ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД УКООПСПІЛКИ «ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ДЕННОЇ ОСВІТИ КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Допускається до захисту Завідувач кафедри _____О.В. Ольховська (підпис) «____»_____2021 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

на тему

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА КАБЕЛЮ: ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТРЕНАЖЕРА (МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ) ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ «ПРОЕКТНЕ НАВЧАННЯ З КУРСУ «МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Виконавець роботи	<u>Дядечко Ма</u>	ксии	и Вале	<u>рійович</u>
-		«	»	2021p.
	(підпис)			I
Науковий керівник проф. каф	р., д-р фізмат. наук,	, Кој	течкін	а Л.М.
		_ «	»	2021p.
	(підпис)			I

ΡΕΦΕΡΑΤ

Записка: 47 стор., в т.ч. основна частина 43 стор., джерел - 14.

Предмет розробки – навчальний тренажер, що навчає студента самостійно будувати математичну модель задачі оптимізації (на прикладі конкретної задачі) та розв'язувати в надбудові Microsoft Excel «Розв'язувач».

Мета роботи – Алгоритмізувати та запрограмувати тренажер з теми «Оптимізація виробництва кабелю: алгоритмізація та програмування елементів тренажера з побудови математичної моделі».

Методи, які були використані для розв'язування задачі – програмна реалізація виконана на платформі Unity 2021 і мові програмування С#.

3MICT

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Постановка задачі	7
1.2 Інформаційний огляд схожих тренажерів	7
1.2.1. Виділені позитивні аспекти оглянутих робіт	17
1.2.2 Виділені негативні аспекти розглянутих робіт	17
1.3 Актуальність розробки тренажеру	18
1.4 Складання математичної моделі	18
1.5 Розв'язування задачі в «Розв'язувачі»	20
1.6 Алгоритм роботи тренажера	24
1.7 Блок-схеми алгоритму роботи	30
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	33
2.1 Опис розробки тренажера	33
ВИСНОВОК	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42
ДОДАТОК А	44

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення, символи,	Пояснення умовного позначення,
скорочення, терміни	скорочень, символів
Тренажер	Комп'ютерна програма, призначена
	для вивчення і закріплення
	різноманітних практичних навичок
ДК	Дистанційний курс.
ДН	Дистанційне навчання.
С#	Мова програмування.
Unity	Платформа для програмної
Only	реалізації.
IDE MS Visual Studio	Середовище для написання
IDE MS Visuai Studio	програмного коду.
	Виступає в ролі шаблону для
Префаб	створення екземплярів об'єкта, що
	зберігається в сцені Unity.

ВСТУП

Актуальність. Дистанційне навчання – це отримання освіти за допомогою інтернету та сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій. Ця область спілкування, інформації і знань. Дистанційна форма навчання дає сьогодні можливість створення систем масового безперервного самонавчання, загального обміну інформацією, незалежно від наявності тимчасових і просторових поясів.

Тому актуальність створення навчального тренажера обумовлена тим, що допоможе студентові вивчити та перевірити свої вміння в будь-якому місці та в будь-який час.

Мета бакалаврської роботи. Алгоритмізувати та запрограмувати тренажер з теми «Оптимізація виробництва кабелю: алгоритмізація та програмування елементів тренажера з побудови математичної моделі».

Об'єктом розробки бакалаврської роботи є створення тренажеру для систем дистанційного навчання.

Предметом розробки бакалаврської роботи є навчальний тренажер, який навчає студента самостійно будувати математичну модель задачі оптимізації (на прикладі конкретної задачі) та розв'язувати в надбудові Microsoft Excel «Розв'язувач».

Методи розробки – алгоритм розроблено з використанням методу моделювання для складання математичної моделі. Використання Microsoft Excel для розв'язування оптимізаційних задач з використанням надбудови «Розв'язувач». Для створення програми використано мову програмування С#.

Структура пояснювальної записки до курсового проекту:

- титульний аркуш;
- завдання на бакалаврську роботу;

- реферат, що містить: предмет, мету, методи, анотацію результатів, ключові слова;

- зміст;
- вступ;
- виклад основної частини;
- висновки;
- список використаних літературних джерел;
- додатки.

Обсяг пояснювальної записки: 47 сторінка, в тому числі основна частина 43 сторінок, джерел – 14 назви.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Постановка задачі

Головною задачею є розробка навчального тренажера з теми «Оптимізація виробництва кабелю: алгоритмізація та програмування елементів тренажера з побудови математичної моделі».

Основними завданнями, що випливають із задачі роботи є:

- Вибір мови програмування для коректної роботи та з повним сумісництвом з дистанційною платформою.

- Розробка алгоритму навчального тренажера.

- Розробка блок-схем до алгоритму з врахуванням всіх тонкощів роботи тренажера.

Основні вимоги до роботи програмного продукту:

1. Під час кожного вибору відповіді, необхідно реалізувати перевірку даних та проінформувати студента про правильність.

- 2. Реалізувати підказки до відповідей.
- 3. Під час використання тренажера, постійна поява умови задачі.

1.2 Інформаційний огляд схожих тренажерів

В базі електронного архіву Полтавського університету економіки та торгівлі dspace.puet було знайдено ряд тренажерів, розроблених студентами для відповідних навчальних курсів, що мають аналогічне завдання та спрямовані на засвоєння знань з теми «Побудова математичних моделей».

Для детального аналізу на рахунок позитивних аспектів, перебоїв в роботі та негативних сторін було обрано 2 тренажери:

1. Тренажер з теми «Побудова математичних моделей лінійних задач планування виробництва» за розробки Григор'єва В.В. для курсу «Сучасні методи оптимізації та їх програмування».

 Навчальний тренажер на тему «Складання математичної моделі»,створений Мандею О. О. для транспортної задачі на дистанційному курсі «Методи оптимізації та дослідження операцій.

Першим розглянемо функціонування тренажеру на тему «Побудова математичних моделей лінійних задач планування виробництва» Григор'єва В.В.

При запуску програми з'являється головне вікно з кнопкою для початку тренінга, темою та інформацією про виконавця (рис. 1.2.1).

🚹 Тренажер для ДК "СМОП"	
Побудова математичних моделей	É.
лінійних задач планування виробниц	тва
$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}$	
Виконавець: Григор'єв В.В.,	
магістр спеціальності "Комп`ютерні наук	1 ".
ПУЕТ, ММСІ, 2020 р.	

Рисунок 1.2.1 - Стартове вікно тренажеру

Після ввімкнення тренінгу відображується перший крок з умовою задачі та питанням на вказання однієї вірної відповіді (рис. 1.2.2). Надалі всі кроки відображаються ідентично. В разі, коли відповідь не обрано, а кнопка «Перевірка» натиснута, то з'являється попередження, як на Рисунку 1.2.3. Якщо студент допустив помилку, то з'являється пояснення з підказкою (рис. 1.2.4). Передбачена можливість виправлення помилок. Коли помилку виправлено не вірно, то відповідь автоматично виправляється на правильну з вказівкою на це (рис. 1.2.5), кнопка «Перевірки» змінює напис на «Питання 2» (рис. 1.2.6), автоматично здійснюється перехід на наступне завдання.

Для виробництва столів і шаф меблева фабрика використовує необхідні ресурси. Норми витрат ресурсів на один виріб даного вигляду, прибуток від реалізації одного виробу і загальна кількість наявних ресурсів кожного виду наведені в таблиці:

Ресурси	Норми витр на оди	Загальна кількість		
	стіл	шафа	ресурсів	
Деревина (м³):				
Івиду	0,2	0,1	40	
II виду	0,1	0,3	60	
Трудомісткість (людино-годин)	1,2	1,5	371,4	
Прибутки від реалізації одного виробу (грн.)	60	80		
Питання 1				
Який критерій слід максимізувати або мінімізувати в задачі?				
а) кількість виробів;	с в) кількість деревини;			
ි б) прибуток; ා	с г) витрати ресурсів.			

Рисунок 1.2.2 - Перший крок у проходженні тренінгу



Рисунок 1.2.3 - Повідомлення про необрану відповідь

Для виробництва столів і шаф меблева фабрика використовує необхідні ресурси. Норми витрат ресурсів на один виріб даного вигляду, прибуток від реалізації одного виробу і загальна кількість наявних ресурсів кожного виду наведені в таблиці:

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальна кількість	
	стіл	шафа	ресурсів	
Деревина (м ³):				
Івиду	0,2	0,1	40	
II виду	0,1	0,3	60	
Трудомісткість	1.2 Error		×	
(людино-годин)		👧 У задачі слід ная	сонізувати прибуток!	
Прибутки від реалізації	60	•		
одного виробу (грн.)				
Питання 1				
Який критерій слід максимізувати або мінімізувати в задачі?				
 а) кількість виробів; 	с в) кількість деревини;			
о б) прибуток; 💿 🛞	 г) витрати ресурсів. 			

Рисунок 1.2.4 - Пояснення з підказкою щодо помилки

Питания 1				<u>_0×</u>
	Задача			
Для виробництва столів і ша	ф меблева фабри	1ка в	икористов	зує необхідні
ресурси. Норми витрат ресу	рсів на один вирі	б да	ного вигля	яду, прибуток
від реалізації одного виробу	і загальна кількіс	тьн	аявних ре	сурсів
кожного виду наведені в таб	блиці:			
	Норми витр	ат р	есурсів	Загальна
Ресурси	на один виріб кількість			кількість
Warnin	o la	×	шафа	ресурсів
Деревина (м ³):	Відповідь виправлено на ві	рнуі		
Івиду 🍊			0,1	40
Пвиду	OK		0,3	60
(людино-годин)	1,2		1,5	371,4
Прибутки від реалізації	60		80	
одного виробу (грн.)				
Питання 1				
Який критерій спід максимізувати або мінімізувати в задачі?				
а) кількість виробів; с в) кількість деревини;				
 б) прибуток; г) витрати ресурсів. 				

Рисунок 1.2.5 - Повідомлення про виправлену відповідь

- O ×

Для виробництва столів і шаф меблева фабрика використовує необхідні ресурси. Норми витрат ресурсів на один виріб даного вигляду, прибуток від реалізації одного виробу і загальна кількість наявних ресурсів кожного виду наведені в таблиці:

· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальна кількість	
	стіл	шафа	ресурсів	
Деревина (м ³):				
Iвиду	0,2	0,1	40	
II виду	0,1	0,3	60	
Трудомісткість	1.2	1.5	371.4	
(людино-годин)	.,_	1,0	0,1,1	
Прибутки від реалізації	60	80		
одного виробу (грн.)				
Питання 1				
Який критерій слід максимізувати або мінімізувати в задачі?				
 а) кількість виробів; 	 в) кількість деревини; 			
б) прибуток;	С г) витрати ресурсів.			

Рисунок 1.2.6 – Вид вікна після блокування відповідей

На другому кроці додається нова кнопка «Питання 1», аналогічні до якої простежуються у всіх наступних кроках і дозволяють повернутись до попереднього завдання, для перегляду правильної відповіді (рис. 1.2.7). Цим забезпечена можливість переходу до всіх попередніх питань і перегляду необхідної інформації.

Якщо відповідь на питання представлена дробовим числом, передбачений варіант його введення десятковим числом з комою або крапкою в якості роздільника. Обидва варіанти враховуються, як правильні.

На 15 і 16 кроці слід ввести декілька відповідей (рис. 1.2.8). Для кожної помилково обраної відповіді, програма видає повідомлення з поясненням (рис. 1.2.9; 1.2.10).

При завершенні тренінгу з'являється відповідне сповіщення (рис. 1.2.11).

<u>- 0 ×</u>

Для виробництва столів і шаф меблева фабрика використовує необхідні ресурси. Норми витрат ресурсів на один виріб даного вигляду, прибуток від реалізації одного виробу і загальна кількість наявних ресурсів кожного виду наведені в таблиці:

Ресурси	Норми витрат ресурсів на один виріб		Загальна кількість
	стіл	шафа	ресурсів
Деревина (м³):			
Iвиду	0,2	0,1	40
II виду	0,1	0,3	60
Трудомісткість (людино-годин)	1,2	1,5	371,4
Прибутки від реалізації одного виробу (грн.)	60	80	
Питання 2			

Що слід знайти у задачі?

Питання 1

о а) кількість витрат ресурсів на одну шафу та один стіл;

б) кількість столів та шаф;

о в) кількість деревини І та II виду;

Перевірка о г) прибуток від реалізації однієї шафи та одного стола.

Рисунок 1.2.7 - Завдання №2 з можливістю повернення до завдання

<u>№</u>1

Задача

Для виробництва столів і шаф меблева фабрика використовує необхідні ресурси. Норми витрат ресурсів на один виріб даного вигляду, прибуток від реалізації одного виробу і загальна кількість наявних ресурсів кожного виду наведені в таблиці:

Ресурси	Норми витр на оди	Загальна кількість		
	стіл	шафа	ресурсів	
Деревина (м³):				
I виду	0,2	0,1	40	
II виду	0,1	0,3	60	
Трудомісткість (людино-годин)	1,2	1,5	371,4	
Прибутки від реалізації одного виробу (грн.)	60	80		
Питання 15				
По аналогії з обмеження на кількість деревини I виду			Питання 14	
складіть обмеження на кількість деревини II виду:				
x1 +	x1 + x2 • 60			

Рисунок 1.2.8 - Крок №15 з кількома відповідями



Рисунок 1.2.9 - Пояснення помилки для першої клітинки кроку № 15



Рисунок 1.2.10- Пояснення помилки для третьої клітинки питання №

15



Рисунок 1.2.11 - Повідомлення про кінець тренування

Другим проаналізовано тренажер «Складання математичної моделі» для транспортної задачі. Роботу його відображено на рисунках 1.2.12- 1.2.17.

Стартове вікно програми містить поле для реєстрації з введенням логіна та пароля (рис. 1.2.12). Після входу з'являється вікно з меню (рис. 1.2.13). яке дозволяє розпочати тренінг або переглянути теорію за відповідних кнопок. Вікно теоретичним матеріалом допомогою 3 відображено на Рисунку 1.2.14. При натисненні кнопки «Запуск тренажеру» пропонується обрати один з двох тренінгів для проходження (рис. 1.2.15). Передбачена можливість листування з викладачем через кнопку «Відправка пошти» (рис. 1.2.16). Розроблена панель адміністратора, що дає змогу переглядати, виправляти, додавати або видаляти матеріали викладачам

тренажеру (рис. 1.2.17). До тренажера розроблено інструкцію з використання.

🎦 Тренажер	
Логін Пароль Ресстрація Вхід	Тренажер з теми «Складання математичної моделі» дистанційного навчального курсу «Методи оптимізації та дослідження операцій»

Рисунок 1.2.12 - Вікно для реєстрації



Рисунок 1.2.13 - Меню тренажеру

🚂 Теоретичний матеріал

Математична модель транспортної задачі.

У загальному випадку задається множина постачальників A₁, A₂, ..., A_m, у яких зосереджено, відповідно, a₁, a₂, ..., a_m одиниць вантажу (наприклад пиломатеріалів). На цей вантаж претендують споживачі B₁, B₂,..., B_n в кількостях відповідно b₁, b₂,...b_n одиниць. Якщо сумарна кількість запасів

 $\sum_{j=1}^{n} a_{j}$ дорінює сумарній потребі $\sum_{j=1}^{n} b_{j}$, то така задача носить назву"закритої" транспортної задачі, а в інших випадках – "відкритої". Оскільки постачальники та споживачі географічно розділені, то виникають транспортні витрати при перевезенні вантажів. У нашому випадку позначимо через $C_{i,j}$

вартість перевезень одиниці вантажу від і-го постачальника до j-го споживача.

Отже, вхідними даними для розв'язування задачі є значення вектора $a_1, a_2, ..., a_m$, вектора $b_1, b_2, ..., b_n$ і таблиця $c_{ij}(j = \overline{i,m}; j = \overline{i,n})$. Розв'язком задачі є таблиця значень $x_{ij}(j = \overline{i,m}; j = \overline{i,n})$ таких, що задовільняють наступні умови:

$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = a_i , i = \overline{1, m} ,$	(1)
$\sum_{j=1}^{\infty} X_{ij} = b_j, j = \overline{1, n},$	(2)

Рисунок 1.2.14 - Теоретичний блок тренажеру

🔡 Вибір тренажеру		<u>_</u> _×
	Оберіть приклад Приклад 2 Приклад 1	

Рисунок 1.2.15 - Вибір практичних прикладів

- 0 ×



Рисунок 1.2.16 - Пункт листування з викладачем

Приклади для тренажеру						0	
Введіть назву приклад Введіть завдання:	ay:						
		12				_	
Cara da ser a s	12		A1	A2	Запаси		
Килькість магазинів:	4	B1					
Кількість складів:	2	82					
	1000 C	Потреби					
						11	
						10	
						1	

Рисунок 1.2.17 - Режим адміністратора

1.2.1. Виділені позитивні аспекти оглянутих робіт

Тренажер №1:

- Розроблена двофазна система перевірки відповідей, на початку з поясненням помилки, а далі з її виправленням;
- Наявність завдань різнопланових завдань, з однією та кількома правильними відповідями;
- Продумана система пояснення помилок на будь-якому кроці;
- Забезпечена можливість повернення до попередніх завдань для перегляду інформації;
- Передбачена можливість виникнення помилок при роботі з дробами;
- Зручний інтерфейс.

Тренажер №2:

- Запрограмований розділ для зв'язку з викладачем;
- Розроблена система авторизації;
- Панель адміністратора, що дозволяє редагувати завдання;
- Забезпечення вибору тренінгів;
- Багатофункціональність;
- Оснащення тренажеру детальною інструкцією.

1.2.2 Виділені негативні аспекти розглянутих робіт

Тренажер №1:

- Відсутність підсумку з відображенням кінцевого варіанту математичної моделі;
- Відсутність розділу з теоретичним матеріалом;
- Відсутність поля для розрахунків.

Тренажер № 2:

- Відсутність відображення підказок та правильних відповідей, що значно затрудняє виконання завдань;
- Функція листування з викладачем працює лише за використання забороненого в Україні сервісу mail.ru;
- Не розроблена система пояснення помилок;
- Інструкція до тренажеру складена російською мовою без дотримання офіційного оформлення.

1.3 Актуальність розробки тренажеру

Після детального аналізу тренажерів з електронного архіву університету, виявлено недоліки у функціонуванні вже існуючих програм та прийнято рішення про покращення попередніх розробок шляхом створення нового тренажера для побудови математичних моделей на тему «Оптимізація виробництва кабелю: алгоритмізація та програмування елементів тренажера з побудови математичної моделі». Розробка тренажера, що виключить, знайдені в попередніх роботах, вади вважається актуальною та необхідною для покращення дистанційного навчання студентів.

1.4 Складання математичної моделі

Створення навчального тренажера відбувається на конкретній задачі максимізації, побудови математичної моделі та її розв'язування в програмному пакеті MS Office Excel «Розв'язувач». Це задача про оптимізацію виробництва кабелю.

При виробництві трьох видів кабелю виконується три групи технологічних операцій. Норми витрат на 1 км кабелю даного виду на кожній із груп операцій, прибуток від реалізації 1 км кожного виду кабелю, а також загальний фонд робочого часу, протягом якого можуть виконуватися ці операції, зазначені в таблиці 1.

	Норми	витрат ча	су (год) на	Загальний		
Технологічна	обробку 1	км кабелн	о виду	фонд		
операція	1	2	3	робочого часу		
	1	Δ.	J	(год)		
Волочіння	1,2	1,8	1,6	7200		
Накладення ізоляції	1,0	0,4	0,8	5600		
Свинцювання	3,0	—	1,8	3600		
Прибуток від						
реалізації 1 км кабелю	1200	800	1000			
(грн)						

Таблиця 1. Умова задачі

Визначити такий план випуску кабелю, при якому загальний прибуток від реалізації виготовленої продукції є максимальним.

Для складання математичної моделі, введемо невідомі, виходячи з умови задачі. Позначимо $X = (x_1, ..., x_i), X$ – вектор кількості виготовлених кабелів, x_i – кількість кабелю *i*-го типу.

Виходячи з максимізації загального прибутку від реалізації виготовленої продукції, записуємо цільову функцію, як суму добутків прибутку від реалізації 1 км кабелю (грн) на *x_i*.

 $F(X) = 1200x_1 + 800x_2 + 1000x_3 \rightarrow \max$

Записуємо обмеження. Відомо, що загальний фонд робочого часу (год) волочіння не може перевищувати 7200. Обмеження має наступний вигляд:

 $1, 2x_1 + 1, 8x_2 + 1, 6x_3 \le 7200$

Відомо, що загальний фонд робочого часу (год) накладення ізоляції не може перевищувати 5600. Обмеження має наступний вигляд:

 $1,0x_1+0,4x_2+0,8x_3 \le 5600$

Відомо, що загальний фонд робочого часу (год) свинцювання не може перевищувати 3600. Обмеження має наступний вигляд:

$$3,0x_1+1,8x_3 \le 3600$$

Маємо наступну систему нерівностей:

$$\begin{cases} 1, 2x_1 + 1, 8x_2 + 1, 6x_3 \le 7200, \\ 1, 0x_1 + 0, 4x_2 + 0, 8x_3 \le 5600, \\ 3, 0x_1 + 1, 8x_3 \le 3600. \end{cases}$$

При цьому $x_i \ge 0, i = \overline{1,3}$.

Таким чином, побудована математична модель. Знайти:

$$F(X) = 1200x_1 + 800x_2 + 1000x_3 \rightarrow \max$$

за обмежень

$$\begin{cases} 1, 2x_1 + 1, 8x_2 + 1, 6x_3 \le 7200, \\ 1, 0x_1 + 0, 4x_2 + 0, 8x_3 \le 5600, \\ 3, 0x_1 + 1, 8x_3 \le 3600. \end{cases}$$

$$x_i \ge 0, i = 1, 3$$

1.5 Розв'язування задачі в «Розв'язувачі»

Для розв'язування моделі пакетом MS Excel, з використанням його надбудови «Пошук рішень» заповнюємо таблицю, що наведена на рисунку 1.5.1.

Вносимо початкові дані для значень x_i , $i = \overline{1,3}$ функції *F*, спочатку вони рівні 0 (комірки B2:D2). У комірку зі значенням цільової функції (комірка F2) вносимо формулу, за якою обчислюються її значення (рис. 1.5.2).

	Α	В	С	D	E	F	G	Н
1		x1	x2	x3		Прибуток		
2								
3		Коефіціє	нти цільово	ії функції				
4		1200	800	1000				
5								
6	Волочіння	1	1,2	1,8	1,6	≤	0	7200
7	Накладення ізоляції		1,0	0,4	0,8	≤	0	5600
8	Свинцювання		3,0	0,0	1,8	≤	0	3600

Рисунок 1.5.1 – Умова задачі

но	РМАЛИ	- E 🗙	🖌 🖌 fs	=B4*B2	+C4*C2+D	4*D2			
	А	В	С	D	E	F	G	Н	
1		x1	x2	х3		Прибуток			
2		0	0	0		=B4*B2+C			
3		Коефіціє		ії функції					
4		1200	800	1000					
5									
6	Волочіння	9	1,2	1,8	1,6	5	0	7200	
7	Накладен	ня ізоляції	1,0	0,4	0,8	≤	0	5600	
8	Свинцюва	ання	3,0	0,0	1,8	≤	0	3600	
0									

Рисунок 1.5.2 – Обчислення цільової функції

Комірки G6:G8 (обмеження) заповнюємо відповідними формулами (рис. 1.5.3-1.5.5).

У вікні надбудови (рис. 1.5.6), у полі «Встановити цільову комірку» обираємо ту комірку, у якій буде виводиться значення цільової функції. В полі «Змінна комірки» вводимо значення змінних, тобто комірки x_i , $i = \overline{1,3}$.

В полі «Обмеження» вносимо комірки з обмеженнями (рис. 1.5.7) та (рис. 1.5.8).

У результаті обчислень отримуємо вихідні дані (рис. 1.5.9).

HO	РМАЛИ	- I 🗙	🖌 fx	=C6*B2	+D6*C2+E	6* <mark>D2</mark>		
	А	В	С	D	Е	F	G	Н
1		x1	x2	х3		Прибуток		
2		0	0	0		0		
3		Коефіцієнти цільової функції						
4		1200	800	1000				
5								
6	Волочіння	9	1,2	1,8	1,6	≤	=C6*B2+D	7200
7	Накладен	ня ізоляції	1,0	0,4	0,8	≤	0	5600
8	Свинцюва	яння	3,0	0,0	1,8	5	0	3600
8	Свинцюва	ання	3,0	0,0	1,8	≤	0	3600

Рисунок 1.5.3 – Обчислення першого обмеження

НО	РМАЛИ	- I X	🖌 🖌 fa	=C7*B2	+D7*C2+E	7*D2			
	А	В	С	D	Е	F	G	н	
1		x1	x2	x3		Прибуток			
2		0	0	0		0			
3		Коефіціє	нти цільово	ії функції					
4		1200	800	1000					
5									
6	Волочіння	9	1,2	1,8	1,6	≤	0	7200	
7	Накладен	ня ізоляції	1,0	0,4	0,8	≤	=C7*B2+D	5600	
8	Свинцюва	ання	3,0	0,0	1,8	≤	0	3600	
0	сынцюва		3,0	0,0	1,0	2	U	5000	_

Рисунок 1.5.4 – Обчислення другого обмеження

HC	РМАЛИ	• = X	🖌 🖌 fs	: =C8*B2	2+D8*C2+E	8* <mark>D2</mark>			
	А	В	С	D	E	F	G	н	
1		x1	x2	x3		Прибуток			
2		0	0	0		0			
3		Коефіціє	нти цільово	і функції					
4		1200	800	1000					
5									
6	Волочіння	9	1,2	1,8	1,6	≤	0	7200	
7	Накладен	ня ізоляції	1,0	0,4	0,8	≤	0	5600	
8	Свинцюва	ання	3,0	0,0	1,8	≤	=C8*B2+D	3600	
0									

Рисунок 1.5.5 – Обчислення третього обмеження

Оптимиз	ировать целев <u>у</u> ю функцию	s: \$F\$2		1
До:	🖲 Максимум 🛛 Мі	инимум <u>Э</u> начения:	0	

Рисунок 1.5.6 – Визначення параметрів надбудови

Добавление ограничени	я		×
<u>С</u> сылка на ячейки:		Ограничение:	
\$G\$6:\$G\$8	₩ <= ∨	=\$H\$6:\$H\$8	1
0 <u>K</u>	<u>До</u> бавить	Отмен	на

Рисунок 1.5.7 – Визначення обмежень

Добавление ограничения

<u>С</u> сылка на ячейки:	Огра	ничение:
\$B\$2:\$D\$2	► V 0	5
0 <u>K</u>	<u>До</u> бавить	О <u>т</u> мена

Рисунок 1.5.8 – Визначення обмежень

	А	В	С	D	E	F	G	Н	
		x1	x2	х3		Прибуток			
		1200	3200	0		4000000			
		Коефіціє	нти цільово	ої функції					
		1200	800	1000					
	Волочіння	1	1,2	1,8	1,6	≤	7200	7200	
	Накладення ізоляції		1,0	0,4	0,8	≤	2480	5600	
	Свинцюва	яння	3,0	0,0	1,8	≤	3600	3600	
_									

Рисунок 1.5.9 – Розв'язок задачі

1.6 Алгоритм роботи тренажера

Розроблені питання з декількома варіантами відповідей, серед яких один або декілька є вірними, що має визначити сам студент при розв'язуванні. Розробленні питання з веденням відповіді. Для допомоги студентові буде реалізована кнопка з підказками.

У випадку, коли буде обрано вірна відповідь, студент перейде до наступного питання, в іншому випадку отримає повідомлення про помилку.

На початку роботи з тренажером, студент отримує умову задачі.

Крок 1. «З умови задачі, необхідно знайти:»

А) Максимальний прибуток від реалізації виготовленої продукції.

Б) Скільки часу витрачається на обробку кабелю.

Х

В) Кількість кабелю на кожній технологічній операції.

Г) Максимальний прибуток від реалізації лише одного кабелю.

Вірна відповідь – А.

Крок 2. «Що необхідно визначити в результаті розв'язування задачі?»

A) Оптимальну, з точки зору мінімізації прибутку, план випуску кабелю одного типу.

Б) Оптимальну, з точки зору максимізацію прибутку, план випуску кабелю різних типів.

В) Оптимальну, з точки зору мінімізації прибутку, план випуску кабелю різних типів.

Г) Оптимальну, з точки зору максимізацію прибутку, план випуску кабелю одного типу.

Вірна відповідь – Б.

Крок 3. «Яке направлення цільової функції для даної задачі?»

A) max.

Б) min.

B) min max.

 Γ) max min.

Вірна відповідь – А.

Крок 4. «Скільки типів кабелю в умові задачі?»

A) 1.

Б) 2.

B) 3.

Γ) 4.

Вірна відповідь – В.

Крок 5. «Які технологічні операції проходить кабель?»

А) Волочіння.

Б) Накладення ізоляції.

В) Свинцювання.

Г) Немає вірної відповіді.

Вірна відповідь – А, Б, В.

Крок 6. «Як розрахувати витрати часу (год) на обробку 1 км кабелю всіх видів при волочінні?»

 А) Додати кількість кабелів кожного виду до норм витрат часу відповідних видів при волочінні.

 Б) Відняти кількість кабелів кожного виду від норм витрат часу відповідних видів при волочінні.

В) Помножити кількість кабелів кожного виду до норм витрат відповідного виду при волочінні.

Г) Поділити кількість кабелів кожного виду на норми витрат відповідного виду при волочінні.

Вірна відповідь – В.

Крок 7. «Чому дорівнює загальний фонд робочого часу (год) для операції волочіння?»

A) 0.

Б) 3600.

B) 5600.

Γ) 7200.

Вірна відповідь – Г.

Крок 8. «Оберіть перше обмеження (для операції волочіння)»

A) $1, 2_{x1} + 1, 8_{x2} + 1, 6_{x3} \le 7200$.

Б) 1,2_{x1} + 1,8_{x2} + 1,6_{x3} \leq 5600.

B) $1, 2_{x1} + 1, 8_{x2} + 1, 6_{x3} \le 3600$.

Вірна відповідь – А.

Крок 9. «Як розрахувати витрати часу (год) на обробку 1 км кабелю всіх видів при накладені ізоляції?»

 А) Додати кількість кабелів кожного виду до норм витрат часу відповідних видів при накладені ізоляції.

 Б) Відняти кількість кабелів кожного виду від норм витрат часу відповідних видів при накладені ізоляції. В) Помножити кількість кабелів кожного виду до норм витрат відповідного виду при накладені ізоляції.

Г) Поділити кількість кабелів кожного виду на норми витрат відповідного виду при накладені ізоляції.

Вірна відповідь – В.

Крок 10. «Чому дорівнює загальний фонд робочого часу (год) для операції накладення ізоляції?»

A) 0.

Б) 3600.

B) 5600.

Γ) 7200.

Вірна відповідь – В.

Крок 11. «Оберіть перше обмеження (для операції накладання ізоляції)»

A) $1,2_{x1} + 1,8_{x2} + 1,6_{x3} \le 7200.$

Б) 1,0_{x1} + 0,4_{x2} + 0,8_{x3} \leq 5600.

B) $1,0_{x1} + 1,8_{x2} + 1,6_{x3} \le 3600$.

Вірна відповідь – Б.

Крок 12. «Як розрахувати витрати часу (год) на обробку 1 км кабелю всіх видів при свинцюванні?»

А) Додати кількість кабелів кожного виду до норм витрат часу відповідних видів при свинцюванні.

Б) Відняти кількість кабелів кожного виду від норм витрат часу відповідних видів при свинцюванні.

 В) Помножити кількість кабелів кожного виду до норм витрат відповідного виду при свинцюванні.

Г) Поділити кількість кабелів кожного виду на норми витрат відповідного виду при свинцюванні.

Вірна відповідь – В.

Крок 13. «Чому дорівнює загальний фонд робочого часу (год) для операції свинцювання?»

A) 0.

- Б) 3600.
- B) 5600.
- Γ) 7200.

Вірна відповідь – Б.

Крок 14. «Запишіть перше обмеження (для операції свинцювання)»

A)
$$3,0_{x1} + 0,0_{x2} + 1,8_{x3} \le 3600.$$

Б) 1,0_{x1} + 0,4_{x2} + 0,8_{x3} \leq 5600.

B) $1,0_{x1} + 1,8_{x2} + 1,8_{x3} \le 3600$.

Вірна відповідь – А.

Крок 15. «Запишіть цільову функцію задачі».

Вірна відповідь – $F(X) = 1200x_1 + 800x_2 + 1000x_3 \rightarrow \max$.

A) F (X) = $1200_{x1} + 800_{x2} + 1000_{x3} \rightarrow max$.

 $F(X) = 7200_{x1} + 5600_{x2} + 3600_{x3} - max.$

Вірна відповідь – А)

Крок 16. Студент отримує математичну модель задачі. Далі демонструється розв'язок задачі з допомогою «Розв'язувача». Приклад для заповнення продемонстровано на рис. 1.10.

	А	В	С	D	E	F	G	Н
1		x1	x2	x3		Прибуток		
2		0	0	0		0		
3		Коефіцієн	нти цільово	ої функції				
4		1200	800	1000				
5								
6	Волочіння	1	1,2	1,8	1,6	≤	0	7200
7	Накладен	ня ізоляції	1,0	0,4	0,8	×	0	5600
8	Свинцюва	ання	3,0	0,0	1,8	≤	0	3600

Рисунок 1.10 – Демонстрація прикладу заповнення

Крок 17. В клітинку G6 вводимо формулу розрахунку норми витрат (год) на 1 км кабелю при волочінні.

Вірна відповідь - «=С6*В2+D6*С2+Е6*D2»

Крок 18. В клітинку G7 вводимо формулу розрахунку норми витрат (год) на 1 км кабелю при накладенні ізоляції.

Вірна відповідь - «=С7*В2+D7*С2+Е7*D2»

Крок 19. В клітинку G8 вводимо формулу розрахунку норми витрат (год) на 1 км кабелю при свинцюванні.

Вірна відповідь - «=С8*В2+D8*С2+Е8*D2»

Крок 20. В клітинку F2 вводимо формулу розрахунку цільової функції задачі.

Вірна відповідь - «=В4*В2+С4*С2+D4*D2»

Крок 21. Обираємо вкладку «Дані» та в категорії «Аналіз» запускаємо «Пошук рішень».

В полі «Оптимізувати цільову функцію» обираємо клітинку F2.

Наступним вибираємо, щоб значення знаходило максимальне.

В полі «Змінні клітинки значень» обираємо значення x_i , а саме клітинки B2:D2.

Після чого натиснути додати обмеження. Додати перше обмеження, виділити клітинки G6:G8 обрати знак «≤» та в другу клітинку виділити H6:H8 та натиснути «Ок».

Також додати обмеження, що *x_i* ≥0. Для цього необхідно повторити попередні кроки, виділити клітинки B2:D2 обрати знак «≥» та в другу клітинку написати «0» та натиснути «Ок».

Після чого натиснути «Знайти рішення» та отримати результат розв'язку задачі.

Вірна відповідь заповнення даного вікна продемонстрована на рис. 1.12.

Оптимизировать цел	ев <u>у</u> ю	функцию:		\$F\$2				E	•
До: 🔘 Макси	мум	О Минимум	С) <u>З</u> начения:		0			
Изменяя ячейки пер	емен	ных:							
\$B\$2:\$D\$2								E	6
В <u>с</u> оответствии с огр	аниче	ениями:							
\$B\$2:\$D\$2 >= 0 \$G\$6:\$G\$8 <= \$H\$6	\$H\$8					^		<u>До</u> бавить	
								Измени <u>т</u> ь	
								<u>У</u> далить	
								Сбросить	
						\sim	<u>3</u> ai	рузить/сохранить	
🗹 Сделать переме	ные (без ограничений н	неот	грицательными					
Выберите метод решения:	По	иск решения нели	ней	ных задач мето	дом ОГ	IF	~	Параметры	
Метод решения									
Для гладких нелин линейных задач - г эволюционный пои	ейных оиск іск ре	задач используйт решения линейны шения.	ге по іх за	оиск решения н адач симплекс-м	елиней иетодои	ных задач 1, а для не	методо гладких	м ОПГ, для задач -	

Г

Рисунок 1.11 – Результат заповнення вікна «Пошук рішень»

Крок 22. Після отримання фінального практичного завдання студент переходить до фінального вікна тренажеру де може повторити роботу з ним.

1.7 Блок-схеми алгоритму роботи

На рис. 1.12 – продемонстровано блок-схема алгоритму навчального тренажера, а на рис. 1.13 – блок-схема повернення до попередніх питань.



Рисунок 1.12 – Блок-схема алгоритму роботи навчального тренажера



Рисунок 1.13 – Блок-схема повернення до попередніх питань

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис розробки тренажера

Після створення проекту на платформі Unity 2021 користувач одразу отримує доступ до всих її функцій без додаткового завантаження плагінів чи розширень. Початок роботи з платформою виконується через додання в проект основної частини на якій будуть розміщуватися всі активні елементи (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Додання елементів в тренажер

Таким чином через випадаюче меню можна додати та налаштувати текстові елементи (рис. 2.2) для роботи над кнопками використовуються

логічні функції, що необхідно записати за допомогою середовища для написання коду, у нашому випадку через MS Visual Studio (рис. 2.3).



Рисунок 2.2 – Налаштування текстових елементів

🔻 🔘 🖌 Button			Ø		:				
Interactable		×							
Transition		Color Tint			•				
Target Graphic		🖾 вход (Image)			\odot				
Normal Color					Å				
Highlighted Color					ð,				
Pressed Color					8				
Selected Color					8				
Disabled Color			_		ð,				
Color Multiplier		•	- 1						
Fade Duration		0.1							
Navigation		Automatic			T				
		Visualize							
On Click ()									
Runtime Only	Game	Object.SetActive			-				
StartMenu									
Runtime Only	Game	Object.SetActive							
⊗1 (• •								
			+	-					

Рисунок 2.3 – Скрипт для роботи кнопок

Скрипт для роботи кнопок працює таким чином, що кнопка «Далі» закриває всі елементи на поточному етапі роботи та відкриває наступні, для зручності було виконано розбиття всих елементів на кожному етапі роботи у відповідні папки, наприклад папка «StartMenu» або папка «1».

Під час додання зображення в проект використовується скрипт для зображень, що дозволяє змінювати розмір, або проводити інші маніпуляції над зображенням, наприклад інвертувати по осі (рис. 2.4)



Рисунок 2.4 – Робота над зображеннями

Розташування елементів під час роботи з практичними завданнями виконується наступним чином:



Рисунок 2.5 – Розташування об'єктів під час роботи з практичними завданнями

При натисненні на варіант відповіді при виборі правильної відповіді студент отримує повідомлення «Правильно!» та кнопку «Далі».

При натисненні на варіант відповіді при виборі неправильної відповіді студент отримує повідомлення «Неправильно!», кнопка «Далі» з'являється лише після вибору правильної відповіді.

При натисненні на кнопку «Умова» студент отримує доступ до зображення з умовою, щоб закрити умову необхідно натиснути на відповідну кнопку (рис. 2.6). При виробництві трьох видів кабелю виконується три групи технологічних операцій. Норми витрат на 1 км кабелю даного виду на кожній із груп операцій, прибуток від реалізації 1 км кожного виду кабелю, а також загальний фонд робочого часу, протягом якого можуть виконуватися ці операції, зазначені в таблиці 1.

Технологічна	Норми витрат часу (год) на обробку 1 км кабелю вилу			Загальний фонл
операція	1	2	3	робочого часу (год)
Волочіння	1,2	1,8	1,6	7200
Накладення ізоляції	1,0	0,4	0,8	5600
Свинцювання	3,0	-	1,8	3600
Прибуток від реалізації 1 км кабелю (грн)	1200	800	1000	

Рисунок 2.6 – Кнопка «Умова»

Для роботи над завданнями з полем для вводу було використано префаб InputField. Префаб це особливий елемент в роботі з Юніті, що дозволяє виконувати певну послідовність дій в будь-якому структурному елементі, наприклад виконувати функції Input Field.



Рисунок 2.7 – Префаб InputField

Роботу з даним префабом можна описати наступним чином – студент вводить дані у відповідному полі для вводу (рис. 2.8) та за допомогою кнопки «Ввести дані» переходить до наступного вікна де отримує введену та правильну відповіді (рис. 2.9), також передбачено повернення до поля для вводу для виправлення відповіді.



Рисунок 2.8 – Поле для вводу



Рисунок 2.9 – Поле для вводу після введення відповіді

Після закінчення роботи з тренажером студент переходить до вікна зображеного на рисунку 2.10, де може повторити роботу з тренажером через

кнопку «Повтор». Кнопка «Повтор» перенаправляє студента на початковий екран тренажера.



Рисунок 2.10 – Завершення роботи з тренажером

ВИСНОВОК

В ході виконання бакалаврської роботи було виконано головну задачу, а саме розроблено навчальний тренажер з теми «Оптимізація виробництва кабелю: алгоритмізація та програмування елементів тренажера з побудови математичної моделі».

Виконані основні завдання, що випливають із задачі роботи, а саме:

- Обрано мову програмування для коректної роботи та з повним сумісництвом з дистанційною платформою.

- Розроблено алгоритм навчального тренажера.

- Розроблено блок-схеми до алгоритму з врахуванням всіх тонкощів роботи тренажера.

Виконанні основні вимоги до роботи програмного продукту:

1. Під час кожного вибору відповіді, реалізовано перевірку даних та інформація про правильність.

2. Реалізовані підказки до відповідей.

3. Під час використання тренажера, постійна поява умови задачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

 Ємець О. О. Методичні рекомендації щодо оформлення пояснювальних записок до курсових проектів (робіт) для студентів за освітньою програмою «Комп'ютерні науки» — Полтава: PBB ПУЕТ, 2017. — 69 с.

2. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальнометодичний посібник [Електронний ресурс] / О. О. Ємець, Т. О. Парфьонова – Полтава: ПУЕТ, 2013.

3. Ємець О. О. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник / О. О. Ємець. – Полтава: ПУЕТ, 2019. – Ч. 1. – 245 с.

4. Ємець О. О. Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник / О. О. Ємець. – Полтава: ПУЕТ, 2019. – Ч. 2. – 139 с.

5. Мандя О. О. Тренажер з теми «Складання математичної моделі» / О. О. Мандя, О. О. Ємець // Від ефективного управління до ефективної економіки: збірник наукових статей магістрів факультету економіки та менеджменту за результатами наукових досліджень 2012-2013 навчального року. – Полтава: ПУЕТ, 2013. – С. 232-235.

6. Григор'єв В. В. Тренажер «Побудова математичної моделі однієї лінійної задачі» / В. В. Григор'єв, О. О. Ємець // Комп'ютерні науки і прикладна математика (КНіПМ-2019): матеріали наук.-практ. семінару. Випуск 4. / За ред. Ємця О. О. – Полтава: Кафедра ММСІ ПУЕТ, 2019. – С. 8-10. – Режим доступу: http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/7090.

7. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. —
М.: Наука, 1971. — 384 с. — (Оптимизация и исследование операций). —
22 500 экз.

Гермейер Ю. Б., Морозов В. В., Сухарев А. Г., Фёдоров В.
 В. Задачник по исследованию операций. — М.: Издательство МГУ, 1975.

9. Дегтярёв Ю. И. Исследование операций: учебник для вузов по специальности АСУ. — М.: Высшая школа, 1986.

10. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций = Operations Research: An Introduction. — М.: Вильямс, 2007. — 912 с. — ISBN 0-13-032374-8.

11. Грешилов А. А. Математические методы принятия решений. —
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 584 с. — ISBN 5-7038-2893-7.

12. Акоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. — М.: Мир, 1971. — 533 с.

13. Билл Фрэнкс. Революция в аналитике: Как в эпоху Big Data улучшить ваш бизнес с помощью операционной аналитики = The Analytics Revolution: How to Improve Your Business By Making Analytics Operational In The Big Data Era. — М.: Альпина Паблишер, 2016. — ISBN ISBN 978-5-9614-4132-1.

14. Префабы (Prefabs) [Електронний ресурс].– Режим доступу – <u>https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/Prefabs.html</u>

ДОДАТОК А

using System.Collections; using System.Collections.Generic; using UnityEngine.UI; using UnityEngine; public class Inputs : MonoBehaviour { public GameObject Input; public GameObject AfterInput; public InputField inputedTxt; public Text ShowInpTxt; public class QuitButton : MonoBehaviour { public void QuitGame() { Debug.Log ("QUIT!!"); Application.Quit(); } void Start() { Button btn = nxtButton.GetComponent<Button>(); btn.onClick.AddListener(TaskOnClick); } void TaskOnClick() { Theme1.SetActive(false); Theme2.SetActive(true); Debug.Log("You touched this button."); }

```
void Start()
{
Button btn = menuButton.GetComponent<Button>();
btn.onClick.AddListener(TaskOnClick);
}
void TaskOnClick()
{
Theme6.SetActive(false);
MainMenu.SetActive(true);
Debug.Log("You touched this button.");
}
public void Next()
{
Input.SetActive(false);
AfterInput.SetActive(true);
ShowInpTxt.text = inputedTxt.text;
}
}
```