодній з них не робиться акцент на використанні інформаційних технологій в навчанні, що є ознакою відповідності сучасним вимогам до організації навчального процесу в рамках STEM-концепції. На думку низки авторів [2, с. 26; 3, с. 108], одним із програмних засобів, які можна використовувати для розв'язання задач оптимізації, можуть служити електронні таблиці Excel.

Мета статті. Опис та обґрунтування доцільності розробленого в рамках концепції STEM-освіти факультативного курсу «Задачі оптимізації» для учнів 10-11 класів.

Методи дослідження. Теоретичний аналіз і синтез даних із наукової та науково-педагогічної літератури з теми дослідження, аналіз нормативно-правової документації в сфері освіти, яка регламентує факультативні курси, вивчення і аналізу навчальних програм, посібників, програм нормативних і факультативних курсів для учнів 10-11 класів за схожою тематикою.

Виклад основного матеріалу дослідження. STEM-концепція в освіті повинна сформувати у школярів фундамент для розуміння єдності інформаційних принципів будови і функціонування систем різної природи, процесів управління в природі, техніці, соціумі.

Цілі STEM-освіти, в загалі, і кожного заняття окремо, спрямовані на реалізацію п'яти основних напрямків:

- *концептуальне розуміння* – розуміння концепцій, операцій і відносин;
- *операційна свобода* – навички гнучкого і акуратного виконання операцій;
- *стратегічна компетенція* – здатність формулювати, представляти і розв'язувати проблеми;
- *адаптивне осмислення* – логічне мислення, рефлексія, пояснення і аргументація;
- *продуктивна свідомість* – здатність розглядати предмет як корисний і цінний.

В рамках цих постулатів нами був розроблений курс «Задачі оптимізації». Це пояснюється тим, що швидко оновлюються наукомісткі технології, які вимагають підготовки фахівців нового типу, активних, здатних творчо мислити, постійно поповнювати свої знання для розробки та освоєння нових поколінь техніки і виробничих процесів. Згідно з компетентнісним підходом виникає необхідність в новому розумінні суті предметної підготовки, у виявленні умов, при яких навчання органічно включено в процес формування компетентностей учня. Отже, необхідно виявити і якісно нові характеристики власне предметної підготовки. Нові освітні стандарти, спрямовані на саморозвиток, самовизначення і самореалізацію учня, змушують інакше підходити до організації занять, шукати нові види занять або нове наповнення традиційних форм навчання. У зв'язку з цим змінюються принципи організації навчання: пріоритетними стають позааудиторні форми навчання і більш розширюються принципи організації самостійної роботи учнів, тобто самостійна робота є не тільки пізнавальна діяльність, пов'язана із засвоєнням знань, а і переживання практичного досвіду в контексті компетентностей.

В розробленому курсі розглядається цілий клас задач умовної оптимізації, які за змістом досить різноманітні. Вони можуть бути пов'язані з проектуванням технічних пристроїв і технологічних процесів, з розподілом обмежених ресурсів і плануванням роботи підприємств, нарешті, з розв'язанням проблем, що виникають у повсякденному житті людини. Пристрої, процеси і ситуації, стосовно яких належить розв'язувати завдання оптимізації, називають об'єктами оптимізації. Методи оптимізації дозволяють знайти оптимальні розв'язки для математичних моделей. Особливою ниткою в курс входить побудова математичних моделей і визначення методу, який треба використати для знаходження оптимального розв'язку.

Особливістю пропонованого курсу є доступний виклад навчального матеріалу побудований на конкретних прикладах і задачах. Особливе місце в даному курсі приділяється вивченню лінійного програмування на доступному старшим школярам математичному матеріалі і розв'язання задач оптимізації. Під оптимізаційними задачами в даному випадку розуміємо такі задачі, розв'язання

яких зводиться до знаходження найбільшого або найменшого значення. Такі завдання прийнято також називати екстремальними задачами, так як знаходження найбільшого або найменшого значення є не що інше, як знаходження екстремуму – максимуму або мінімуму функції.

При розв’язанні таких задач відбувається формування наукового мислення, здатність бачити ситуацію в цілому, розвиток пізнавального інтересу, здатність виходити з кризових ситуацій з найменшими втратами. Цінність співробітника, який володіє такими якостями очевидна для суспільства.

Основою розв’язання задачі оптимізації за допомогою комп’ютерних технологій можливо навчати на уроках інформатики в класах з поглибленим вивченням математики, так як для розв’язання таких задач потрібна фундаментальна математична підготовка. Суміжними темами є: робота в табличному процесорі (Excel); теорія графів; алгоритмізація; складання програм на мові програмування (Pascal); моделювання. Оскільки охоплення тем дуже широке, то доцільною буде пошук розв’язку навіть однієї такої задачі реалізувати у вигляді проекту.

Наприклад, учням в рамках проекту можна запропонувати таку задачу.

Деяке комунальне підприємство займається вивозом сміття у житлових кварталах. У кожному кварталі знаходиться певна кількість контейнерів, кожен з яких має об’єм $V_k = 1,1 \text{ м}^3$. Всього таких контейнерів $n_k = 110$. При цьому задані такі додаткові умови: Об’єм кузова вантажівки є обмеженим і дорівнює $V_g = 43 \text{ м}^3$. Кінцевою точкою рейсу вантажівки із заповненим кузовом є Звалище (пункт Б). Вантажівка починає свій рух із Бази в пункті А. Наступні рейси передбачають циклічний рух кварталами (із пункту Б в пункт А). Остання точка прибуття вантажівки з пустим кузовом – База (пункт А).

Розміщення кварталів та відстані між ними подано на рис 1. Кількість контейнерів у кожному кварталі подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Кількість контейнерів у кварталах

№	К-сть контейнерів	№	К-сть контейнерів
1	4	16	1
2	5	17	3
3	6	18	3
4	4	19	2
5	5	20	4
6	3	21	5
7	2	22	2
8	5	23	6
9	4	24	2
10	3	25	1
11	6	26	1
12	3	27	4
13	3	28	3
14	7	29	5
15	8		

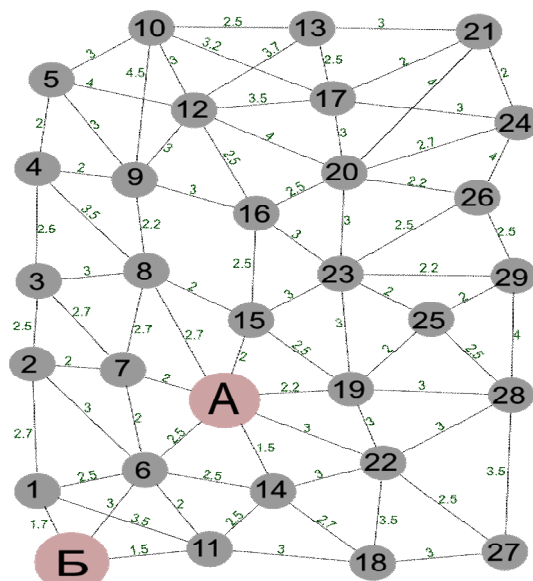


Рис 1. Розміщення кварталів та відстані між ними

В процесі виконання проекту учні знайомляться з методами розв’язання транспортних задач. Обговорюючи результати проекту необхідно акцентувати увагу на рекомендаціях, які необхідно надати підприємству для покращення показників його роботи.

При навчанні розв’язувати задачі оптимізації можна виділити кілька етапів.

Перший етап. Вивчення теоретичних основ. Сюди входить поняття про завдання оптимізації і необхідності розв’язання таких завдань в сучасному житті. Наводяться приклади задач.

У різних ситуаціях найкращими можуть бути абсолютно різні розв’язки. Все залежить від обраного або заданого критерію.

Наприклад, з одного міста в інше можна дістатися на машині за 50 хвилин або, якщо частину шляху проїхати на електричці, а потім пересісти на автобус, всього 30 хвилин. Очевидно, другий розв’язок буде кращим, якщо потрібно потрапити в кінцевий пункт за мінімальний час, тобто він кращий за критерієм мінімізації часу. За іншим критерієм (наприклад, мінімізації вартості або мінімізації числа пересадок) кращим є перший розв’язок. Таким чином, для розв’язання задач важливо проаналізувати кількісні параметри – мінімум витрат, мінімум відхилень від норми, максимум швидкості, прибутку тощо.

Наступний етап – вивчення загального плану розв’язання завдань оптимізації. Вводиться поняття цільової функції, допустимих розв’язків, системи обмежень.

Загальний план розв’язання задач:

- вивчення об’єкта: потрібно визначити параметри, необхідні для розв’язання;
- описове моделювання: встановлення основних зв’язків і залежностей між параметрами;
- математичне моделювання;
- вибір або розробка методу розв’язання задачі;
- комп’ютерна реалізація розв’язання;
- аналіз отриманого розв’язку.

Розглядається одне із завдань на рівні математичної моделі – теоретична основа до практичного розв'язання на комп'ютері. Потім відбувається вибір практичного методу і втілення його. Після отримання результату необхідно проаналізувати його, розглянути різні варіанти оптимізації процесу по готовому алгоритму при зміні вихідних даних.

Третій етап. Теоретична і практична реалізація розв'язання будь-якої задачі оптимізації з використанням ІКТ. Наприклад, при розв'язуванні задачі в програмі Excel використовується надбудова «Пошук розв'язку».

Відзначимо, що вміння розв'язувати оптимізаційні задачі необхідні сучасній людині. Цим діям, звичайно, треба навчати. Хорошим варіантом було б введення в школі цілого проектного курсу «Задачі оптимізації».

Якщо брати існуючий варіант навчання, без можливості введення подібного факультативного курсу, то найкраще організувати роботу так: на уроках математики можна створювати математичні моделі, а на уроках інформатики практично втілювати алгоритми розв'язання цих задач, використовуючи інформаційні комп'ютерні технології. Вміння, отримані учнями в ході вивчення тем організованих за таким планом, допоможуть їм стати успішними людьми нового суспільства.

Програма курсу будувалась на основі існуючих програм факультативних курсів суміжної тематики, а також навчальних посібників і програм курсів із дисциплін «Теорія прийняття рішень», «Методи оптимізації» і «Математичні та інструментальні методи підтримки прийняття рішень» для студентів закладів вищої освіти.

Побудований курс має зв'язок із базовим шкільним курсом математики (теми: «Лінійні рівняння і нерівності», «Розв'язання систем лінійних рівнянь і нерівностей») та інформатики (теми «Математичне моделювання» та «Електронні таблиці»).

Метою розробленого курсу є теоретичне і практичне вивчення основних понять і методів оптимізації, а також основ теорії прийняття рішень для формування в учнів уявлення про використання математичного апарату в процесі розв'язання задач на знаходження оптимального розв'язку. В ході досягнення поставленої мети в рамках курсу вирішується ряд завдань:

- ознайомити учнів з основними поняттями теорії прийняття рішень і методів оптимізації;
- показати застосування методів оптимізації в практичній діяльності людини;
- ознайомити учнів з методами розв'язання задач лінійного програмування та їх застосуванням;
- сформувати навички розв'язання задач прийняття рішень, використовуючи вивчені методи оптимізації.

Факультативний курс «Задачі оптимізації» об'ємом в 35 годин, розрахований на півріччя. При

цьому рекомендована кількість годин на тиждень для вивчення курсу в 10 класі – 2 години на тиждень, в 11 класі – 1 година на тиждень.

Курс складається з двох основних змістових модулів:

- Роль теорії і методів прийняття рішень в сучасному світі (17 годин);
- Лінійна оптимізація (17 годин).

Зміст першого модуля знайомить учнів із загальною постановкою проблеми прийняття рішень в різних сферах діяльності людини, а також деякими методами прийняття рішень. Виклад теоретичного матеріалу даного розділу доцільно проілюструвати конкретними прикладами і задачами. В даний модуль входять такі теми:

- Теорія прийняття рішень: основні поняття і визначення;
- Теорія прийняття рішень в економіці;
- Математичне моделювання процесу прийняття рішень;
- Колективне прийняття рішень. Моделі колективної вибору;
- Прийняття рішень в теорії організації.

Другий модуль курсу знайомить учнів з одним з найбільш важливих і, в той же час, простих розділів теорії прийняття рішень – лінійним програмуванням. Його вивчення дозволяє побачити учням практичне застосування в діяльності людини систем лінійних рівнянь і нерівностей, методів дослідження та побудови графіків функцій, побудови математичних моделей реальних об'єктів і процесів. Виклад теоретичного матеріалу даного модуля також варто проілюструвати конкретними прикладами і задачами. В даний модуль входять такі теми:

- Основи лінійного програмування;
- Лінійні задачі оптимізації;
- Графічний метод розв'язання задач лінійного програмування;
- Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування;
- Розв'язання задач лінійного програмування за допомогою Excel.

Запропонована програма даного факультативного курсу носить приблизний характер і є відкритою для внесення змін, що дозволяє вчителю, в залежності від використання курсу в рамках того чи іншого профілю закладу освіти, здійснювати доопрацювання курсу. Варто додати також, що програма курсу складена таким чином, що окремі модулі і теми курсу в разі поглиблення їх змісту можуть виступати в якості самостійних курсів за вибором.

Програмою курсу передбачено проведення теоретичних і практичних занять, виконання самостійних робіт (індивідуальних практичних робіт з розв'язання завдань). Рекомендований режим навчання – очний.

В результаті проходження програмного матеріалу учень має можливість отримати уявлення про практичне застосування теорії прийняття рішень

і методів оптимізації в повсякденному житті і в професійній діяльності людини. Крім того, нами сформульовані такі вимоги до знань, умінь і навичок учнів, які формуються в результаті проходження курсу:

– учень знає: основні поняття теорії прийняття рішень, методи оптимізації та прийняття рішень, основні завдання лінійного програмування, симплекс-метод розв'язання задачі лінійного програмування;

– учень вміє: правильно вибрати відповідний метод розв'язання для оптимізаційної задачі і реалізувати його;

– учень володіє: методами розв'язання задач лінійного програмування; навичками використання надбудови «Пошук розв'язку» Microsoft Excel; навичками застосування сучасного математичного інструментарію для розв'язання практичних задач.

Оцінка якості засвоєння програми факультативного курсу «Задачі оптимізації» включає поточний контроль успішності (відвідування, виконання практичних завдань, тестування за темами курсу) і підсумкову атестацію за курсом (залік).

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Виходячи з аналізу існуючих програм факультативних курсів присвячених задачам оптимізації нами розроблена і обґрунтована програма факультативного курсу «Задачі оптимізації» в якій передбачено розв'язання досить складних задач, які, разом з тим є цікавими, наближеними до реальної дійсності, і для їх використання в процесі навчання учнів 10-11 класів не потрібна адаптація матеріалу. Крім того, математичний апарат, що використовується в курсі, частково знайомий учням, оскільки для успішного засвоєння пропонованого змісту достатньо знань з наступних розділів математики: теорія ймовірностей, математична статистика, математичний аналіз і лінійна алгебра. Зміст даних розділів вивчається в шкільному курсі математики в достатньому обсягу.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою методики підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, яка буде сприяти їх професійному розвитку, поглиблювати розуміння змісту науки та розвитку дослідницьких навичок в рамках реалізації міжпредметних зв'язків із природничими і соціальними науками, що буде сприяти підвищенню STEM грамотності.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1.Бурдынская Н. В. Педагогический опыт реализации межпредметных связей математики с другими дисциплинами школьного курса на страницах журнала «Математика в школе» / Н. В. Бурдынская // Символ науки. – 2015. – №5. – С. 187-191.

2.Забродина О. М. Включение элементов профессионально ориентированного содержания в курс информатики на примере изучения надстройки «Поиск решения» MS Excel как средства решения задач

оптимизации [Текст] / О. М. Забродина // Материалы XLVI Международной конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире». – Москва: Интернаука, 2016. – С. 25-29.

3.Михайлова И. Г. Использование MS Excel при обучении решению задач оптимизации / И. Г. Михайлова // Проблемы и перспективы развития образования в России. – 2013. – №18. – С. 108-111.

REFERENCES

1.Burdynskaya, N. V. (2015) *Pedagogicheskiy opyt realizatsii mezhpredmetnykh svyazey matematiki s drugimi distsiplinami shkol'nogo kursa na stranitsakh zhurnala «Matematika v shkole»* [Pedagogical experience of realization of interdisciplinary connections of mathematics with other disciplines of the school course on the pages of the journal «Mathematics at school»]. Simvol nauki.

2.Zabrodina, O. M. (2016) «*Poisk resheniy» MS Excel kak sredstva resheniya zadach optimizatsii* [Inclusion of elements of professionally oriented content in the course of computer science on the example of studying the add-on «Search for solutions» MS Excel as a means of solving optimization problems] Materialy XLVI konferentsii «Nauchnaya diskussiya: innovatsii v sovremennom mire». Moskva.

3.Mikhaylova, I. G. (2013) *Ispol'zovaniye MS Excel pri obuchenii resheniya zadach optimizatsii* [Using MS Excel in Learning to Solve Optimization Problems]. Problemy i perspektivy razvitiya obrazovaniya v Rossii.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

БОБИЛІЄВ Дмитро Євгенович – старший викладач кафедри математики та методики її навчання Державного вищого навчального закладу «Криворізький державний педагогічний університет».

Наукові інтереси: теорія та методика навчання математики, теорія пружності.

БАРАБАН Катерина Олександрівна – вчитель математики та інформатики, спеціаліст, Криворізька загальноосвітня школа I-III ступенів № 37.

Наукові інтереси: теорія та методика навчання математики.

САВІЦЬКА Альона Валеріївна – вчитель математики та інформатики, спеціаліст II категорії, Криворізька загальноосвітня школа I-III ступенів № 27

Наукові інтереси: теорія та методика навчання математики.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

BOBYLIEV Dmytro Yevhenovych – senior lecturer of department of mathematics and mathematics teaching methods of the State institution of higher education «Kryvyi rih state pedagogical university».

Circle of research interests: theory and methodology of teaching mathematics, theory of elasticity.

BARABAN Katerina Alexandrovna – teacher of mathematics and informatics, specialist, Krivoy Rog secondary school of I-III degrees № 37.

Circle of research interests: theory and methodology of teaching mathematics.

SAVITSKA Alena Valeriivna – teacher of mathematics and informatics, specialist of the II category, Krivoy Rog secondary school of I-III degrees № 27

Circle of research interests: theory and methodology of teaching mathematics.

Дата надходження рукопису 18.04.2018 р.
Рецензент – к.ф.-м.н., доцент І.Г. Ключник