



**ВИКОРИСТАННЯ ФОРМАТУ EPUB3 ДЛЯ СТВОРЕННЯ
ІНТЕРАКТИВНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ВИДАННЯ**

**Текстова частина до курсової роботи
за спеціальністю „Інженерія програмного забезпечення”**

Керівник курсової роботи
старший викладач Борозенний С. О.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

“ ____ ” _____ 2021 р.

Виконав студент 4 р.н. Костюк К. С.
(прізвище та ініціали)

“ ____ ” _____ 2021 р.

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»
Кафедра мультимедійних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедри мультимедійних систем,
кандидат фіз-мат. наук, доцент

_____ Жежерун О. П.

(підпис)

“ ____ ” _____ 2020 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ
на курсову роботу

студенту _____ Костюку Назару Сергійовичу

_____ 4 курсу факультету інформатики.

Тема: Використання формату EPUB3 для розробки мультимедійної книги.

Вихідні дані: Електронні

Індивідуальне завдання

Вступ

1. Аналіз предметної області. Постановка завдання

2. Теоретичні відомості

3. Опис реалізації програмного продукту

Висновок

Список літератури

Дата видачі « ____ » _____ 2020 р. Керівник _____
(підпис)

Завдання отримав _____
(підпис)

Тема: Використання формату EPUB3 для розробки мультимедійної книги.

Календарний план виконання роботи:

№ п/п	Назва етапу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапу	Примітка
1.	Отримання робочого завдання.	15.10.2020	
2.	Аналіз предметної області.	30.11.2020	
3.	Аналіз існуючих інструментів розробки.	7.12.2020	
4.	Розробка структури та макету проекту.	15.01.2021	
5.	Створення інтерактивного видання.	25.02.2021	
6.	Тестування.	28.02.2021	
7.	Написання пояснювальної записки курсової роботи.	15.03.2021	
8.	Попередній захист проекту науковому керівнику.	20.03.2021	
9.	Корегування роботи	25.03.2021	
10.	Оформлення пояснювальної записки курсової роботи та створення презентації.	30.03.2021	
11.	Захист курсової роботи	20.04.2021	

Студент _____ Костюк Н. С. _____

Керівник _____ Борозенний С. О. _____

“ _____ ” _____ р.

Зміст

Перелік умовних позначень.....	5
Анотації	6
Вступ.....	7
Розділ 1. Аналіз предметної області.	10
Сучасний етап розвитку електронних видань	10
Аналіз сучасного стану індустрії електронних видань	11
Обґрунтування теми.....	13
Огляд форматів електронних книг	13
Розділ 2. Формулювання завдання	20
Розділ 3. Теоретичні відомості про формат електронних книг EPUB	21
Опис формату EPUB.	21
Порівняння версій EPUB2 та EPUB3.	21
Характеристики, які були видалені чи застарілі:	24
Структура EPUB3.....	26
Правила іменування	27
Переваги формату EPUB3	28
Розділ 4. Реалізація програмного продукту	30
Етапи розробки продукту та засоби розробки.....	30
Створення макету.....	30
Наповнення електронної книги текстовими, графічними, мультимедійними елементами.	32
Конвертація відео	34
Додавання математичних знаків і формул.....	35
Створення інтерактивних елементів керування	36
Додавання ефектів анімації	37

Збереження книги у формат EPUB3.....	38
Етап редагування наповнення електронної книги.....	41
Етап тестування відображення електронної книги	46
Розділ 5. Обґрунтування вибору інструментів розробки.....	53
Adobe InDesign версія 16.0	53
WebStorm версія 2020.3.2.	53
PyCharm версія 2020.3.....	54
OpenCV	54
Calibre версія 5.13 [64bit]	54
Висновок.....	55
Література.....	56
Додаток 1. Таблиця характеристик формату EPUB3	57
Додаток 2. Програмний код. Файл <i>mimetype</i>	58
Додаток 3. Програмний код. Файл змісту <i>toc.xhtml</i>	59
Додаток 4. Програмний код.....	68
Файл скриптів <i>idGeneratedScript.js</i>	68
Додаток 5. Програмний код сторінки книги. Файл <i>Kursova_-_ModelComp-14.xhtml</i>	76
Додаток 6. Програмний код. Файл <i>content.opf</i>	92
Додаток 5. Програмний код. Файл <i>change_res.py</i>	111

Перелік умовних позначень

ПЗ (Програ́мне забезпе́чення) - сукупність програм, призначених для розв’язання певних завдань на комп’ютері.

CSS (Cascading stylesheet) - Каскадні таблиці стилів

DRM (Digital rights management) - Технологія керування цифровими обмеженнями, яка застосовується до контенту електронної книги

EPUB (Electronic Publication) -

HTML (HyperText Markup Language) - Мова розмітки гіпертексту

WYSIWYG - (вимовляється [wiziwig], аббревіатура від англ. What You See Is What You Get, «що бачиш, те і отримаєш»). Властивість прикладних програм або веб-інтерфейсів, в яких вміст відображається в процесі редагування і виглядає максимально близько схожим на кінцевий варіант продукту. Також для подібних програм використовується термін «візуальний редактор».

XHTML (Extensible HyperText Markup Language) - Розширюваний гіпертекстова мова розмітки.

XML (Extensible Markup Language) - Розширювана мова розмітки.

Анотації

Метою курсової роботи є аналіз існуючих форматів електронних видань, вивчення особливостей формату EPUB3 (Electronic Publication) та створення на основі цього формату електронного видання з інтерактивними і мультимедійними можливостями.

Курсова робота «Використання формату EPUB3 для розробки мультимедійної книги.» присвячена сучасним електронним виданням. Досліджені сучасні формати електронних публікацій. Проаналізовано можливості використання JavaScript для інтерактивного електронного видання та створення візуальних та анімаційних ефектів.

Розроблений електронний навчальний підручник у форматі EPUB3 з вбудовуванням відео-контенту та з використанням мови розмітки веб-сторінок XHTML і програм-скриптів, які написані на мові JavaScript.

Вступ

Книга - одне з найбільш досконалих винаходів людства. Паперова книга компактна, довговічна, приємна для контакту і читання, зручна для перенесення інформації та знань. Так було до того моменту, поки не стало зрозуміло, що для деяких ключових функцій книги папір створює обмеження і стає перешкодою.

Оскільки книга матеріальна - вона дорога, вимагає цілих виробництв для свого створення і дистрибуції. Вона передбачає повноцінну систему логістики для свого переміщення. Вона важка і негнучка, і, на жаль, тлінна. Вона не може встигати за темпами модернізації і підвищення продуктивності праці.

Світ активно змінюється і видавнича сфера активно розвивається в напрямку цифровізації. У зв'язку з цим цікавим є досвід використання альтернативних способів створення книг, переведення традиційного видання в електронний формат, використання технологій створення цифрових книг з нуля. Очевидно, що змінюються не тільки формати і способи використання контенту, але і механізми взаємодії книги з читачем, який стає активним учасником медіасередовища.

Перша спроба створення електронної книги була в 1930 році і належить вона Бобу Брауну. Вона полягала у нанесенні тексту на паперову стрічку, яку можна було б перемотувати з довільною швидкістю. Для зручності читання використовувалось збільшувальне скло. Таким чином отримували примітивний пристрій для читання тексту. Цей винахід потрапив в історію як перший прототип електронної книги. Хоча популярності і не набув.

Винахідником електронної книги є Майкл Стерн Харт. Працюючи Харта в Університеті Іллінойсу Харт отримав обліковий запис користувача у комп'ютерній системі з практично необмеженою кількістю комп'ютерного часу. Вартість в той час оцінювалася за різними оцінками в 100 000 або 100 000 000 доларів. Хоча основна увага при використанні комп'ютерів тут приділялася обробці даних, Харт вирішив використовувати свій комп'ютерний час для поширення інформації. Він набрав текст Декларації незалежності Сполучених

Штатів на комп'ютері. Щоб уникнути збою системи електронної пошти, він зробив електронний текст доступним для завантаження.

Це було початком проекту «Гутенберг», як першої цифрової бібліотеки. Поступово до проекту приєднувалися інші учасники. Його мета полягала в тому, щоб зробити 10 000 найбільш популярних книг доступними для широкої публіки за невелику плату або безкоштовно, і зробити це до кінця 20-го століття.

В інтернеті сьогодні існують тисячі онлайн-бібліотек. В них зібрані надають книги різних тематик, в різних форматах, і безкоштовних, і платних.

Спершу електронні видання випускалися як аналог друкованих на електронному носії. Вони мали найпростіший текстовий формат TXT, який не дозволяє ніякого оформлення тексту. Зрозуміло, що для читання електронних видань, які розповсюджуються на носіях інформації або по мережах, потрібний персональний комп'ютер та, можливо, додаткове спеціальне обладнання. Виникла необхідність у більш складних форматах файлів, створених для електронних книг.

Зараз активно розвиваються технології електронних видань. Існує багато форматів електронних книг, програм та пристроїв для їх читання. З'являються нові версії, які покращують попередні версії і розширюють їх можливості.

Можна стверджувати, що інтерактивність електронних книг відіграє значну роль у сприйнятті інформації, навчанні, зручності для людей з обмеженими можливостями.

Поєднуючи в собі різні формати подання інформації, інтерактивна книга привертає до себе і концентрує увагу читача успішніше, ніж традиційна книга. Інтерактивне видання також може бути успішно застосоване і в освітній сфері, і в сфері розваг.

Електронні книги суттєво змінюють видавничий ринок, а інтерактивні електронні книги можуть суттєво вплинути на індустрію електронних видань. Формат EPUB, є успішним форматом електронних книг, який може підтримувати інтерактивний контент. Версія формату EPUB3 забезпечує мультимедійність і інтерактивність файлу. Такі можливості електронного

видання покращують сприйняття інформації, підвищують рівень запам'ятовування при використанні у процесі навчання та можуть бути зручними для людей з особливими потребами.

Тема моєї курсової роботи присвячена вивченню формату EPUB3 та використання його можливостей для створення мультимедійного інтерактивного електронного видання.

Мета курсової роботи:

Дослідити сучасні формати електронних видань, можливості створення інтерактивного електронного контенту, проаналізувати переваги та недоліки формату EPUB3. Створити інтерактивну мультимедійну книгу у форматі EPUB3 використовуючи мову програмування JavaScript та мову розмітки веб-сторінок XHTML.

Задачі курсової роботи:

- Проаналізувати сучасні формати електронних книг
- Дослідити переваги та недоліки формату EPUB3.
- Проаналізувати можливості створення інтерактивного контенту формату EPUB3.
- Практично дослідити існуючі інструменти розробки, відображення та редагування електронних видань.
- Оцінити формат EPUB3 з погляду зручності створення та використання електронного видання.
- Проаналізувати перспективи розвитку формату EPUB3 та його поширення.

Розділ 1. Аналіз предметної області.

Сучасний етап розвитку електронних видань

Розвиток електронних видань починався зі створення аналогів друкованих видань, на цифровому носії. Поступово, до поняття «електронне видання» були включені тексти книг, періодичних журналів та газет, які розповсюджуються в електронному форматі на електронних носіях інформації або по мережі. Пізніше в електронні видання почали вбудовувати інтерактивні та мультимедійні складові.

Сьогодні відбувається динамічний розвиток електронних видань. Збільшується їх кількість і покращується якість.

Різниця між електронним виданням і його друкованим аналогом є можливість інтерактивної їх реалізації. При цьому користувач може не лише переміщуватися по тексті, по вбудованим гіперпосиланням, але і моделювати розвиток сценарію, змінювати розвиток подій.

Перерахуємо переваги і недоліки електронних книг.

Переваги:

- Збереження лісів
- Зменшення необхідності в освітленні
- Менші витрати часу на створення книги
- Зменшення фінансові витрати на створення і розповсюдження книги
- Компактність
- Транспортабельність
- Настроюваність відображення тексту
- Можливість швидкого відновлення вмісту
- Можливість повнотекстового пошуку
- Мультимедійність, можливість відтворення відео і аудіо з книги
- Можливість звукового відтворення тексту книги

- Можливість гіпертекстових посилань
- Можливість створення інтерактивної книги

Недоліки:

- Неприродність відчуттів в порівнянні зі звичайною книгою
- Менша стійкість до зовнішніх впливів
- Ціна
- Залежність від заряду акумулятора
- Можлива несумісність з апаратним або програмним забезпеченням
- Відсутність естетичної складової
- Навантаження на зір.

Розвиток і впровадження електронних видань, представлені у електронному форматі дозволить зберегти стародавні рукописи, унікальні стародруки, фотографії і картини, які з часом можуть втрачати свої якості. Створення і збереження їх електронних копій дозволить донести до наступних поколінь унікальні шедеври культури людства.

Поступово, відбувається поширення електронних видань у всіх багатьох сферах діяльності людини.

Аналіз сучасного стану індустрії електронних видань

Ринок електронних публікацій – ePublishing включає електронні книги, цифрові видання споживчих або ділових журналів, які називаються eMagazines, і ePapers у вигляді онлайн-версії щоденних або щотижневих газет. Кількість користувачів електронних публікацій постійно зростає.

Електронні видання надають клієнтам кілька переваг.

Вміст легко придбати, і його можна завантажити безпосередньо на сам пристрій зчитування. Ці бібліотеки можна зберігати в Інтернеті, не витрачаючи фізичний простір приміщень, що значно спрощує транспортування книг. Крім того, ePublishing також є економічно вигідним варіантом для видавців, що дозволяє їм економити на друці, логістиці та витратах на збут.

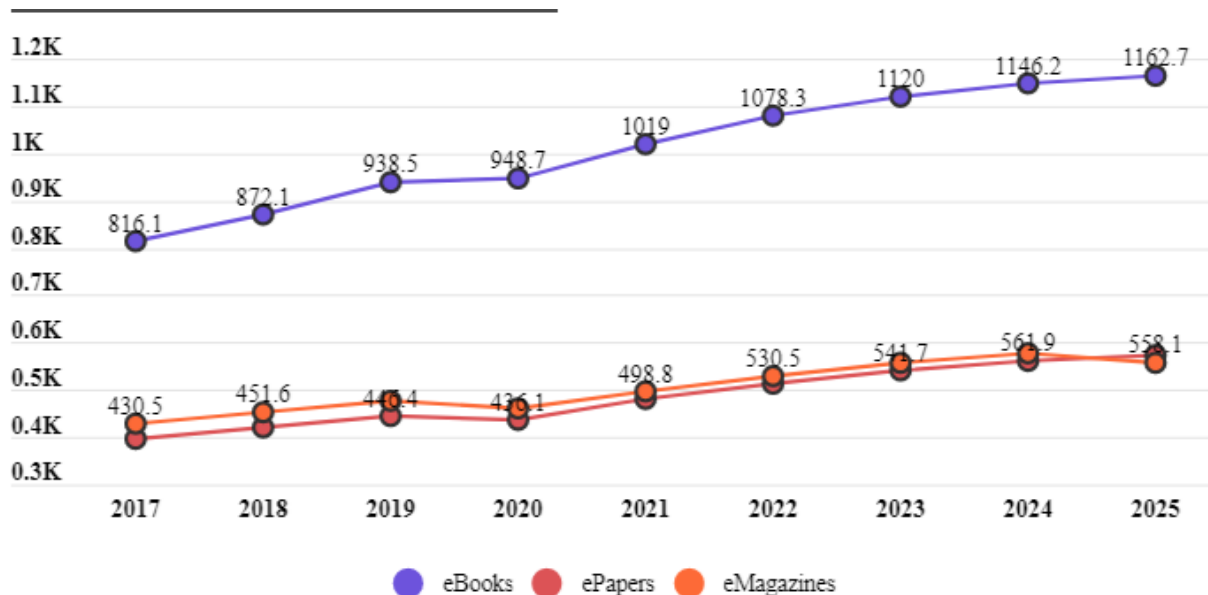


Рис. 1. Кількість користувачів ePublishing сегменту з 2017 року (у млн.)

Згідно з даними Finaria [5], у цьому році прогнозується зростання попиту на онлайн-контент на 9% в порівнянні з минулим роком. Якщо цей прогноз справдиться, то виручка світової індустрії електронних публікацій ePublishing досягне 27 млрд доларів. Очікується, що тільки продаж електронних книг в цьому році принесуть видавцям 15,6 млрд доларів.

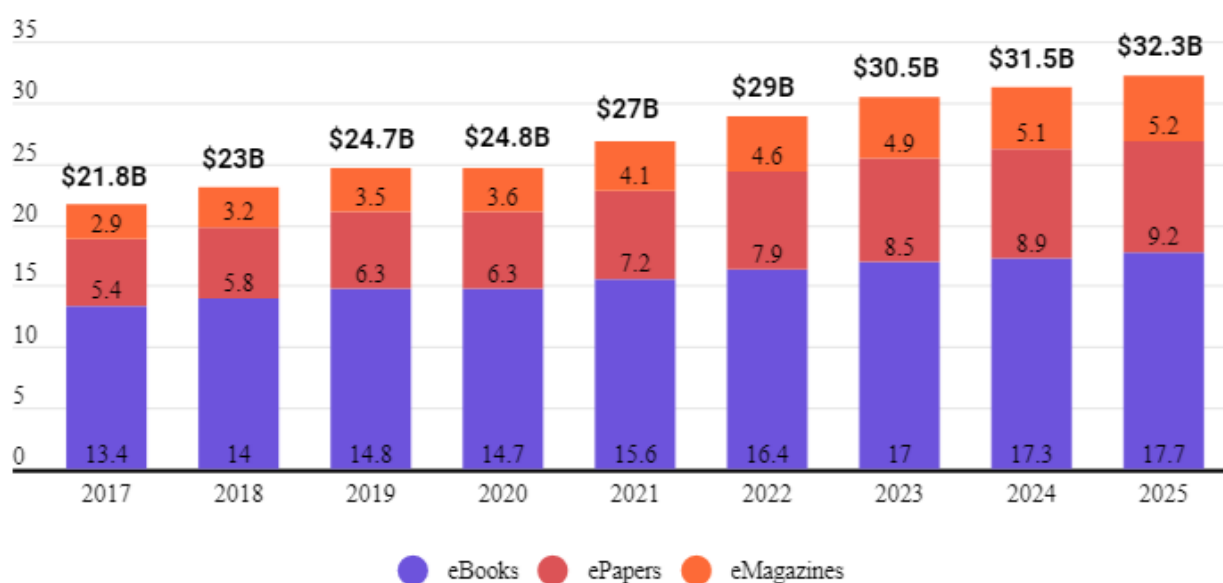


Рис. 2. Прибуток в ePublishing сегменті з 2017 року (у млн. \$ US)

Аналітики вважають, що зростання ринку продовжиться і в наступні роки. До 2025 року продажі досягнуть майже 32,3 млрд доларів.

Обґрунтування теми

На світовому ринку електронних видань домінують електронні книги, які охоплюють понад один мільярд користувачів і принесуть доходу в \$ 15,6 млрд у 2021 році, що на 6% більше, ніж у попередньому році. eMagazines та ePapers відіграють значно меншу роль, і, як очікується, їх доходи досягнуть \$ 7,2 млрд і \$ 4,2 млрд відповідно.

Отже, можна зробити висновок що електронні книги мають досить високий потенціал розвитку і розповсюдження. А питання розробки та створення електронних мультимедійних книг є актуальними.

Огляд форматів електронних книг

Існують різноманітні формати електронних книг. Умовно їх можна класифікувати як звичайний текст та графічні векторні або графічні растрові. За іншою класифікацією електронних книг: формати для онлайн читання (файли HTML і TXT) та формати для читання з комп'ютера чи пристрою користувача (RTF, PDF, DjVu, FB2 та інші).

Звичайний текст (plain text files):

.txt Це найпростіший варіант представлення електронних книг, містить тільки текст ASCII, Unicode або UTF-8 або UTF-16 (для не англomовних текстів). Формат не підтримує складне форматування та вбудовування графічних об'єктів. Файли мають найменший розмір, сумісні практично з усіма пристроями і програмним забезпеченням.

Графічні формати

Векторні формати з оформленням:

- .chm** Пропрієтарний формат, заснований на HTML, містить набір HTML-сторінок. Кілька сторінок і вбудована графіка поширюються разом з метаданими як один стислий файл. Індексція призначена як для ключових слів, так і для повнотекстового пошуку. Використовується при створенні довідкових файлів операційної системи Windows та для електронних книг.

- .epub** Це технічний стандарт для електронних книг, створений Міжнародним форумом цифрових публікацій (IDPF), незалежний від виробника. Формат побудований на основі XML. Забезпечуючи сумісність апаратного і програмного забезпечення при відтворенні електронних книг.

- .exe** Це скомпільований застосунок для ОС Windows. Формат виконуваних файлів. Файл EXE складається з двох частин: з управляючої інформації для завантажувача і власне, завантажувального модуля. Інформація для завантажувача розташована на початку файлу і утворює так званий заголовок. Одразу за ним - тіло завантажувального модуля. Електронна книга в цьому форматі може містити текст, малюнки, анімацію, гіпертекст, пошук, ... Книги в форматі EXE максимально наближені до паперового аналогу. Є можливість використання захисту паролем всієї книги чи окремих сторінок, заборона на друк і копіювання. Саме це дозволяє активно використовувати цей формат при комерційному поширенні.

- .fb2** Формат FictionBook - заснований на XML, відкритий, не визначає зовнішній вигляд документа; замість цього він описує його структуру і семантику. Всі метадані електронної книги, такі як ім'я

автора, назву і видавець, також присутні в файлі електронної книги. Отже, формат зручний для автоматичної обробки, індексації та управління колекціями електронних книг. Легка конвертація поширених текстових форматів (.txt, .doc, .rtf, .html і ін.) в формат .fb2. Та можливе зворотнє перетворення. Формат підтримується більшістю пристроями для читання і поширеними програмами.

.fb3

Цей формат - поліпшена версія формату електронних книг FB2, з метою відповідності підвищеним вимогам до форматування книжкових текстів та каталогізації. Представляє собою zip-архів, в якому окремими файлами зберігаються метадані, зображення і текст. Вимоги до формату zip-файлу і угоди про його організації прописані в стандарті ECMA-376, який визначає Open XML.

Було зроблено ряд поліпшень, пов'язаних з форматуванням шрифтів та абзаців і доданий новий об'єкт - «блок», який оформлює довільний фрагмент книги у вигляді чотирикутника та здатний впроваджуватися в текст з обтіканням, з'явилася підтримка нумерованих і маркованих списків.

.html

Стандартна мова розмітки документів. Формат дозволяє форматування шрифту: зміну розміру, типу, накреслення символів; вирівнювання абзацу відносно вертикальних і горизонтальних меж; додавання таблиць; використання спеціальних символів, використання гіперпосилань. Електронні видання, які представляються на сайті в форматі HTML зазвичай мають повнотекстовий вигляд.

.lit

Закритий формат від Microsoft, заснований на OEB. Не індексується. Формат читається тільки програмою Microsoft Reader. Формат містить ряд інструментів: закладки, анотації та масштабування. Дозволяє стиснення тексту до 50-60%.

.mobi

Закритий формат розроблений компанією Mobipocket, яку пізніше придбала компанія Amazon. Працювати з ним можна через

електронні книги і програми для читання Kindle. У порівнянні з EPUB, даний формат має меншу інтерактивністю, але має підтримку мультимедіа (за винятком аудіо і відео). При використанні цього формату можуть виникнути складнощі з оформленням таблиць і віршів, а також інтеграцією графіки: масштабування картинок і векторна графіка не підтримуються, самі зображення повинні бути в форматі GIF і важити не більше 63 КБ.

.opf Відкритий формат електронних книг на основі XML, створений E-Book Systems/ Був замінений стандартом електронних публікацій EPUB.

.pdf Це платформонезалежний формат електронних документів з фіксованим макетом. Дані імпортуються з більшості сучасних форматів текстових документів, векторних і растрових графічних форматів. Використовується для ілюстрованих електронних книг.

.ps PostScript – це мова опису сторінок, яка використовується в області електронних та настільних видавничих систем для визначення вмісту та макета друкованої сторінки, який може використовуватися програмою візуалізації для побудови та створення фактичного вихідного растрового зображення. Багато офісних принтерів безпосередньо підтримують інтерпретацію PostScript і друк результату. Цей формат також широко використовується в ОС Unix.

.ps Encapsulated PostScript – формат призначений для обміну графічними даними, які описані мовою програмування PostScript, між різними додатками. Використовується переважно для друку. Містить як векторну інформацію так і растрову.

.prc Product Representation Compact – формат оснований на мовах XHTML і JavaScript а також фреймах. Підтримує захист засобами DRM (шифрування контенту електронної книги), використання таблиць, зображень, а також додавання виправлень, приміток,

коментарів, закладок та ін. Цей формат був розроблений для оптимізації зображень і інших елементів для електронних книг Mobipocket та мобільних пристроїв з вузькою смугою з'єднання з Інтернетом.

- .rbs** Radix-Tools REBUS – формат оснований на HTML, включає екстові, графічні мультимедійні і інтерактивні об'єкти. Підтримує захист вмісту електронної книги.
- .rtf** Rich Text Format - формат підтримує структуру документа; форматування шрифту: зміну розміру, типу, накреслення символів; вирівнювання абзацу; додавання таблиць; розбиття на колонки. Підтримується багатьма програмами для читання електронних книг. Файл може бути легко змінений або зконвертований в інший формат електронної книги.
- .doc** Формат від Microsoft, підтримує можливості збереження форматування, стильового оформлення, вкладення картинок і інших об'єктів в текст, а також підтримку гіперпосилань. Файл може бути легко змінений або зконвертований в інший формат електронної книги.
- .docx** Вдосконалений і ліцензований формат від Microsoft, що з'явився вперше з пакетом Office 2007. Є наступним етапом формату .doc.
- .sgml** Standard Generalized Markup Language – Декларативна стандартна узагальнена мова розмітки документів використовується у видавничій галузі. Файли мають структурований вигляд.
- .tex** TEX - мова комп'ютерної розмітки, яка використовується для верстки публікацій; має особливий синтаксис для набору математичних формул та текстів, технічної документації. Документи системи TEX - звичайні текстові файли в яких за допомогою спеціальних команд та макросів представлено записи математичних формул чисимволів. Формат відрізняється високою

якістю відображення формул. На базі TEX створені різномані пакети для полегшення оформлення документів.

.xml Extensible Markup Language – розширювана мова розмітки ієрархічно структурованих даних. XML є метамовою – за допомогою якої можна описати клас інших мов, на яких, в свою чергу, складаються документи. Вона є набором правил, що дозволяють створювати додатки і підмножини даних, унікальні для їх завдань. Формат зберігає структуровані дані та є придатним для читання людиною.

.xhtml Extensible Hypertext Markup Language – це заснована на XML мова розмітки гіпертексту, максимально наближена до поточних стандартів HTML. XHTML відрізняється від HTML строгістю написання коду та є сумісною з HTML при дотриманні певних правил.

Растрові:

.tiff Tagged Image File Format – растровий графічний формат для представлення високоякісних зображень з високою глибиною кольору. Гнучка структура формату дозволяє зберігати зображення в режимі палітри кольорів та в різних колірних схемах.

.jpeg Joint Photographic Experts Group - растровий графічний формат, який використовує стиснення з втратою інформації. Рівень стиснення і втрати можна вказувати. Застосовується для зберігання високоякісних зображень напівтонової графіки. Формат підтримується практично в усіх програмах.

.djvu Формат, спеціально призначений для зберігання відсканованих документів. Він включає розширені компресори, оптимізовані для зображень з низьким вмістом кольору, таких як текстові документи. Окремі файли можуть містити одну або багато сторінок, тексти, схеми, креслення, рукописні записи.

Відкритий і закритий формат

Формати електронних книг можуть бути відкритими або закритими.

Відкритий формат файлу - це формат файлу відповідного стандарту, повна технічна специфікація (документація) на який опублікована, є у вільному доступі і на який розробниками не накладено обмежень на використання чи розповсюдження.

Закритий (пропрієтарний) формат - створюються комерційними організаціями, є захищеними і належать до категорії «комерційної таємниці». Специфікація формату або недоступна, або є запатентованою і доступною для обмеженого використання. Використання закритих форматів файлів, специфікації яких недоступні, може привести до залежності від сторонніх програм або ліцензіарів на формат. У гіршому випадку це може означати, що інформацію можна буде прочитати тільки за допомогою конкретної програми, яка може бути дуже дорогою або неактуальною.

Приклади відкритих форматів електронних книг:

FB2, EPUB, PDF, DjVu, OEB (це застарілий формат електронної книги, який був замінений форматом EPUB).

Приклади закритих форматів електронних книг:

FBR, LIT, MOBI, RBS, zTXT.

Безпроблемне забезпечення обміну інформацією між комп'ютерами і пристроями з різними операційними системами та між програмним забезпеченням можливе при використанні відкритих файлових форматів.

Розділ 2. Формулювання завдання

Вивчити можливості розробки мультимедійної книги у форматі EPUB3.

В межах курсового проекту виконати:

1. На основі навчального посібника «МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ» (автори *Глибовець М. М., Кирієнко О. В., Проценко В. С.*) розробити електронний мультимедійний навчальний посібник «МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ» для вивчення дисципліни «Моделі обчислень».
2. До мультимедійної книги включити такі елементи:
 - Метадані та обкладинка
 - Текстове наповнення
 - Форматування заголовків різного рівня
 - Фото, схеми, зображення
 - Відео матеріал лекцій
 - Гіперпосилання
 - Інтерактивні елементи керування
 - Візуальні ефекти та ефекти анімації
3. Перевірити можливість редагування вмісту книги.
4. Використовуючи різні пристрої та програмне забезпечення для читання електронних книг проаналізувати відповідність відображення створеної мультимедійної книги.

Розділ 3. Теоретичні відомості про формат електронних книг EPUB

Опис формату EPUB.

2007 року вийшов офіційний реліз формату EPUB розробник якого Міжнародний форум цифрового видавництва (International Digital Publishing Forum - IDPF).

Поступово стандарт ePub значно змінився. Версія ePub2.1 (ePub2) стала *фактичним* стандартом електронних книг, який був прийнятий рядом виробників пристроїв для читання електронних книг таких як Apple, Barnes and Noble, Kobo, Sony та багато інших. Цей формат базувався на стандарті HTML та CSS2, що надавало більших можливостей форматування та макетування тексту.

EPUB3 був розроблений IDPF (Міжнародний форум цифрових видавців) у 2011 році на основі сучасних і стабільних стандартів Open Web Platform (HTML5 / CSS3). Остання затверджена специфікація версії формату EPUB3.2 випущена в 2019 році. Формат задовольняє такі потреби цифрових публікацій:

- структуровані документи;
- розширена типографіка;
- кращий користувацький досвід;
- підтримка будь-яких мов;
- поліпшена доступність (для людей з обмеженими здібностями);
- розширена навігація;
- підтримка MathML.

Таким чином специфікація формату EPUB3 стала офіційною рекомендацією для видавців електронних книг в 2011 році.

Порівняння версій EPUB2 та EPUB3.

1. Структуровані документи

Контент EPUB2 заснований на XHTML 1.0 (Transitional), який є XML-формою HTML4. У EPUB3 базові вимоги до HTML-контенту змінились з HTML4 на HTML5. Серед іншого, в HTML 5 з'явилося кілька важливих

структурних конструкцій (наприклад, section, header і ін.). Ця розмітка має дві основні переваги:

- розмітку можна використовувати під час розробки для роботи з інструментами, орієнтованими на XML, як для створення контенту, так і для вилучення корисної інформації при його використанні;
- програми для читання EPUB3 можуть зчитувати структуровану розмітку і використовувати її для формування макета і взаємодії з користувачами (наприклад, створюючи динамічний макет), що неможливо в EPUB2.

2. Розширена типографіка

Оскільки EPUB2 передбачає обмежену підтримку типографіки, композиція навіть простого тексту була знижена до рівня, неприйняттого для звичайної поліграфії. EPUB3 забезпечує високоякісну візуалізацію тексту (форматування тексту, обтікання текстом ілюстрацій і багато іншого) використовуючи стандарт CSS3, який продовжує вдосконалюватись.

3. Впровадження зносок

HTML5 дозволяє програмі для читання так впроваджувати спливаючі виноски і кінцеві зноски, що читач не втрачає позиції читання. Використання подібних нових функцій, підтримуваних HTML5, дозволяє забезпечувати користувачу плавне читання.

4. Мовна підтримка

EPUB2 забезпечував відображення послідовності тексту тільки зліва направо (LTR) і сторінку за сторінкою. Крім того, EPUB 2 не підтримував двонаправлений текст. EPUB3 підтримує будь-який текст в Unicode, включаючи справа наліво (RTL) і вертикальне написання. Таким чином, тексти практично будь-якою мовою, включаючи арабську, іврит, японська та китайська можуть бути опубліковані у вигляді файлів EPUB3.

5. Забезпечення доступності

Завдяки впорядкованій структурі EPUB2 вже дозволяє здійснювати деякі основні функції доступності, але не забезпечує вимоги по доступності, сформульовані у вигляді рекомендацій по доступності веб-сайтів (WCAG).

Специфікація EPUB3 встановлює формальні вимоги, які повинні задовольняти вимогам, що пред'являються до змісту, відповідає специфікації доступності. Ці вимоги також надають авторам чітке керівництво для оцінки контенту і дозволяють третій стороні сертифікувати якість документа для споживачів контенту.

Крім того, EPUB3 підтримує накладення медіа (media overlays), яке забезпечує синхронний аудіосупровід, який широко використовується для осіб з обмеженими можливостями. В EPUB3 такі книг створюються за допомогою Media Overlay, таймлайн для попередньо записаної аудіодорожки відповідно до розмітки контенту EPUB. Формат файлу для Media Overlays визначається як підмножина SMIL, рекомендованого Веб-Консорціумом для подання синхронізованої мультимедійної інформації в XML.

6. Розширена навігація

Однією з важливих претензій до EPUB2 була примітивна підтримка навігації, що забезпечується машинозчитуванням (XML) описом контенту в змісті NCX і у розділі guide з посиланнями на певні частини документа. Однак якщо автору було потрібно добре форматований і привабливе зміст, то автор опинявся в залежності від конкретної реалізації відображення змісту програмою для читання, або був змушений додавати другий (надмірний зміст).

В EPUB3 автори можуть створювати складні і красиві змісту, які будуть оброблятися програмами для читання як HTML/CSS або як NCX в EPUB2.

Крім цього, автори можуть використовувати словник структурної семантики, який забезпечує великий набір термінів, схожий на <guide> в EPUB2, але набагато більш повний і акуратний.

7. Підтримка MathML

В EPUB3 також з'явилася підтримка підмножини MathML, яка дозволяє авторам створювати документи з розміткою, що відображає математичні формули і рівняння.

8. Зворотна сумісність

Створюючи ePub3, IDPF намагався переконатись, що всі електронні книги та зчитувачі електронних книг, які відповідали стандарту, були сумісні зі зворотним зв'язком - тобто, більшість старих пристроїв для читання можуть чудово прочитати чудовий новий файл EPUB3, а більшість нових пристроїв-читачів можуть прочитати старий файл EPUB2 без проблем.

Характеристики, які були видалені чи застарілі:

DTBook - Застаріла специфікація, замінена розміткою HTML і CSS для доступу до аудіо

Out-of-Line XML Islands - Суперечлива специфікація, яка практично не використовувалася

Тригери - Елемент тригер забезпечував управління аудіо і відео. Авторам рекомендовано використовувати інструменти управління елементами аудіо і відео з HTML.

Bindings - EPUB більше не підтримує прив'язки в маніфесті, щоб забезпечити альтернативне резервне копіювання для зовнішніх ресурсів, вбудованих в елемент об'єкта. Внутрішній механізм резервного елемента об'єкта [HTML] (вбудований контент) може використовуватися для резервного копіювання ключових медіафайлів.

Tours - Схема маніфесту більше не включає елементів tours - повністю вилучена з EPUB3.

Filesystem Container - OCF 3.0 [OCF3] визначає тільки однофайловий контейнер на основі ZIP-архіву і більше не підтримує ідею «Filesystem Container». Ця зміна, разом з обмеженням посилань на зовнішні ресурси, означає, що публікація EPUB - це специфічний контейнер і що файли EPUB в цілому повинні містити всі частини публікації, з зрозумілими і чітко визначеними винятками.

Guide - Використання елемента < guide > в маніфесті виключено на користь специфікації розмітки ключових елементів (landmarks) в навігаційному документі EPUB.

NCX - Зміст NCX замінено на навігаційний документ EPUB TOC.html, який базується на HTML.

2.0.1 meta element - Метаелемент, який підтримувався EPUB2, застарів і замінений новим метаелементом, але може бути включений для цілей забезпечення сумісності.

Таблиця 1. Порівняння версій EPUB2 та EPUB3.

Версія	2.0	3.0
Розширення файлу	.epub	.epub
Підтримка таблиць	Так	Так
Підтримка таблиць	Так	Так
Підтримка аудіо	Так	Так
Інтерактивність	Так	Так
Обтікання текстом	Так	Так
Підтримка DRM	Так	Так
Відкритий стандарт	Так	Так
Вбудована підтримка анотацій	Ні	Так
Закладки	Ні	Так
Підтримка відео	Ні	Так
MathML	Ні	Так

Усі заарактеристики формату EPUB3 наведено у Додатоку 1. «Таблиця характеристик формату EPUB3».

Структура EPUB3

Файл EPUB - це архів, який фактично містить веб-сайт. Він включає файли HTML, зображення, таблиці стилів CSS та інші ресурси. Він також містить метадані. EPUB3, використовуючи HTML5, публікації можуть містити відео, аудіо та інтерактивні елементи

Контейнер - публікація EPUB подається як один файл. Цей файл є незашифрованим архівом, який містить набір взаємопов'язаних ресурсів.

Абстрактний контейнер OCF (формат відкритого контейнера) визначає модель файлової системи для вмісту контейнера. Модель файлової системи використовує єдиний загальний кореневий каталог для всього вмісту в контейнері. Усі (не віддалені) ресурси для публікацій знаходяться у дереві каталогів, очолюваному кореневим каталогом контейнера, хоча EPUB не вимагає для цього конкретної структури файлової системи. Модель файлової системи включає обов'язковий каталог з назвою META-INF, який є безпосереднім нащадком кореневого каталогу контейнера. META-INF зберігає container.xml.

Першим файлом в архіві повинен бути файл mimetype. Він повинен бути незашифрованим та нестиснутим, щоб утиліти, що не належать до ZIP, могли зчитувати тип mime. Файл mimetype повинен бути файлом ASCII, який містить рядок "application / epub + zip". Цей файл надає програмам надійніший спосіб ідентифікації mimetype файлу, ніж просто розширення .epub.

Приклад файлової структури:

```
--ZIP Container--
mimetype
META-INF/
  container.xml
OEBPS/
  content.opf
  chapter1.xhtml
  ch1-pic.png
```

```
css/
  style.css
  myfont.otf
toc.ncx
```

Правила іменування

Файл EPUB електронної книги представлений у вигляді ZIP-архіву, упакованого і чітко структурованого. Всі компоненти уніфіковані і мають власну специфікацію.

Специфікація EPUB не припускає якоїсь особливої структури папок або правил іменування файлів, за винятком файлу `mimetype` вмісту папки META-INF. Хоча специфікація істотно не змінилася в порівнянні з EPUB2, рекомендовані наступні правила іменування файлів і папок:

```
mimetype
META-INF/
  container.xml - Визначає файл, який є точкою входу для
                  кожної вбудованої публікації.
  signatures.xml - Містить цифрові підписи для різних об'єктів.
  encryption.xml - Містить інформацію про шифрування ресурсів
                   публікації. (Цей файл необхідний, якщо
                   використовується обфускація шрифтів.)
  metadata.xml - Використовується для зберігання метаданих про
                 контейнер.
  rights.xml - Використовується для зберігання інформації про
               цифрові права.
  manifest.xml - Маніфест вмісту контейнера, дозволений
                 Форматом відкритого документа [ODF].
OEBPS/
  html/          - html-сторінки
  css/           - CSS-стили до тексту
  fonts/ - кращі шрифти для публікації
  scripts/       - скрипти
  images/        - медіа-контент публікації - зображення
  video/ - медіа-контент публікації - відео
  audio/ - медіа-контент публікації - аудіо
  svg/           - медіа-контент публікації - векторна графіка
  content.opf - зміст книги, метадані.
```

Переваги формату EPUB3

Формат EPUB важливий для видавців книжкової продукції і авторів, тому що він став галузевим стандартом, який розробляється і підтримується International Digital Publishing Forum (IDPF).

Формат EPUB3 надає такі можливості:

- підтримку вбудовування аудіо та відео файлів, що дозволяє використовувати відео та аудіо теги з HTML5;
- заснований на останніх версіях CSS (CSS3) і XHTML (XHTML5);
- дозволяє відображати математичні формули на зчитують пристроях як контент. Раніше формули відображалися у вигляді зображень;
- включає значні поліпшення в функціях доступності. Ці функції можуть бути корисні для більшості користувачів. Наприклад, аудіо функції можуть бути корисні, особам із вадами зору, або при кермуванні машини;
- дозволяє змінювати розміри зображень одночасно зі зміною розміру шрифтів;
- включає синхронізацію аудіо з текстом;
- включає розширені функції сценаріїв, які поліпшать враження читача;
- включає підтримку глобальних мов.

Практичне використання можливостей формату EPUB3 є перспективним. Буде значно більше мультимедійних книг, що містять мультимедійний контент, такий як відео, звуки та інтерактивні функції, такі як перемикачі. Автори освітніх книг зможуть включати оціночні тести, які відстежують відповіді читача. Багатоколончасті макети простіше відображати на різних пристроях. Читач може клацнути номер виноски, і виноска з'явиться у спливаючому вікні замість того, щоб перевести читача на іншу сторінку.

Майбутні пристрої для читання електронних книг запропонують більш широкі можливості, що дозволяють їм скористатися перевагами нових функцій

EPUB3. З часом мультимедійні електронні книги стануть нормою. Це відкриє нові можливості в інтерактивної реклами.

Розділ 4. Реалізація програмного продукту

Темою курсового проекту є «Використання формату EPUB3 для розробки мультимедійної книги». На основі навчального посібника «МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ» (автори *Глибовець М. М., Кирієнко О. В., Проценко В. С.*), який використовується студентами спеціальності Інженерія програмного забезпечення при вивченні дисципліни «Моделі обчислень», та відео-лекцій створити електронний мультимедійний навчальний посібник «МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ».

Використання інформації, фото та відео матеріалів погоджено та надані автором курсу – Проценко Володимиром Семеновичем..

Навчальний посібник «МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ» буде містити велику кількість математичних формул, графічних елементів та записи відео лекцій, які проводились під час дистанційного навчання, на платформі Microsoft Teams. Для електронної книги було обрано формат EPUB3, макет - фіксований.

Етапи розробки:

створення макету книги,
наповнення електронного мультимедійного навчального посібника,
додавання відео матеріалів,
перевірка правильності відображення,
редагування,
експорт готового електронного видання в формат EPUB3.

Етапи розробки продукту та засоби розробки

Створення макету

В процесі розробки та створення макету електронного навчального посібника використовувалося програмне забезпечення InDesign 2021 компанії Adobe Systems.

Це професійний програмний продукт для роботи з макетами й дизайном поліграфічної продукції та цифрових видань який випускається з 1999 року. В InDesign є всі необхідні інструменти для створення й публікації книжок, цифрових журналів, електронних книжок, інтерактивних документів PDF тощо.

Для створення нової публікації був обраний тип **Друк** та задані розміри та кількість сторінок.

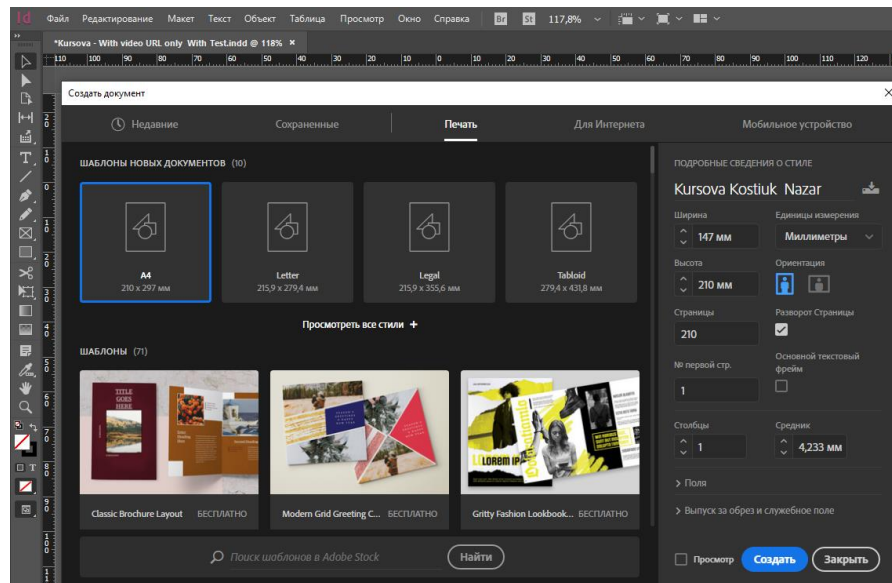


Рис. 3. Створення документу. Вибір типу публікації.

У створеному файлі було розмічено макет сторінок.

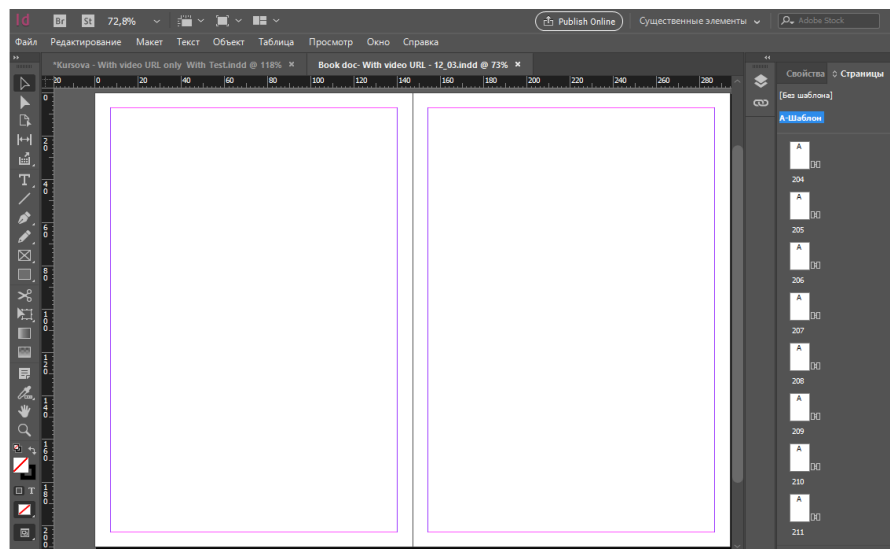


Рис. 4. Макет сторінок.

Наповнення електронної книги текстовими, графічними, мультимедійними елементами.

На кожному сторінку необхідно додати інформацію. Текстова інформація та графічні зображення вставлялась з файлів .docx, .png, jpeg. Для цього необхідно обрати команду меню **Файл** → **Помістити** (Рис.5).

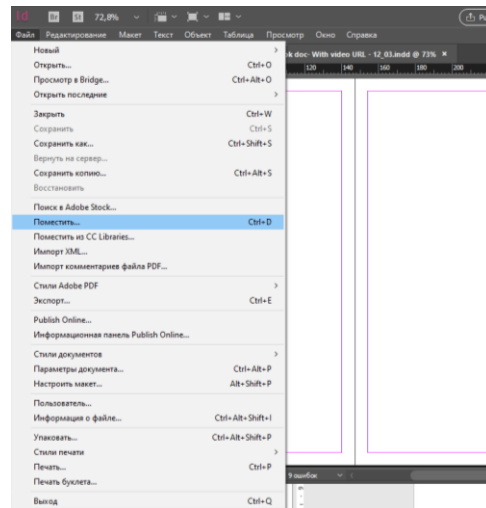


Рис. 5. Команда меню Файл – Помістити

і вказати область розташування.

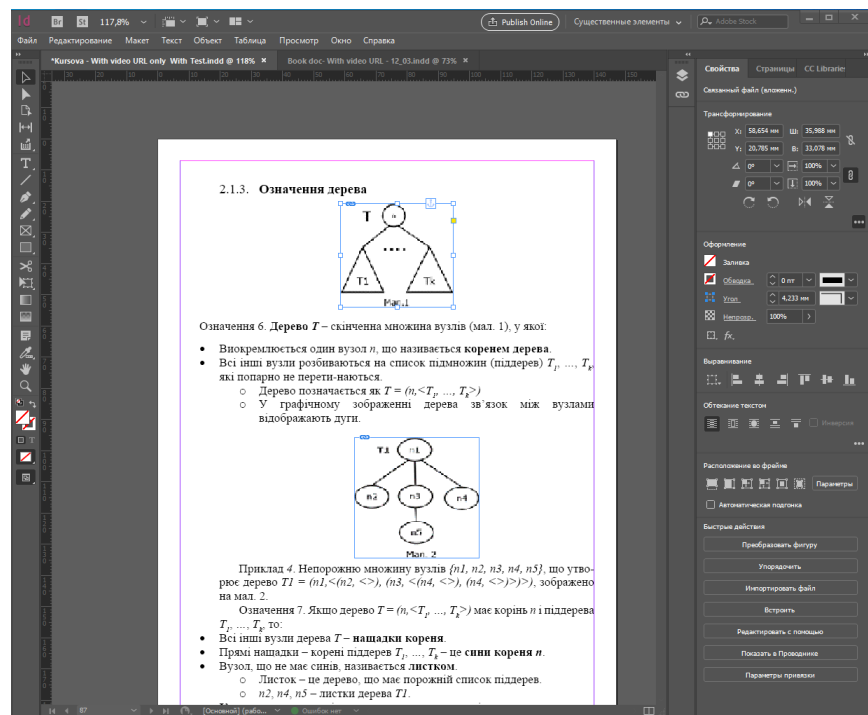


Рис. 6. Наповнення електронної книги.

Для створення мультимедійного навчального посібника було обрано формат EPUB3, який дозволяє додавати до публікації аудіо та відео файли та підтримує їх відтворення. Для додавання медіа-файлів необхідно, обравши команду **Файл→Помістити**, вибрати медіа-файл, та вказати область розташування на сторінці.

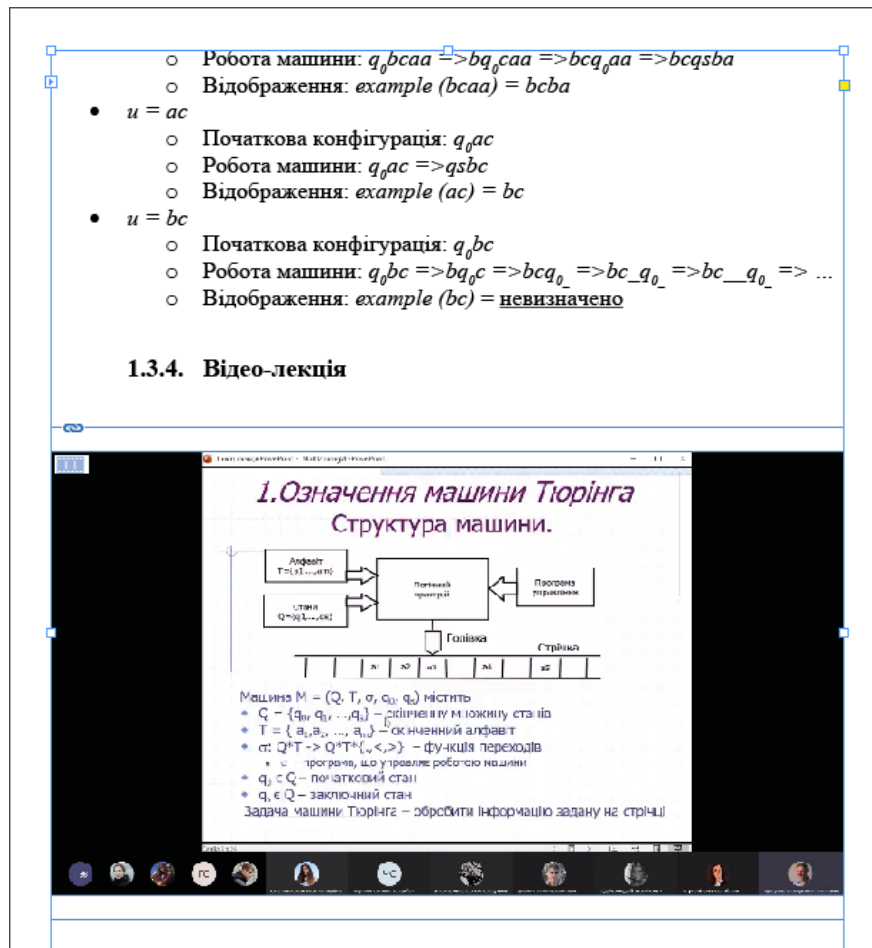


Рис. 7. Доданий відео файл.

Для налаштування параметрів відтворення мультимедійного файлу обирається команда **Вікно→Інтерактивне→Мультимедіа** (Рис.8).

Можна обрати, наприклад, **«Відтворювати при завантаженні сторінки»** для відтворення фільму під час переходу до сторінки, на якій його розміщено, або створити навігаційну точку відтворення - скористатися параметром **«Відтворити від точки навігації»**, щоб відтворювати відео від потрібного нам кадру.

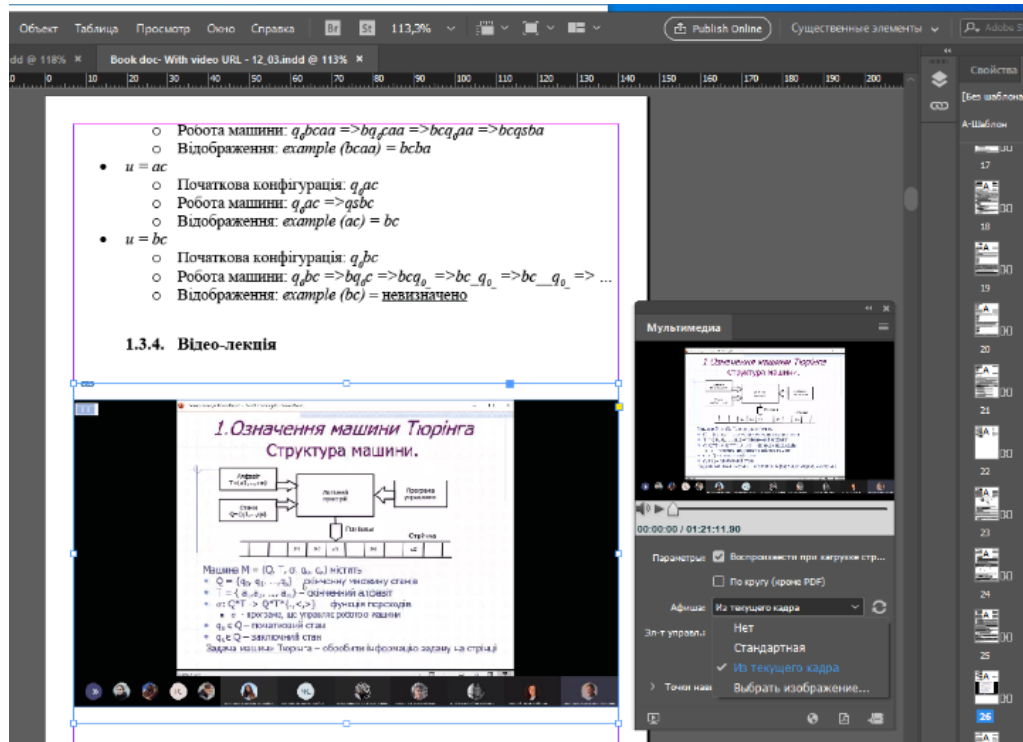


Рис. 8. Налаштування параметрів відтворення мультимедіа.

Після додавання всіх відео і створення EPUB контейнера з'ясувалось, що розмір електронної книги становить 3,2 ГБ. Задля зменшення розміру публікації, мною було прийнято рішення про конвертацію відео – зменшення роздільної здатності і публікацію відеоматеріалів на GoogleDrive та створення гіперпосилань в тексті інтерактивного навчального підручника.

Конвертація відео

З метою зменшення розміру відео-файлів лекцій необхідно зконвертувати файли, змінивши роздільну з 1920x1080 на 640x360. Для цього на мові програмування Python з використанням бібліотеки OpenCV була написана програма change_res. Після конвертації зменшення обсягу файлів становило від 23% до 40%.

```

import cv2
import shutil
import os
import argparse
import sys

def change_res(path, width, height):
    fps = int(round((cv2.VideoCapture(path)).get(cv2.CAP_PROP_FPS)))
    os.rename(path, path[:-4] + '_old_' + '.mp4')
    out = cv2.VideoWriter(path, cv2.VideoWriter_fourcc('M','J','P','G'), fps, (width, height))

    path = path[:-4] + '_old_' + '.mp4'

    cap = cv2.VideoCapture(path)

    while cap.isOpened():
        success, frame = cap.read()
        if success == False:
            break

        resize = cv2.resize(frame, (width, height), cv2.INTER_CUBIC)
        out.write(resize)

    cap.release()
    out.release()
    shutil.move(path, 'trash.mp4')
    cv2.destroyAllWindows()

argp = argparse.ArgumentParser(description='Change video resolution')
argp.add_argument("-path", dest='path', type=str, nargs=1, required=True,
                  help='Usage: -path <path_to_video>')
argp.add_argument("-res", dest='res', type=int, nargs=2, required=True,
                  help='Usage: -res <x_res> <y_res>')

try:
    args = argp.parse_args()
except:
    argp.print_help(sys.stderr)
    exit(1)
change_res(args.path[0], args.res[0], args.res[1])

```

Додавання математичних знаків і формул

Текст навчального підручника містить велику кількість математичних знаків, символів і формул. Додавання спеціальних символів відбувається командою меню **Текст→Гліфи**, що дозволяє вибрати, вставити та налаштувати будь-які символи (Рис.9).

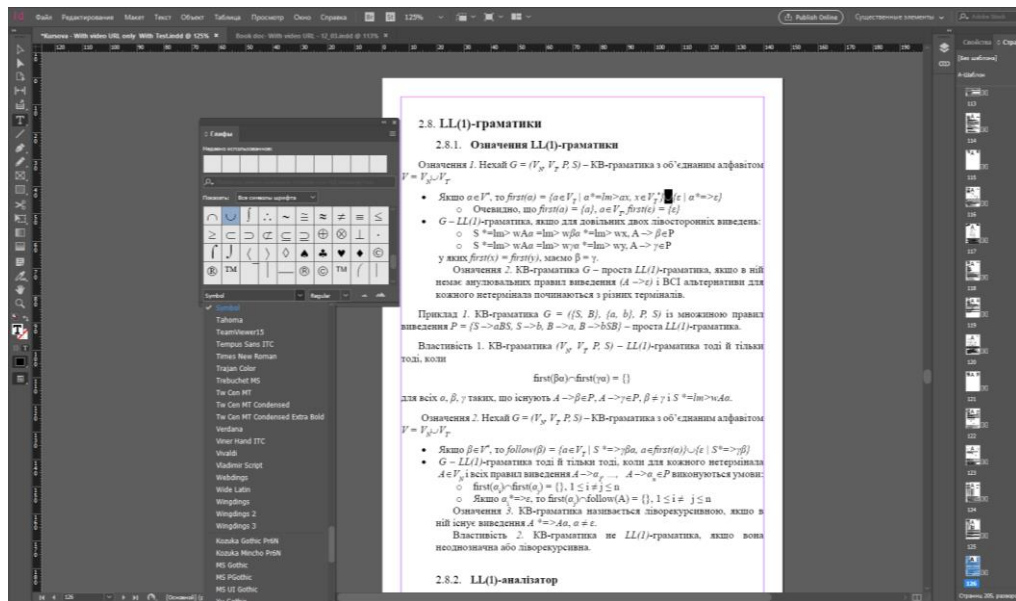


Рис. 9. Додавання математичних символів.

Створення інтерактивних елементів керування

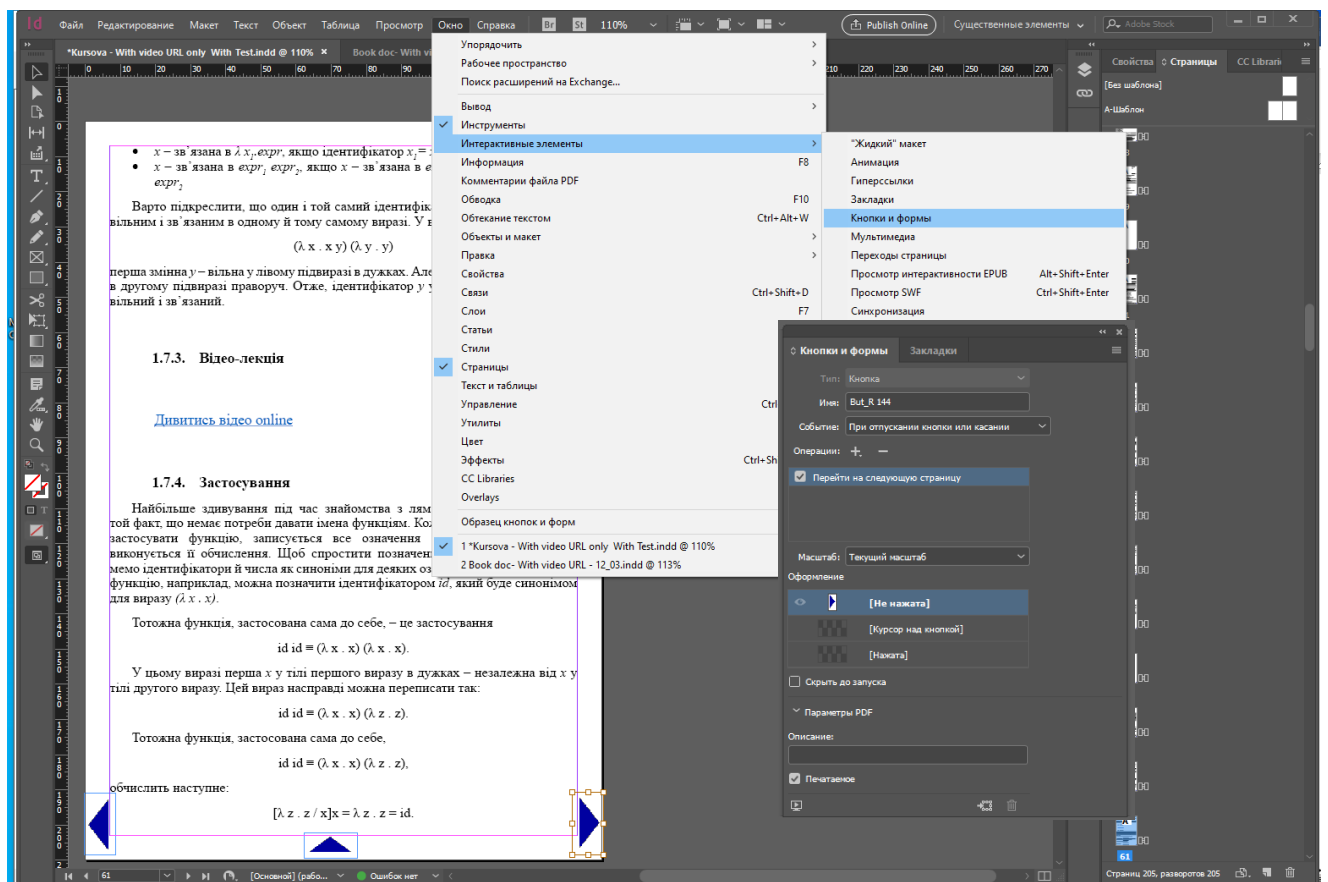


Рис. 10. Додавання і налаштування елементів керування.

Елементи керування навігацією у вигляді кнопок спочатку необхідно створити у вигляді графічного об'єкту, потім додати на сторінки і призначити дію, яка буде виконуватись при наведенні курсору та натисканні на кнопку.

Додавання ефектів анімації

Програма Adobe InDesign надає можливості розробляти, перевіряти, публікувати, контролювати типографіку вмісту видавничої продукції у тому числі і електронних мультимедійних інтерактивних видань

За необхідності, до об'єктів можна додати анімаційні ефекти, такі як переміщення, перетворення об'єктів, ефекти гортання сторінок, тощо.

Через меню Вікно→Інтерактивне→Анімація є можливість налаштувати ефекти анімації об'єкту та переглянути ефект.

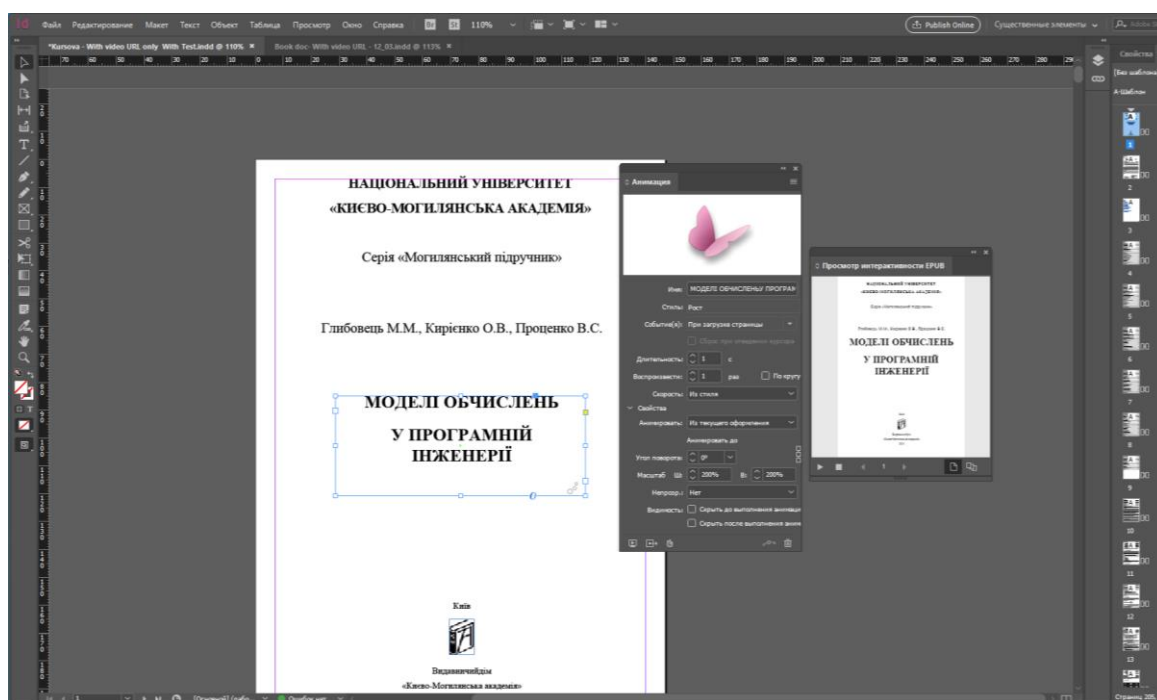


Рис. 11. Налаштування ефектів анімації об'єкту

Для налаштування ефекту гортання сторінок обирається тип переходу, напрямок та швидкість у вікні **Параметри сторінки**→**Переходи**→**Налаштувати**

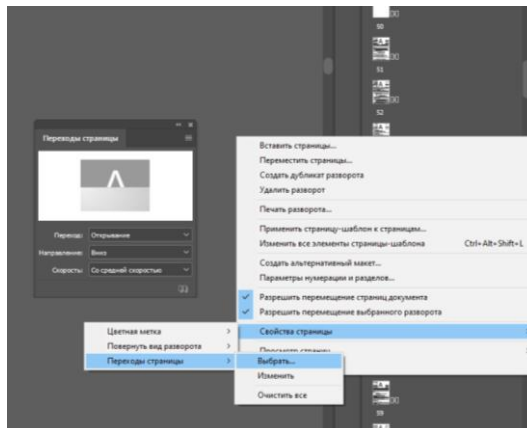


Рис. 12. Налаштування ефекту гортання сторінок

Збереження книги у формат EPUB3.

Документ InDesign можна експортувати у формат EPUB3, обравши варіант експорту документа в «Придатний до перекомпонування» (Reflowable), або «З фіксованим макетом» (Fixed Layout).

Перший варіант дозволяє пристроям, які можуть відображувати файли EPUB3 оптимізувати вміст у залежності від пристрою відтворення. Він краще підходить для користувачів пристроїв із технологією електронного паперу. Також цьому формату варто віддати перевагу, якщо потрібно надати можливість змінювати шрифт і розмір тексту на пристроях читання.

Другий варіант формату із фіксованим макетом дозволяє включати в документи аудіо, відео та зміст, можна додавати інтерактивні документи, що містять елементи керування, такі як кнопки навігації, переходи сторінок, анімація та гіперпосилання. Такий формат варто використовувати для документів з великою кількістю графіки, з аудіо супроводженням або вбудованим відео. Цей формат краще підходить для дитячих книг, підручників, художніх альбомів і каталогів.

Так як наповнення мультимедійного навчального посібника буде містити і математичні формули, і гіперпосилання, і відео лекцій, то необхідно експортувати документ у формат EPUB3 з фіксованим макетом.

При цьому підтримуються такі можливості роботи з текстом:

- Текст не растеризується - динамічний текст можна виділяти, а також виконувати пошук у ньому,
- Динамічний текст масштабується горизонтально та вертикально,
- Можна додавати символи-заповнювачі табуляції,
- До тегів додаються атрибути мови,
- До тегів додаються дані про клас CSS,
- Підтримуються гіперпосилання та перехресні посилання в тексті, що ведуть до URL-адрес, текстових прив'язок і сторінок.

Для того, щоб експортувати підготовлений файл електронної книги у формат EPUB3 з фіксованим макетом необхідно виконати такі дії:

1. Вибрати команду меню **Файл→Експорт**,
2. Вказати ім'я файлу та місце розташування,
3. Вибрати у переліку **Формат** діалогового вікна «**Зберегти як**» значення «**EPUB (фіксований макет)**», та натиснути «**Зберегти**»,
4. У діалоговому вікні «**Параметри експорту в EPUB**» встановити необхідні значення параметрів (Обкладинка, Зміст для навігації, Метадані, стилі CSS та скрипти JavaScript, ...) і натиснути «**ОК**».

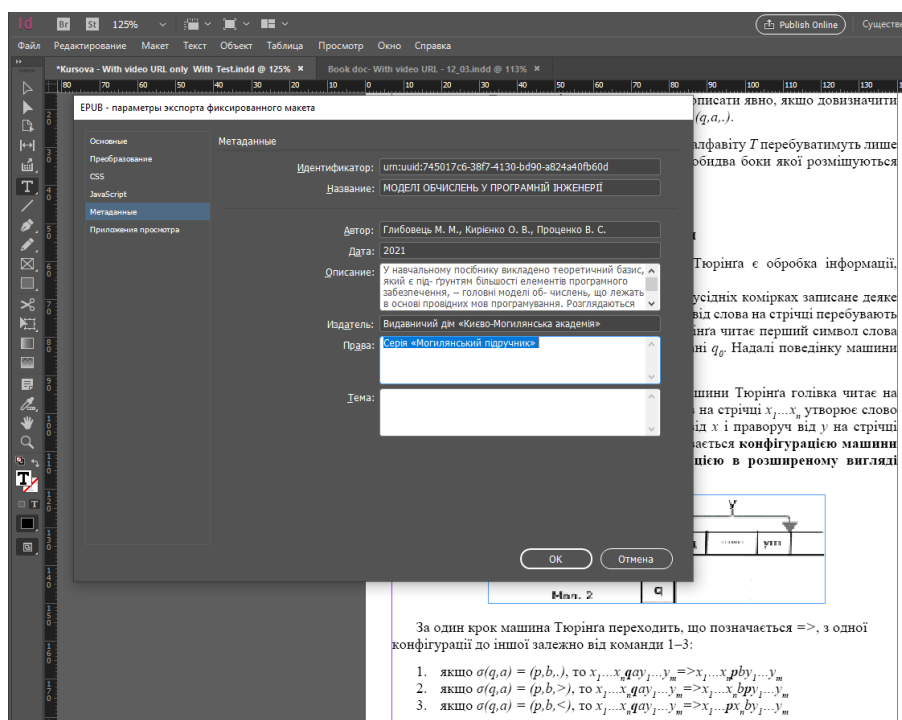


Рис. 13. Налаштування параметрів експорту документу в формат EPUB3

Метадані

Метадані електронної книги - це інформація, яка описує книгу, містить поля: ідентифікатор, назву, автор, дата, опис, видавець, права і тема. Метадані включаються в експортований файл `content.opf`.

Ідентифікатор – Унікальний ідентифікатор створюється та відображається автоматично. (Лише для читання)

Назва – Назва публікації (заголовок EPUB).

Автор – Автор (або автори) електронної книги або документу EPUB.

Опис – Опис EPUB.

Засіб створення – Введіть назву засобу створення EPUB.

Дата – Дата публікації EPUB.

Видавець – Інформація про видавця, що відображається в метаданих електронної книги.

Права – Дані про авторське право.

Тема – Тема EPUB.

Метадані, які містяться у файлі content.opf представлено на Рис.14.

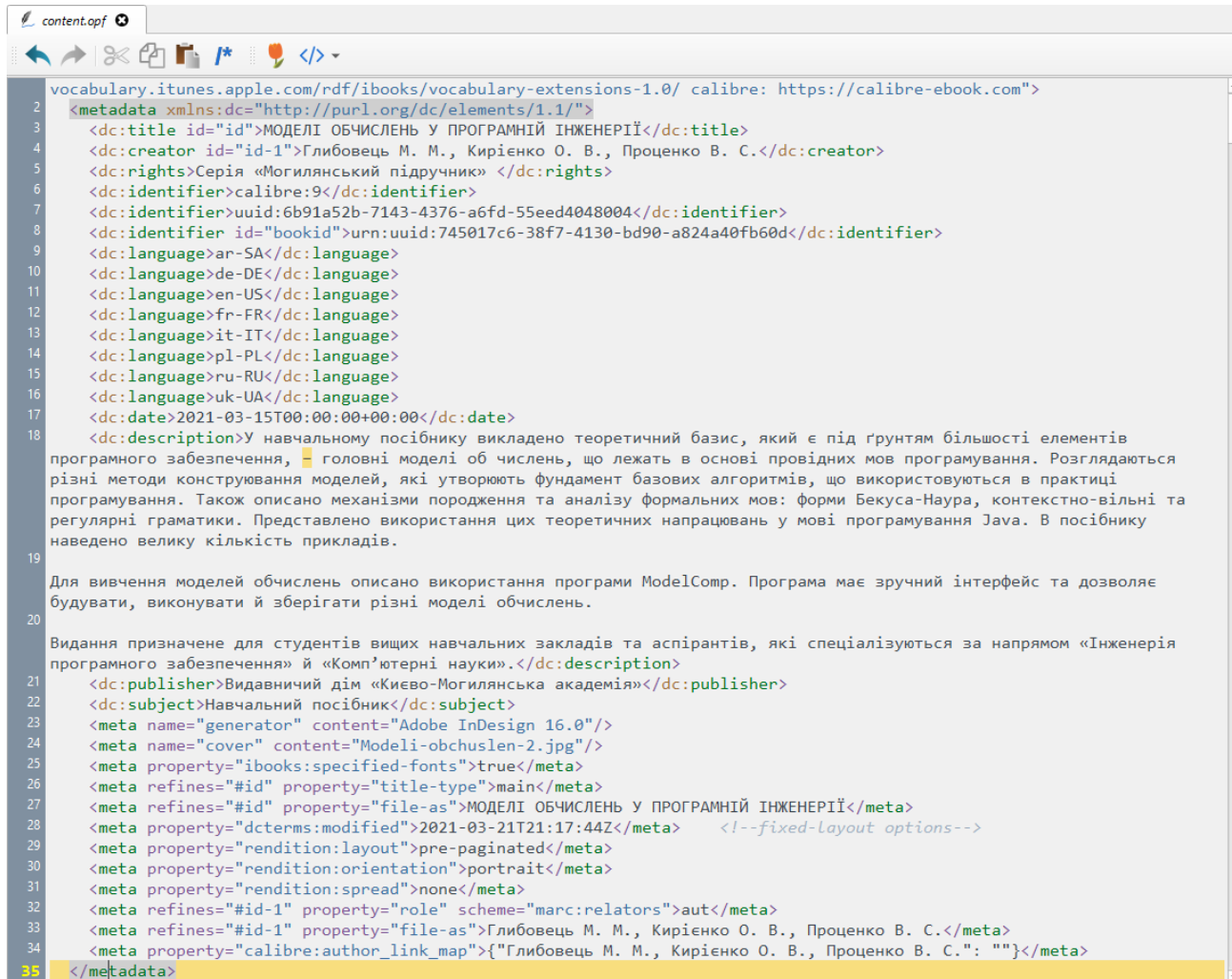


Рис. 14. Метадані електронного посібника.

Етап редагування наповнення електронної книги.

В процесі наповнення електронної книги були додані інтерактивні елементи керування у вигляді кнопок, сторінки з тестами по моделях обчислень, які повинні містити виконувані js-скрипти.

Додавання HTML-коду і представлення сторінки навчального посібника в форматі EPUB3 у програмі InDesign наведено на Рис. 15.

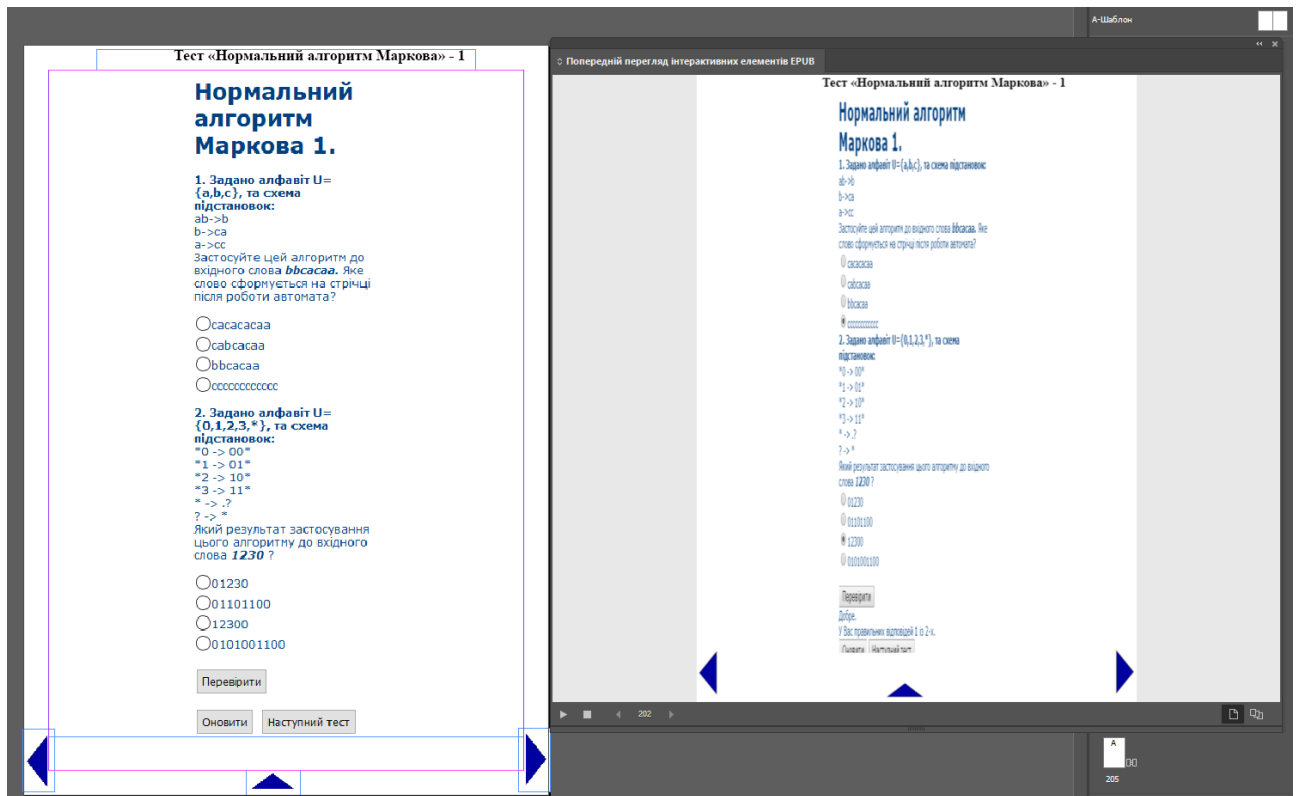


Рис. 15. Додавання коду HTML та перегляд вмісту електронного видання в Adobe InDesign

Після створення макету і наповнення електронної книги необхідно доповнити її виконуваними компонентами – скриптами інтерактивних елементів та текстів на xhtml-сторінках книги. Використовувалось програмне забезпечення **WebStorm** версія **2020.3.2**.

WebStorm це середовище розробки, яке побудоване на базі IntelliJ, забезпечує можливості корегування та аналізу програмного коду, рефакторингу та відлагодження. Мови, які підтримує WebStorm: CoffeeScript, JavaScript, TypeScript, ..., HTML та CSS код [4].

Зручність середовища для редагування js-скриптів, xhtml та CSS продемонстровано на Рис. 16 та 17.

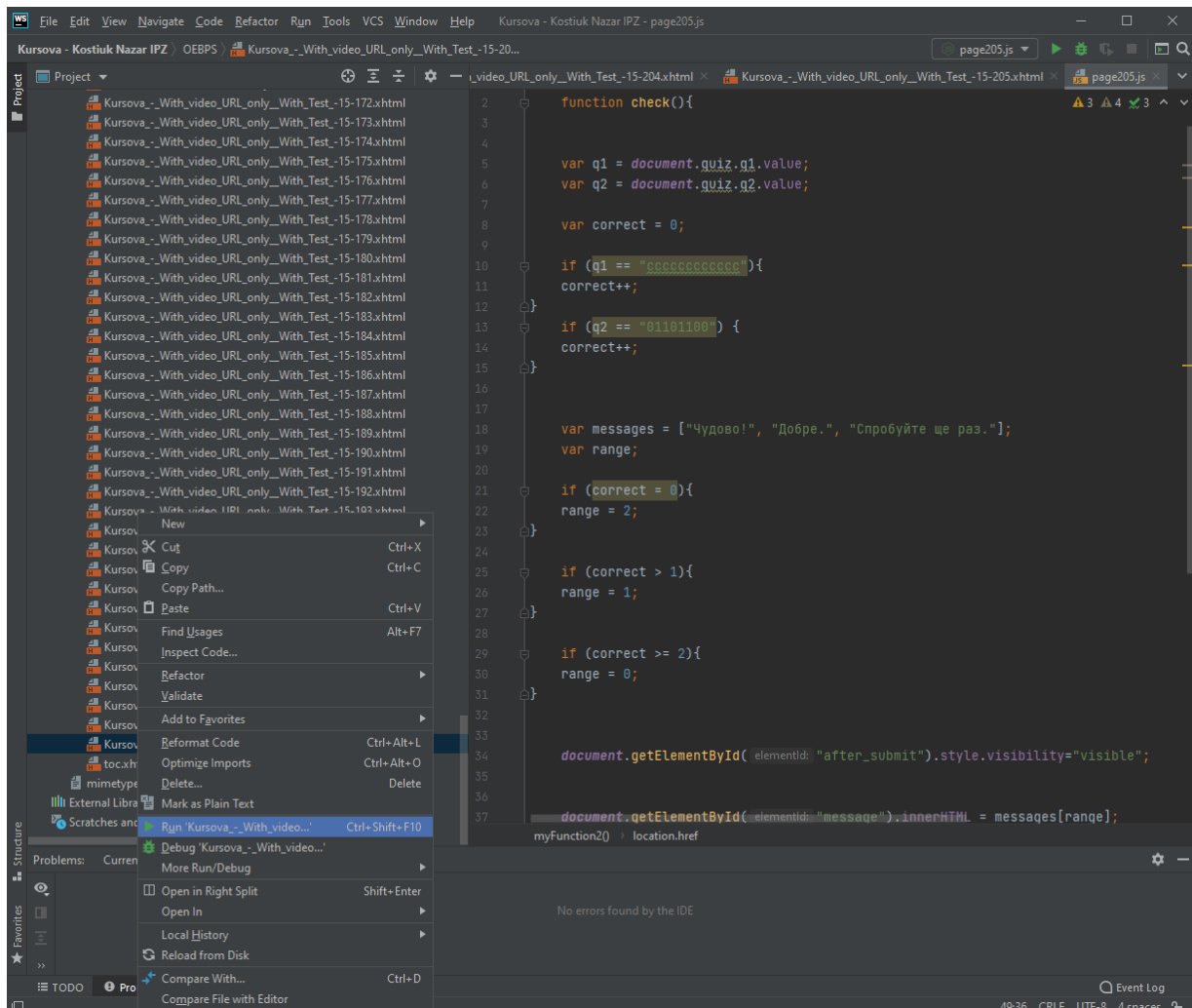


Рис. 16. Використання WebStorm для редагування та відлагодження js-скриптів.

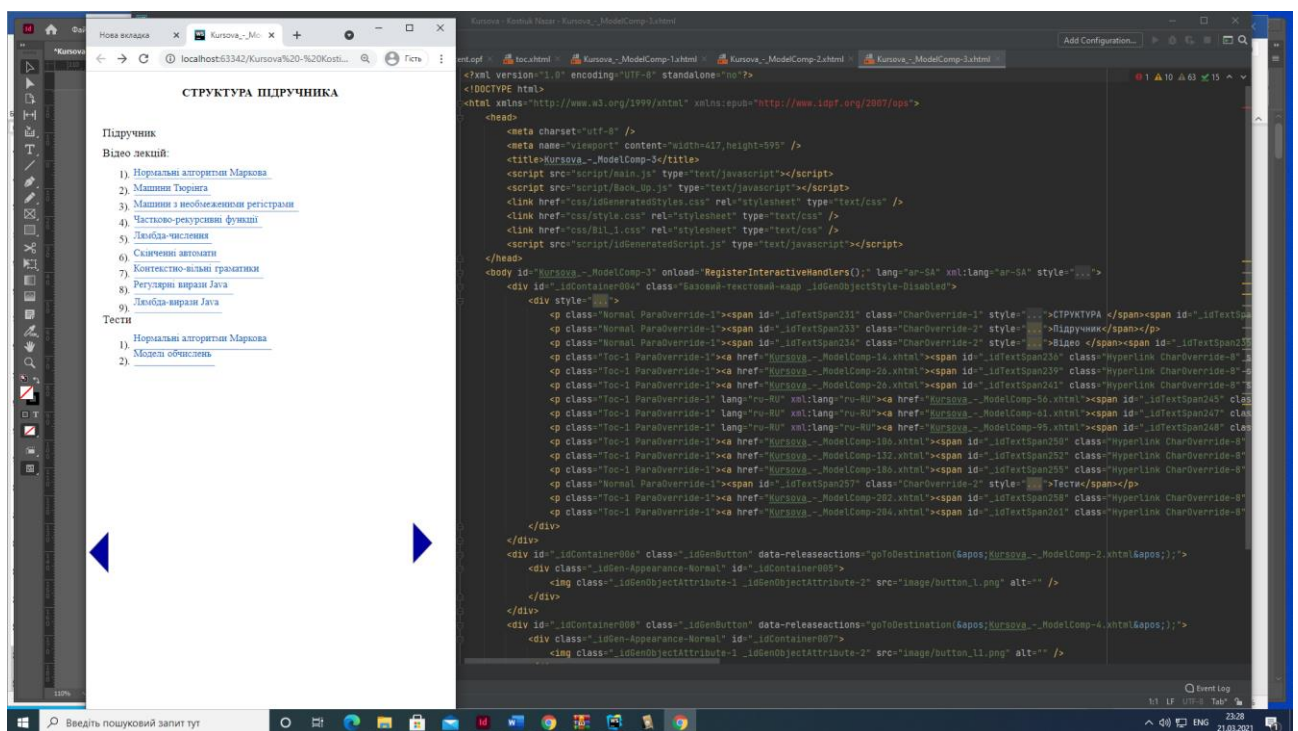


Рис. 17. Використання WebStorm для відлагодження xhtml.

Перегляд, редагування електронної книги та додавання нових файлів відбувалось за допомогою програми **Calibre**.

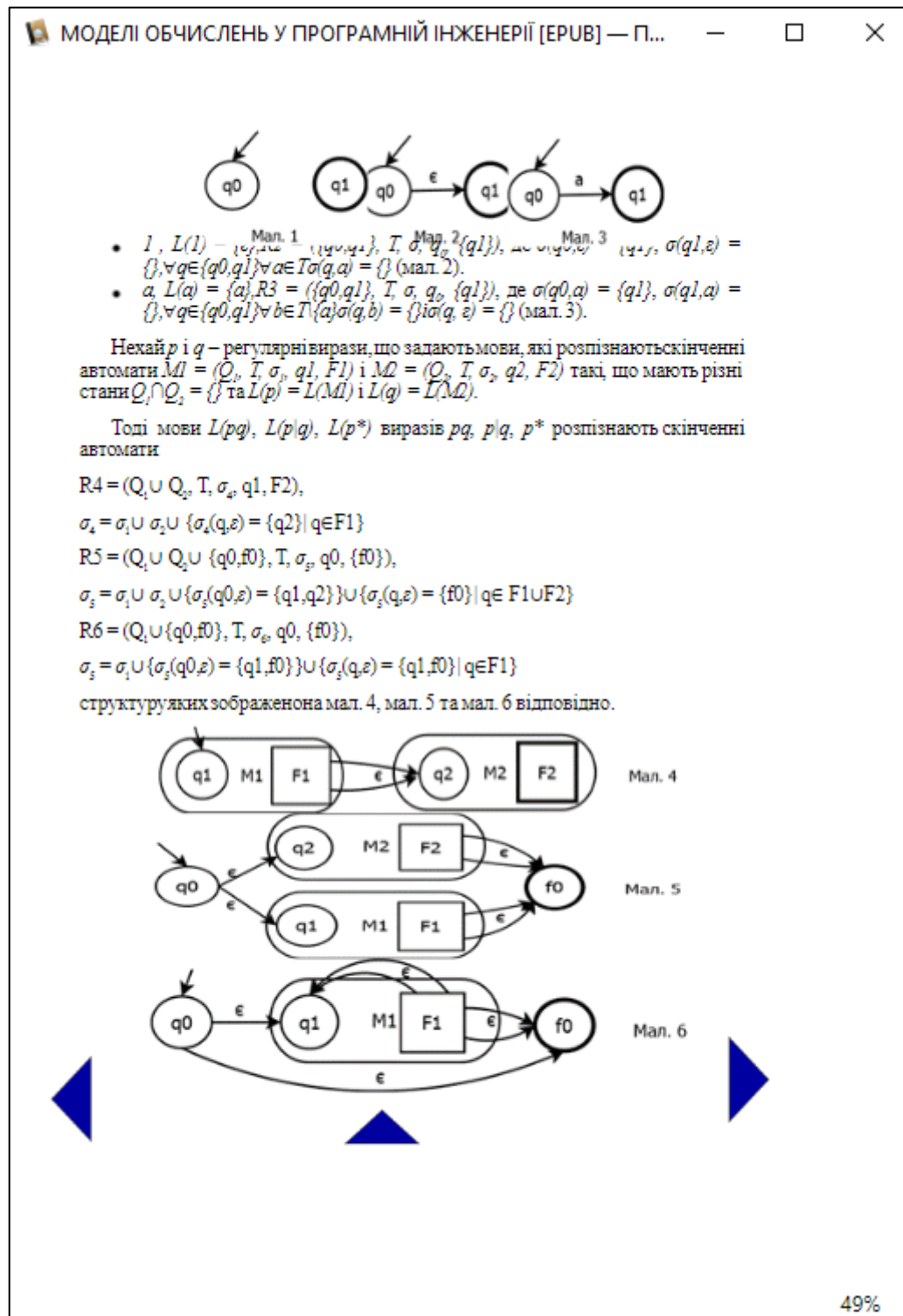


Рис. 18. Відображення вмісту електронної книги програми Calibre.

В складі Calibre є редактор, який дозволяє редагування електронних книг, зокрема і у форматі EPUB. У вікні редактора відображується і XHTML код сторінок книги, і результат – відображується вміст редагованої сторінки електронної книги.

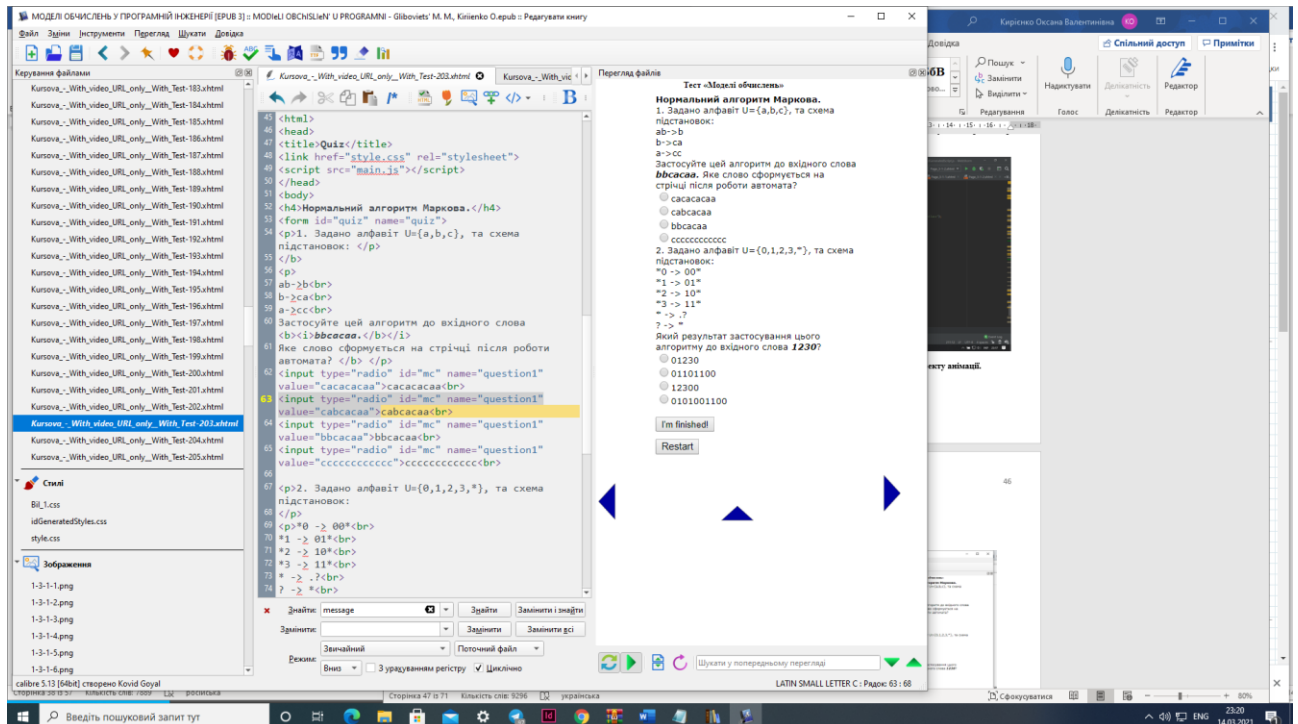


Рис. 19. Редагування коду вмісту електронного видання в редакторі Calibre.

Calibre використовувався для остаточного корегування та вдосконалення та оптимізації вмісту електронної книги.

Етап тестування відображення електронної книги

Для перевірки відображення файлу електронного видання використовувалось програмне забезпечення **Calibre**, **Adobe Digital Editions** та **Freda**, браузер **Google Chrome** та **Microsoft Edge**, пристрої - електронна книга **PocketBook Reader Pro 602** та смартфон **iPhone**.

Calibre — крос-платформенний застосунок для формування електронної бібліотеки користувача, який дозволяє додавати, читати і зберігати електронні книги різних форматів. У його складі є додатки **E-book viewer** та **E-book editor** (відповідно: для відображення і читання електронних книг та редагування електронних книг).

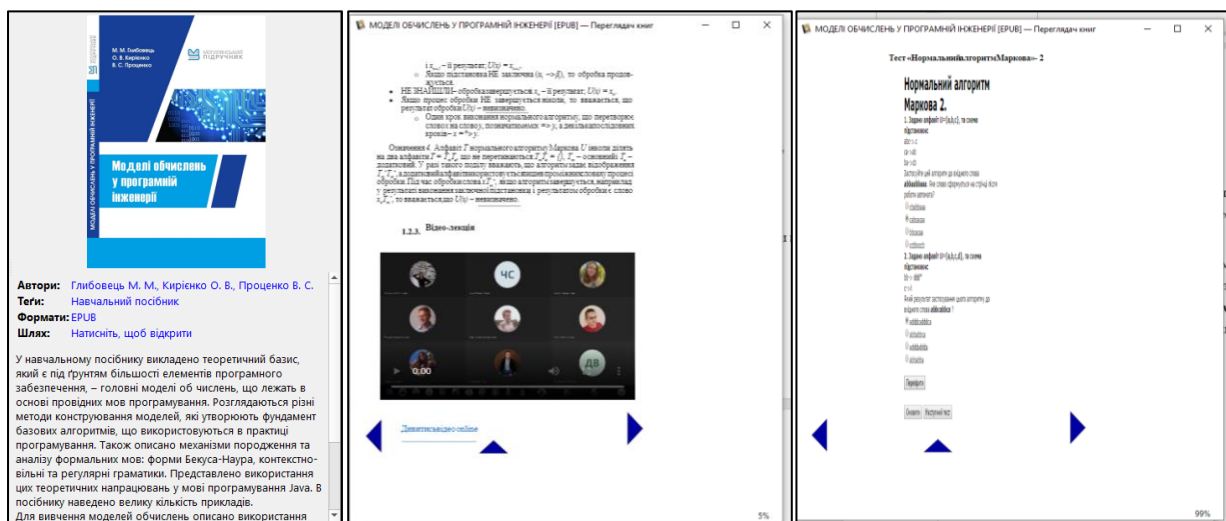


Рис. 20. Відображення вмісту книги в програмі **Calibre**

Форматування книги – Відповідає макету.

Вміст – Коректне відображення.

Зміст – Коректне відображення.

Навігація по змісту – Не виконується, не підтримується засобами програми Calibre.

Перехід за

URL-посиланнями – Виконується.

Анімація об'єктів – Виконується.

Графічні зображення – Коректне відображення.

Відео-контент – Відображується, але не програвється засобами програми Calibre.

Елементи керування – Відображуються, але не підтримуються засобами програми Calibre.

Adobe Digital Editions – програма для читання електронних книг на комп'ютерах з операційною системою Windows або MacOS. Розробник Adobe Systems.

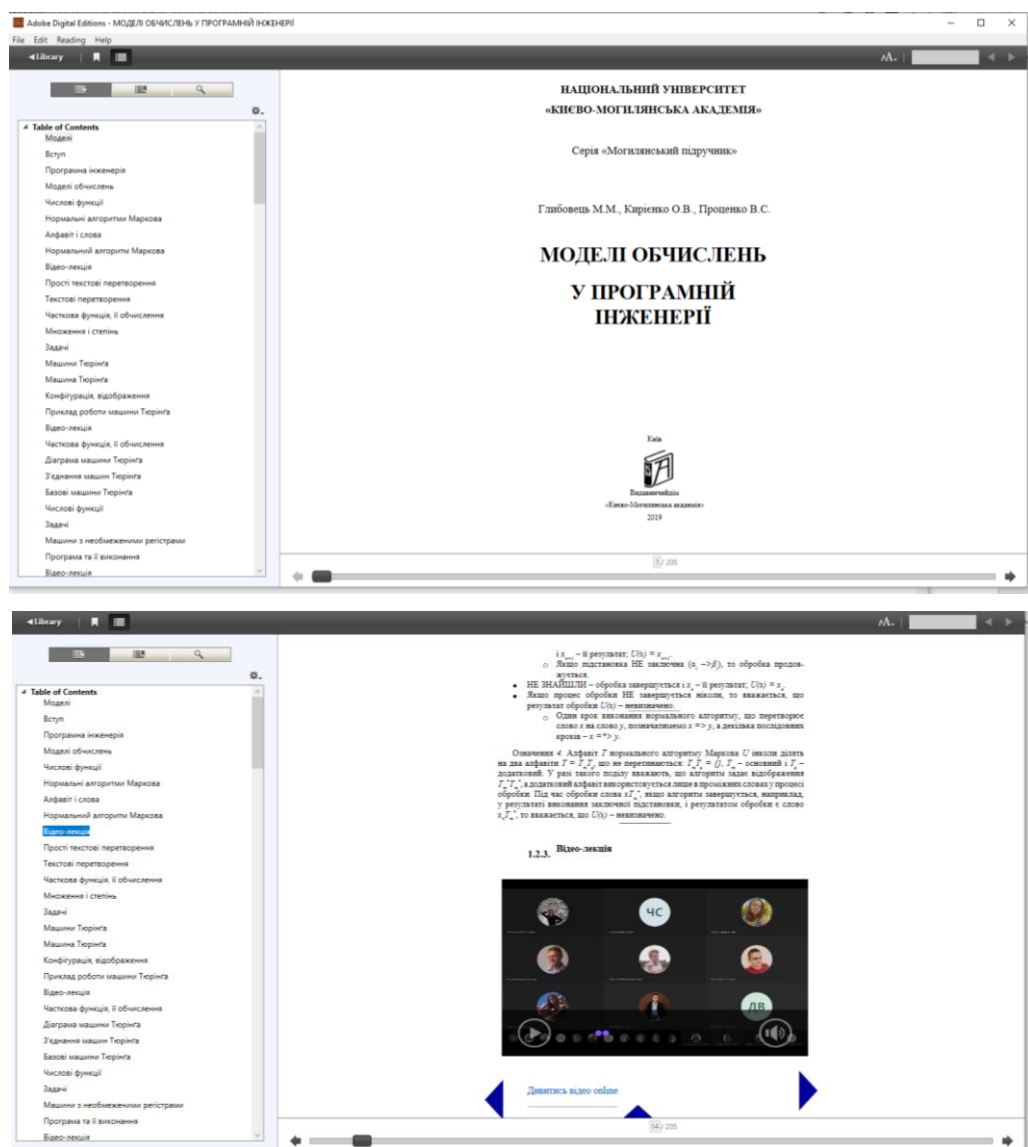


Рис. 21. Відображення вмісту книги в програмі Adobe Digital Editions.

Форматування книги	– Розташування тексту відповідає макету; розташування елементів керування відповідає макету.
Вміст	– Коректне відображення.
Зміст	– Коректне відображення.
Навігація по змісту	– Підтримується.
Перехід за URL-посиланнями	– Виконується.
Анімація об'єктів	– Виконується.
Графічні зображення	– Коректне відображення.
Відео-контент	– Відображується.
Елементи керування	– Відображуються і працюють коректно.

Freda – це безкоштовне програмне забезпечення для відображення та читання електронних книг на комп'ютерах з операційною системою Windows.

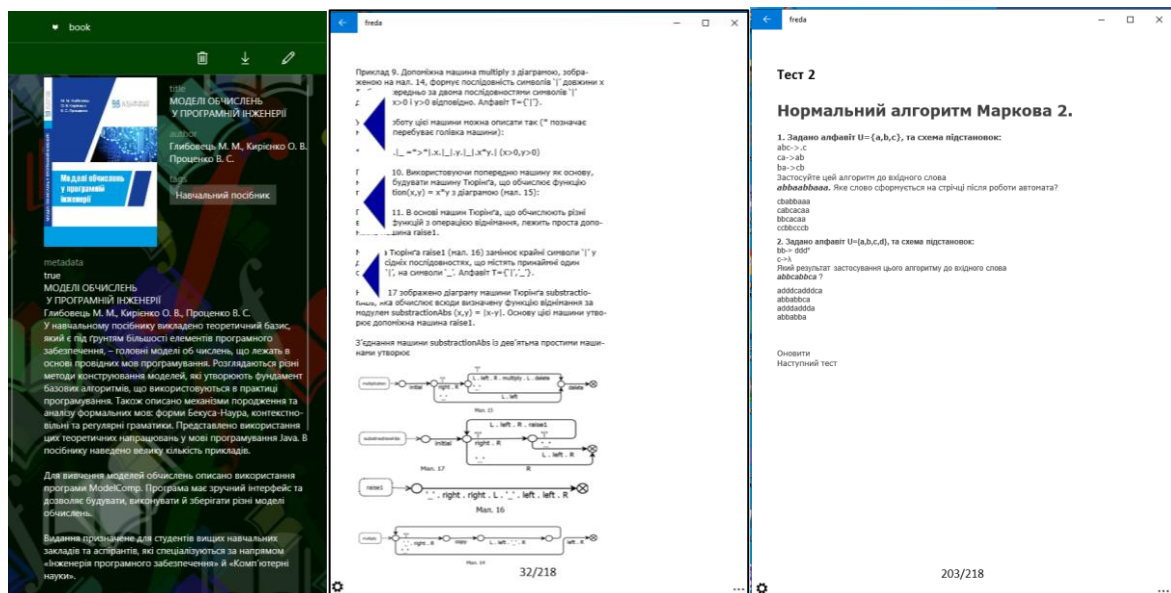


Рис. 22. Відображення вмісту книги в програмі *Freda*.

Форматування книги	– Розташування тексту відповідає макету; розташування елементів керування не відповідає макету.
Вміст	– Коректне відображення.
Зміст	– Коректне відображення.

Навігація по змісту	– Не виконується, не підтримується засобами програми Freda.
Перехід за URL-посиланнями	– Не виконується, не підтримується засобами програми Freda.
Анімація об'єктів	– Виконується.
Графічні зображення	– Коректне відображення.
Відео-контент	– Не відображується, не підтримується засобами програми Freda.
Елементи керування	– Відображуються, розташування елементів керування не відповідає макету, не підтримуються засобами програми Freda.

EPUB Reader - додаток для браузері Chrome, який дозволяє читати електронні книги у форматі EPUB.

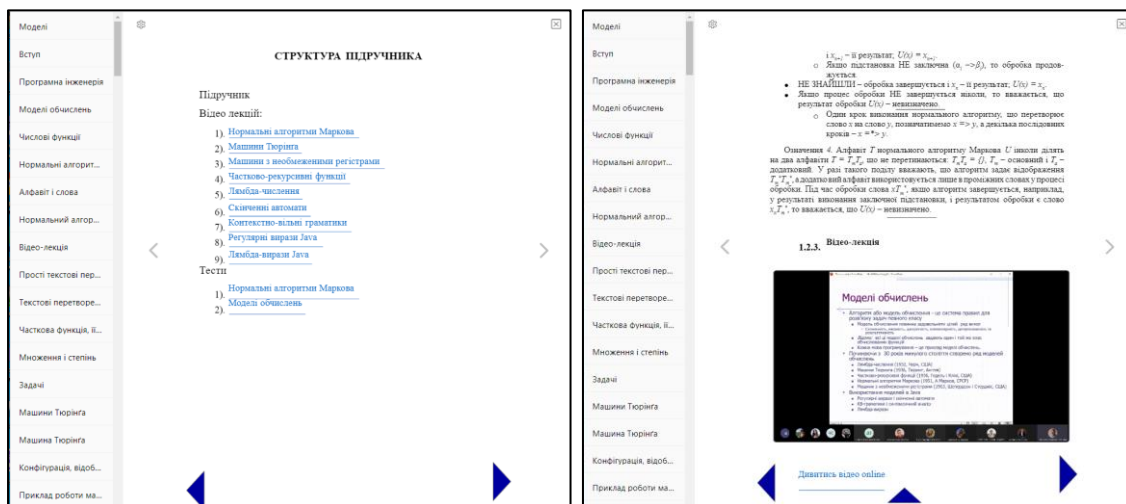


Рис. 23. Відображення вмісту книги в додатку браузера Chrome - EPUB Reader.

Форматування книги	– Розташування тексту відповідає макету; розташування елементів керування відповідає макету.
Вміст	– Коректне відображення.
Зміст	– Коректне відображення.
Навігація по змісту	– Підтримується.

Перехід за

URL-посиланнями – Виконується.

Анімація об'єктів – Виконується.

Графічні зображення – Коректне відображення.

Відео-контент – Відображується.

Елементи керування – Відображуються, не підтримуються засобами додатку EPUB Reader.

Chrome – web-браузер Google.

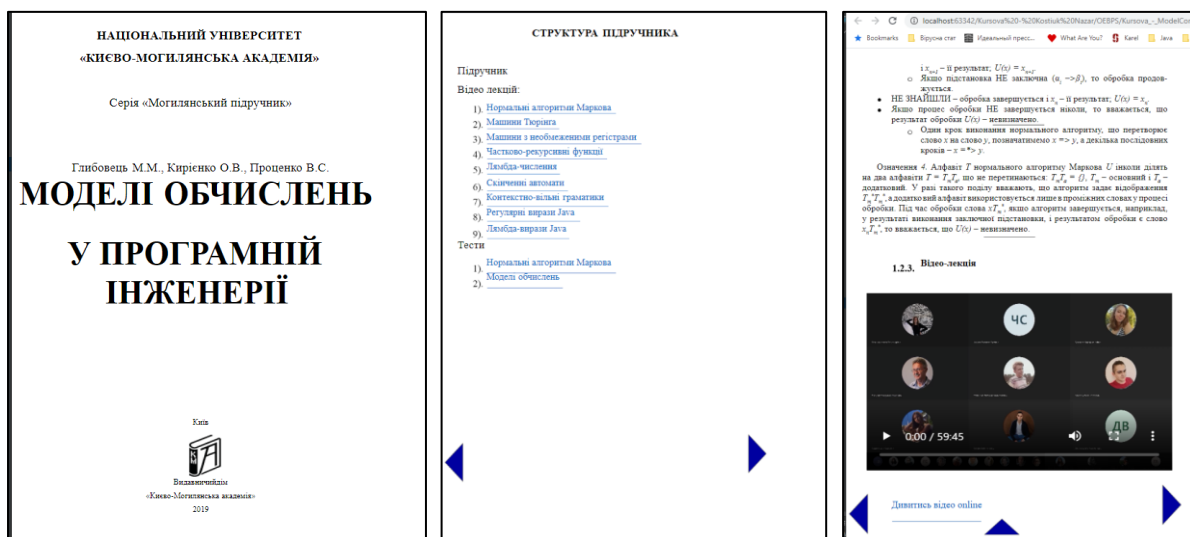


Рис. 24. Відображення вмісту книги в браузері Chrome.

Форматування книги – Розташування тексту відповідає макету; розташування елементів керування відповідає макету.

Вміст – Коректне відображення.

Зміст – Коректне відображення.

Навігація по змісту – Підтримується.

Перехід за

URL-посиланнями – Виконується.

Анімація об'єктів – Виконується.

Графічні зображення – Коректне відображення.

Відео-контент – Відображується.

Елементи керування – Відображуються і працюють коректно.

Microsoft Edge – браузер Windows 10. До вересня 2019 року браузер мав вбудовану функцію читання електронних книг формату EPUB. На сьогодні – не підтримує відображення файлів у форматі EPUB.

Крім цього було протестовано читання електронної книги на PocketBook Pro 602 та на iPhone.

iPhone

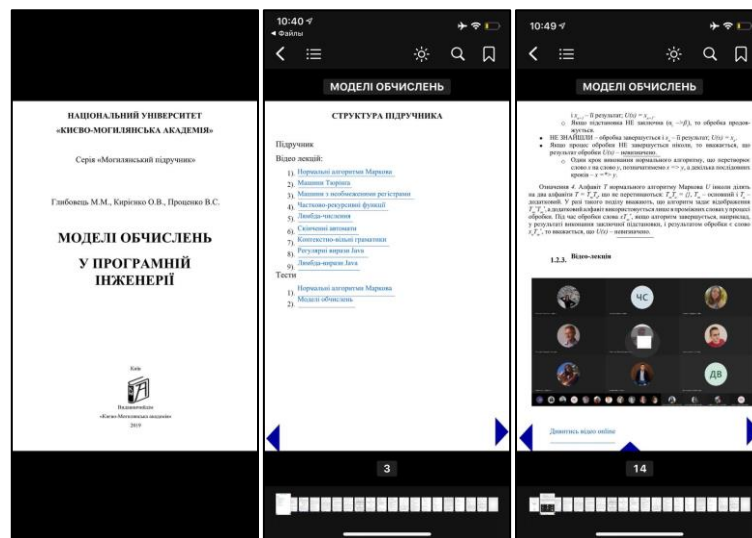


Рис. 25. Відображення вмісту книги на iPhone

Форматування книги – Розташування тексту відповідає макету; розташування елементів керування відповідає макету.

Вміст – Коректне відображення.

Зміст – Коректне відображення.

Навігація по змісту – Підтримується.

Перехід за

URL-посиланнями – Виконується.

Анімація об'єктів – Виконується.

Графічні зображення – Коректне відображення.

Відео-контент – Коректне відображення.

Елементи керування – Відображуються і працюють коректно.

PocketBook Reader Pro 602

Форматування книги – Розташування тексту відповідає макету; розташування елементів керування відповідає макету.

Вміст – Коректне відображення.

Зміст – Коректне відображення.

Навігація по змісту – Підтримується.

Перехід за

URL-посиланнями – Виконується.

Анімація об'єктів – Не виконується, не підтримується PocketBook Pro 602

Графічні зображення – Коректне відображення.

Відео-контент – Не відображується, не підтримується PocketBook Pro 602

Елементи керування – Відображуються, не підтримується PocketBook Pro 602

Розділ 5. Обґрунтування вибору інструментів розробки

Adobe InDesign версія 16.0

Adobe InDesign 16.0 — це професійний програмний продукт для роботи з макетами й дизайном та верстки, як поліграфічної продукції, так і цифрових видань. Adobe InDesign випускається з 1999 року. Інтегрується з іншими програмними продуктами компанії Adobe Systems.

Можливості програми включають:

- імпорт зображень різних форматів;
- імпорт тексту з файлів різних форматів (DOCX, PDF, XML, і т.і.);
- набір інструментів для редагування імпортованих матеріалів (робота з шарами, стилі оформлення, таблиці, шаблони);
- вбудовування у електронні видання гіперпосилань, аудіо-, відео об'єктів;
- можливість задавати анімаційні та відеоефекти для сторінок, окремих об'єктів чи елементів.

Adobe InDesign — професійна система верстки і дизайну, її широкий спектр інструментів і можливостей стали вирішальними у процесі вибору інструменту розробки дизайну інтерактивної електронної книги [6].

WebStorm версія 2020.3.2.

JetBrains WebStorm — програмне забезпечення - середовище розробки, яке побудоване на базі IntelliJ. Це інструмент для корегування та аналізу програмного коду, рефакторингу та відлагодження. Мови, які підтримує WebStorm: CoffeeScript, JavaScript, TypeScript, ..., HTML та CSS код. За інформацією розробника програмний продукт має такі можливості:

«Програмний продукт забезпечує навігацію по файлах і в режимі реального часу генерує повідомлення про проблеми, що виникають у коді. JetBrains WebStorm дозволяє додавати розмітку HTML-документів безпосередньо в JavaScript.

Використовуючи можливість коду HTML / XHTML та XML, WebStorm забезпечує автоматичне завершення стилів, посилань, атрибутів та інших

елементів коду. При роботі з CSS виконується завершення коду класів, HTML-номерів, ключових слів і т. д. WebStorm пропонує автоматичне вирішення таких проблем, як вибір формату, властивостей, класів, посилань на файли та інші атрибути CSS ... функції рефакторінга JavaScript дозволяють перетворювати структуру коду і файлів і .js.

WebStorm забезпечує відлагодження коду JavaScript і надає широкий діапазон можливостей: знаходження точки зупину в HTML і JavaScript, налаштування параметрів точки зупину, тестування синтаксису коду в режимі реального часу і т. Д. Продукт підтримує платформи JQuery, YUI, Prototype, DoJo, MooTools, Qooxdoo і Bindows. WebStorm передбачає інтегровану перевірку тексту на теги, послідовність коду, помилки в написанні та інше.» [4].

PyCharm версія 2020.3

JetBrains PyCharm — програмне забезпечення - середовище розробки для мови Python, яке побудоване на базі IntelliJ. Це інструмент для корегування та аналізу програмного коду, рефакторингу та відлагодження, підтримує виконання юніт-тестів.[8]

OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) – це бібліотека з відкритим програмним кодом, яка призначена для аналізу, класифікації та обробки зображень. Містить функції та алгоритми аналізу і обробки графічних і відео файлів.

Використовується для мов програмування Java, C ++, Python [7].

Calibre версія 5.13 [64bit]

Calibre — прикладна програма призначенна для формування бібліотеки електронних книг, які зберігаються у файлах різних форматів на пристроях користувача. Програма крос-платформна. Надає можливості відображення і

читання електронних книг, синхронізації пристроїв читання (eBookReader) користувача, а також редагування електронних книг, зокрема і у форматі EPUB.

Висновок

В процесі виконання цієї курсової роботи були проаналізовані сучасні формати електронних книг; проведено порівняння формату EPUB2 з форматом EPUB3 та вивчені переваги формату EPUB3; практично розглянуті такі інструменти розробки, відображення та редагування електронних видань: Adobe InDesign, Calibre, Adobe Digital Editions. Середовища розробки WebStorm використовувалось для створення і редагування XHTML і програм-скриптів, які написані на мові JavaScript; PyCharm і бібліотека OpenCV для конвертації відео-файлів (зменшення розміру кадру) .

Розроблено мультимедійну книгу - навчальний підручник «Моделі обчислень у програмній інженерії» (автори *Глибовець М. М., Кирієнко О. В., Проценко В. С.*), яка рекомендована студентам факультету інформатики для вивчення дисципліни «Моделі обчислень».

Інтерактивна електронна книга створена у форматі EPUB3 з вбудовуванням відео-контенту та з використанням мови розмітки веб-сторінок XHTML і програм-скриптів, які написані на мові JavaScript.

EPUB3 визначає формат поширення та обміну цифровими публікаціями і документами. Формат EPUB3 надає засоби подання, упаковки та кодування структурованого і семантично розширеного веб-контенту, включаючи HTML, CSS, SVG і інші ресурси, для поширення в однофайловий контейнері.

На сьогоднішній день, електронні видання активно розвиваються та популяризуються. Формат EPUB3 не можна назвати сталим форматом, через його тісний зв'язок, який пов'язаний з активною зміною веб-технологій. При переході на нову версію, може статися відмова від частини функціоналу, який є

розширенням EPUB над XHTML, або поява нового. При цьому розробники браузерів і вебстандартів дбають про зворотну сумісність і в середньостроковій перспективі можна очікувати сумісність браузерів з використовуваному у форматі EPUB3 коду XHTML.

Електронні книги у форматі EPUB3 активно поширюються через магазини електронних книг. Очікується, що формат EPUB3 буде використаний для широкого спектру контенту, включаючи книги, журнали та освітні, професійні і наукові публікації.

Література

1. Глибовець М. М., Кирієнко О. В., Проценко В. С. Моделі обчислень у програмній інженерії : [навч. посіб.] / Глибовець М. М., Кирієнко О. В., Проценко В. С.; Нац. ун-т "Києво-Могилян. акад.". - Київ : Києво-Могилянська академія, 2019. - 209 с. : мал. - (Серія "Могилянський підручник") - ISBN 978-966-518-767-7. - ISBN 978-966-2410-99-0 (Серія "Могилянський підручник")
2. EPUB 3.2 – 2019 - [Електронний ресурс] - <https://www.w3.org/publishing/epub/epub-spec.html>
3. EPUB Publication 3.0 – 2011 - [Електронний ресурс] - <http://www.idpf.org/epub/30/spec/epub30-publications.html>
4. Features – WebStorm - [Електронний ресурс] - <https://www.jetbrains.com/webstorm/features/>
5. Global ePublishing Revenues to Grow by 9% YoY to \$27B in 2021 - https://www.finaria.it/pr/global-epublishing-revenues-to-grow-by-9-yoy-to-27b-in-2021/?utm_source=ixbtcom
6. InDesign User Guide - 2021 - [Електронний ресурс] <https://helpx.adobe.com/ua/indesign/user-guide.html>
7. OpenCV - 2021 - [Електронний ресурс] - <https://docs.opencv.org/master/index.html>
8. What's New in PyCharm 2020.3 - 2020 - [Електронний ресурс] - <https://www.jetbrains.com/pycharm/whatsnew/>

**Додаток 1. Таблиця
характеристик
формату EPUB3**

Характеристика	Коментарі
Підтримка HTML5	EPUB3 вимагає серіалізації XML.
Незалежні документи SVG	В EPUB2 документи SVG повинні розташовуватись на XHTML-сторінках. Підтримка SVG, однак, доволно обмежена.
Підтримка MathML	Контент в XHTML підтримує розмітку MathML, але в обмеженому об'ємі.
Фіксований макет	
Навігація	ТОС(зміст) тепер є вимогою в HTML. NCX все ще дозволений, але ТОС є обов'язковим
Доступність	Включено атрибути ARIA для забезпечення доступності динамічного контенту
Зв'язаність	IDPF розробив реєстр для схем зв'язування. EPUBCFI - перша така схема, додана до реєстру. Вона може бути використана для посилань всередині текстів, а також для посилань з одного тексту на інший. Необхідна підтримка з боку програм для читання.
Скрипти	Програми для читання EPUB3 можуть включати підтримку скриптів, які у явному вигляді не підтримуються EPUB2. Скрипти повинні бути явно описані в маніфесті архіву.
Аудіо та відео	Строго рекомендується підтримка аудіо і відео, впроваджених як елементи аудіо і відео HTML5. Програми для читання повинні підтримувати хоча б один кодек для відео - MP4 / H.264 або WebM / VP8. Для аудіо обов'язкове підтримка MP3, рекомендується підтримка MP4.
Накладання медіа	Специфікація EPUB Media Overlays 3.0 визначає використання SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language), маніфесту EPUB, таблиці стилів і файлів контенту EPUB для представлення звуку, синхронізованого з контентом.

Додаткові модулі CSS3	EPUB3 визначає профіль CSS на основі CSS 2.1 з доповненням модулів з CSS3, в той час, як EPUB 2 ґрунтується на специфікації CSS2.
WOFF (шрифтовий формат для використання у веб-сторінках)	EPUB3 вимагає від програм для читання підтримки форматів шрифтів OpenType і WOFF для їх використання через команду @ font-face CSS.
Семантичні надбудови	Використання атрибута epub: type для семантичних надбудов.
Промовляти текст	Додано декілька інструментів для використання двигунів Text-to-Speech (TTS), включно зі словниками вимови, словник специфікації вимови і мовної модуль CSS3.
Reading System Object	Об'єкт epubReadingSystem забезпечує інтерфейс, через який файл із скриптами може запросити інформацію у програми користувача для читання. Об'єкт представляє властивості програм для читання (її назва та версія) та забезпечує метод hasFeature (), який може бути викликаний для визначення підтримуваних програмою функцій читання.
Зворотна сумісність	Створюючи ePub3, IDPF намагався переконатись, що всі електронні книги та зчитувачі електронних книг, які відповідали стандарту, були сумісні зі зворотним зв'язком - тобто, більшість старих пристроїв для читання можуть чудово прочитати чудовий новий файл EPUB 3, а більшість нових читачів можуть прочитати старий файл EPUB 2 без проблем.

Додаток 2. Програмний код. Файл *mimetype*

Файл mimetype

`application/epub+zip`

Додаток 3. Програмний код. Файл змісту *toc.xhtml*

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xmlns:epub="http://www.idpf.org/2007/ops">
  <head>
    <title>МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ</title>
  </head>
  <body>
    <nav id="toc" epub:type="toc">
      <h2>Contents</h2>
      <ol>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-10.xhtml">Моделі </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-10.xhtml">Вступ</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-11.xhtml">Програмна інженерія </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-11.xhtml">Моделі обчислень</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-12.xhtml">Числові функції</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-13.xhtml">Нормальні алгоритми Маркова
</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-13.xhtml">Алфавіт і слова</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-13.xhtml">Нормальний алгоритм
Маркова</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-14.xhtml">Відео-лекція</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-15.xhtml">Прості текстові
перетворення</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-16.xhtml">Текстові перетворення</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-17.xhtml">Часткова функція, її
обчислення</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-19.xhtml">Множення і степінь</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-21.xhtml">Задачі</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-23.xhtml">Машина Тюрінґа </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-23.xhtml">Машина Тюрінґа </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-24.xhtml">Конфігурація,
відображення</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-25.xhtml">Приклад роботи машини
Тюрінґа</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-26.xhtml">Відео-лекція</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-26.xhtml">Часткова функція, її обчислення
</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-27.xhtml">Діаграма машини
Тюрінґа</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-28.xhtml">З'єднання машин
Тюрінґа</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-30.xhtml">Базові машини Тюрінґа</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-31.xhtml">Числові функції</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-33.xhtml">Задачі</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-35.xhtml">Машини з необмеженими
регістрами </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-35.xhtml">Програма та її
виконання</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-36.xhtml">Відео-лекція</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-36.xhtml">Блок-схеми та програми</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-37.xhtml">Обчислення числової
```

функції

- [Перетворення програм](#)
- [Приклади деяких програм](#)
- [Задачі](#)
- [Системи Поста](#)
- [Правило виведення і безпосереднє виведення](#)
- [Означення Системи Поста](#)
- [Функція обчислювана за Постом](#)
- [Прості числові функції](#)
- [Розширений алфавіт у системах Поста](#)
- [Задачі](#)
- [Частково-рекурсивні функції](#)
- [Вступ. Базові функції](#)
- [Операція суперпозиції. Функції-константи](#)
- [Операція примітивної рекурсії](#)
- [Прості арифметичні функції](#)
- [Тотальні функції віднімання](#)
- [Операція мінімізації](#)
- [Відео-лекція](#)
- [Частково визначені функції. Означення](#)
- [Задачі](#)
- [Лямбда-числення](#)
- [Лямбда-вирази](#)
- [Вільні та зв'язані змінні](#)
- [Відео-лекція](#)
- [Застосування](#)
- [Цілі числа](#)
- [Додавання і множення](#)
- [Логічні значення і операції](#)
- [Перевірка умови](#)
- [Пари і попереднє число](#)
- [Рівність і нерівність](#)
- [Рекурсія](#)
- [Задачі](#)
- [Програма ModelComp](#)
- [Встановлення програми](#)
- [Призначення програми](#)
- [Робота з машиною з необмеженими регістрами](#)
- [Робота з машиною Тюрінга](#)

- Робота з нормальним алгоритмом Маркова
- Робота з системою Поста
- Робота з частково-рекурсивними функціями
- Робота з лямбда-виразами
- Представлення моделей у текстовому файлі
- Аналіз
- Граматика
- Означення: граматика, мова
- Типи граматик
- Означення дерева
- Дерево виведення
- Приклади КВ-граматик
- Задачі
- Скінченні автомати
- Детермінований скінченний автомат
- Недетермінований скінченний автомат
- Побудова еквівалентного детермінованого автомата
- Відео-лекція
- Регулярні граматика
- Задачі
- Регулярні вирази
- Алгебра Кліні
- Регулярні вирази
- Регулярні вирази й скінченні автомати
- Задачі
- Контекстно-вільні граматика
- Контекстно-вільна граматика
- Лівостороння і правостороння вивідності
- Дерево виведення
- Відео-лекція
- Мова, неоднозначність
- Задачі
- Властивості КВ-граматик
- Приведення КВ-граматик
- Перетворення КВ-граматик
- Схеми граматик
- Задачі

```

</li><a href="Kursova_-_ModelComp-116.xhtml">Магазинні автомати </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-116.xhtml">Магазинний автомат і
конфігурація</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-118.xhtml">Приклад МП-автомата</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-118.xhtml">Властивості МП-
автоматів</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-121.xhtml">Задачі </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-122.xhtml">Синтаксичний аналіз </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-122.xhtml">Задача синтаксичного
аналізу</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-122.xhtml">Приклад синтаксичного
аналізу</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-123.xhtml">Синтаксичні
аналізатори</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-124.xhtml">Синтаксичний аналіз згори
вниз</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-125.xhtml">Синтаксичний аналіз знизу
вгору</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-126.xhtml">LL(1)-граматики </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-126.xhtml">Означення LL(1)-граматики
</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-126.xhtml">LL(1)-аналізатор</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-127.xhtml">Приклад LL(1)-
аналізатора</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-128.xhtml">Побудова керівної
таблиці</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-129.xhtml">Побудова функцій first і
follow</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-131.xhtml">Java</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-131.xhtml">Регулярні вирази</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-131.xhtml">Регулярні вирази Java</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-132.xhtml">Відео-лекція</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-132.xhtml">Методи класу String </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-133.xhtml">Класи Pattern та
Matcher</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-134.xhtml">Робота з групами</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-137.xhtml">Розпізнавання дійсного числа
</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-138.xhtml">Задачі </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-140.xhtml">Робота з KB-граматиками
</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-140.xhtml">Клас Grammar</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-142.xhtml">Вивідність</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-143.xhtml">Синтаксичне дерево</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-146.xhtml">Перетворення граматик
</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-148.xhtml">Робота з LL(1)-граматиками
</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-148.xhtml">LL(1)-граматики </a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-150.xhtml">LL(1)-аналіз</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-151.xhtml">Побудова fst і nxt</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-155.xhtml">Реалізація first і follow</a></li>
</li><a href="Kursova_-_ModelComp-156.xhtml">Рекурсивний спуск </a></li>

```

```

        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-156.xhtml">Метод рекурсивного спуску
</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-160.xhtml">Прості арифметичні вирази
</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-163.xhtml">Ітераційні форми та синтаксичні
діаграми </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-167.xhtml">Регулярні вирази </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-169.xhtml">Задачі</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-170.xhtml">Аналіз мов </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-170.xhtml">Лексичний аналіз </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-173.xhtml">Синтаксичний аналіз </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-175.xhtml">Різні джерела символів</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-178.xhtml">Абстрактні синтаксичні
дерева</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-183.xhtml">Лямбда-вирази </a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-183.xhtml">Потоки даних</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-185.xhtml">Відео-лекція</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-185.xhtml">Функціональні
інтерфейси</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-187.xhtml">Обробка масиву</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-188.xhtml">Числа Фібоначчі</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-189.xhtml">Текстові файли і слова</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-192.xhtml">Бібліотека</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-195.xhtml">Множина
Мандельброта</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-200.xhtml">Задачі</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-201.xhtml">Список літератури</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-202.xhtml">Тест «Нормальний алгоритм
Маркова» - 1</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-203.xhtml">Тест «Нормальний алгоритм
Маркова» - 2</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-204.xhtml">Тест «Моделі
обчислень»</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-205.xhtml">Для нотаток</a></li>
    </ol>
</nav>
<nav epub:type="page-list">
<h2>PageList</h2>
<ol>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-1.xhtml">1</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-2.xhtml">2</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-3.xhtml">3</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-4.xhtml">4</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-5.xhtml">5</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-6.xhtml">6</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-7.xhtml">7</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-8.xhtml">8</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-9.xhtml">9</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-10.xhtml">10</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-11.xhtml">11</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-12.xhtml">12</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-13.xhtml">13</a></li>
        <li><a href="Kursova_-_ModelComp-14.xhtml">14</a></li>

```


[Kursova - ModelComp-121.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-122.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-123.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-124.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-125.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-126.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-127.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-128.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-129.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-130.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-131.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-132.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-133.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-134.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-135.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-136.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-137.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-138.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-139.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-140.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-141.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-142.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-143.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-144.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-145.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-146.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-147.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-148.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-149.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-150.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-151.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-152.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-153.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-154.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-155.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-156.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-157.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-158.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-159.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-160.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-161.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-162.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-163.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-164.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-165.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-166.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-167.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-168.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-169.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-170.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-171.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-172.xhtml](#)

[Kursova - ModelComp-173.xhtml](#)

```

<li><a href="Kursova_-_ModelComp-174.xhtml">174</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-175.xhtml">175</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-176.xhtml">176</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-177.xhtml">177</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-178.xhtml">178</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-179.xhtml">179</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-180.xhtml">180</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-181.xhtml">181</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-182.xhtml">182</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-183.xhtml">183</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-184.xhtml">184</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-185.xhtml">185</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-186.xhtml">186</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-187.xhtml">187</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-188.xhtml">188</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-189.xhtml">189</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-190.xhtml">190</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-191.xhtml">191</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-192.xhtml">192</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-193.xhtml">193</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-194.xhtml">194</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-195.xhtml">195</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-196.xhtml">196</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-197.xhtml">197</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-198.xhtml">198</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-199.xhtml">199</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-200.xhtml">200</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-201.xhtml">201</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-202.xhtml">202</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-203.xhtml">203</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-204.xhtml">204</a></li>
<li><a href="Kursova_-_ModelComp-205.xhtml">205</a></li>
</ol>
</nav>
<nav epub:type="landmarks">
<h2>Landmarks</h2>
<ol>
<li><a epub:type="toc" href="Kursova_-_ModelComp-4.xhtml">Table of
Contents</a></li>
</ol>
</nav>
</body>
</html>

```

Додаток 4. Програмний код. Файл скриптів *idGeneratedScript.js*

```
function RegisterInteractiveHandlers() {
    RegisterButtonEventHandlers();
    ProcessAnimations();
    ProcessMedia();
}

function ProcessMedia() {
    var oFrame = document.getElementsByClassName("_idGenMedia");
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-mediaOnPageLoadActions");
        if (actions) {
            var descendants = oFrame[i].getElementsByTagName('*');
            for (var j = 0; j < descendants.length; j++) {
                var e = descendants[j];
                var tagName = e.tagName.toLowerCase();
                if (tagName == 'video' || tagName == 'audio') {
                    if (e.paused) {
                        var selfContainerID = e.id;
                        eval(actions);
                    }
                }
            }
        }
    }
}

function ProcessAnimations() {
    var oFrame = document.getElementsByClassName("_idGenAnimation");
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnPageLoadActions");
        if (actions) {
            var selfContainerID = oFrame[i].id;
            eval(actions);
        }
        var cn = oFrame[i].className;
        if (cn.indexOf("_idGenCurrentState") != -1) {
            var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnStateLoadActions");
            if (actions) {
                var selfContainerID = oFrame[i].id;
                eval(actions);
            }
        }
        actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnSelfClickActions");
        if (actions) {
            oFrame[i].addEventListener("touchend", function (event) {
                onTouchEndForAnimations(this, event)
            }, false);
            oFrame[i].addEventListener("mouseup", function (event) {
                onMouseUpForAnimations(this, event)
            }, false);
        }
    }
}
```

```

    }
    actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnSelfRolloverActions");
    if (actions) {
        oFrame[i].addEventListener("mouseover", function (event) {
            onMouseOverForAnimations(this, event)
        }, false);
    }
}
document.body.addEventListener("touchend", function (event) {
    onPageTouchEndForAnimations(this, event)
}, false);
document.body.addEventListener("mouseup", function (event) {
    onPageMouseUpForAnimations(this, event)
}, false);
}

function onPageTouchEndForAnimations(element, event) {
    var oFrame = document.getElementsByClassName("_idGenAnimation");
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnPageClickActions");
        if (actions) {
            var selfContainerID = oFrame[i].id;
            eval(actions);
            event.target.__id_touched = true;
        }
    }
    event.stopPropagation();
}

function onPageMouseUpForAnimations(element, event) {
    if (event.target && event.target.__id_touched) {
        event.target.__id_touched = false;
        return;
    }
    var oFrame = document.getElementsByClassName("_idGenAnimation");
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnPageClickActions");
        if (actions) {
            var selfContainerID = oFrame[i].id;
            eval(actions);
        }
    }
    event.stopPropagation();
}

function onTouchEndForAnimations(element, event) {
    var classID = element.getAttribute("data-animationObjectType");
    var oFrame = document.getElementsByClassName(classID);
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnSelfClickActions");
        if (actions) {
            var selfContainerID = oFrame[i].id;
            eval(actions);
        }
    }
}

```

```

        event.target.__id_touched = true;
    }
}
event.stopPropagation();
event.preventDefault();
}

function onMouseUpForAnimations(element, event) {
    if (event.target && event.target.__id_touched) {
        event.target.__id_touched = false;
        return;
    }
    var classID = element.getAttribute("data-animationObjectType");
    var oFrame = document.getElementsByClassName(classID);
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnSelfClickActions");
        if (actions) {
            var selfContainerID = oFrame[i].id;
            eval(actions);
        }
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function onMouseOverForAnimations(element, event) {
    var animationClassName = element.getAttribute("data-idGenAnimationClass");
    var cn = element.className;
    if (cn.indexOf(animationClassName) != -1) {
        return;
    }
    var classID = element.getAttribute("data-animationObjectType");
    var oFrame = document.getElementsByClassName(classID);
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        var actions = oFrame[i].getAttribute("data-animationOnSelfRolloverActions");
        if (actions) {
            var selfContainerID = oFrame[i].id;
            eval(actions);
        }
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function RegisterButtonEventHandlers() {
    var oFrame = document.getElementsByClassName("_idGenButton");
    for (var i = 0; i < oFrame.length; i++) {
        oFrame[i].addEventListener("touchstart", function (event) {
            onTouchStart(this, event)
        }, false);
        oFrame[i].addEventListener("touchend", function (event) {
            onTouchEnd(this, event)
        }, false);
    }
}

```

```

oFrame[i].addEventListener("mousedown", function (event) {
    onMouseDown(this, event)
}, false);
oFrame[i].addEventListener("mouseup", function (event) {
    onMouseUp(this, event)
}, false);
oFrame[i].addEventListener("mouseover", function (event) {
    onMouseOver(this, event)
}, false);
oFrame[i].addEventListener("mouseout", function (event) {
    onMouseOut(this, event)
}, false);
}
}

function hasAppearance(element, appearance) {
    var childArray = element.children;
    for (var i = 0; i < childArray.length; i++) {
        var cn = childArray[i].className;
        if (cn.indexOf(appearance) != -1) {
            return true;
        }
    }
    return false;
}

function isDescendantOf(child, parent) {
    var current = child;
    while (current) {
        if (current == parent)
            return true;
        current = current.parentNode;
    }
    return false;
}

function addClass(element, classname) {
    var cn = element.className;
    if (cn.indexOf(classname) != -1) {
        return;
    }
    if (cn != "") {
        classname = ' ' + classname;
    }
    element.className = cn + classname;
}

function removeClass(element, classname) {
    var cn = element.className;
    var rxp = new RegExp("\\s?" + classname + "\\b", "g");
    cn = cn.replace(rxp, "");
    element.className = cn;
}

```

```

function onMouseDown(element, event) {
    if (event.target && event.target.__id_touched) {
        event.target.__id_touched = false;
        return;
    }
    if (hasAppearance(element, '_idGen-Appearance-Click')) {
        addClass(element, '_idGenStateClick');
    }
    var actions = element.getAttribute("data-clickactions");
    if (actions) {
        eval(actions);
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function onMouseUp(element, event) {
    if (event.target && event.target.__id_touched) {
        event.target.__id_touched = false;
        return;
    }
    removeClass(element, '_idGenStateClick');
    var actions = element.getAttribute("data-releaseactions");
    if (actions) {
        eval(actions);
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function onMouseOver(element, event) {
    if (event.relatedTarget) {
        if (isDescendantOf(event.relatedTarget, element)) return;
    }
    if (hasAppearance(element, '_idGen-Appearance-Rollover')) {
        addClass(element, '_idGenStateHover');
    }
    var actions = element.getAttribute("data-rolloveractions");
    if (actions) {
        eval(actions);
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function onMouseOut(element, event) {
    if (event.relatedTarget) {
        if (isDescendantOf(event.relatedTarget, element)) return;
    }
    removeClass(element, '_idGenStateHover');
    removeClass(element, '_idGenStateClick');
    var actions = element.getAttribute("data-rolloffactions");

```

```

    if (actions) {
        eval(actions);
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function onTouchStart(element, event) {
    if (hasAppearance(element, '_idGen-Appearance-Click')) {
        addClass(element, '_idGenStateClick');
    }
    var actions = element.getAttribute("data-clickactions");
    if (actions) {
        eval(actions);
        event.target.__id_touched = true;
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function onTouchEnd(element, event) {
    removeClass(element, '_idGenStateClick');
    var actions = element.getAttribute("data-releaseactions");
    if (actions) {
        eval(actions);
        event.target.__id_touched = true;
    }
    event.stopPropagation();
    event.preventDefault();
}

function handleMSOStateParentOfObject(element) {
    var prev = element;
    var parent = prev.parentNode;
    var found;
    while (parent && !found) {
        var cn = parent.className;
        if (cn && cn.indexOf('_idGenMSO') != -1)
            found = true;
        else
            prev = parent;
        parent = prev.parentNode;
    }
    if (found) {
        var nextState = prev;
        var mso_states = parent.children;
        for (var i = 0, state; state = mso_states[i]; i++) {
            var cn = state.className;
            if (cn.indexOf('_idGenCurrentState') != -1) {
                handleMediaInMSOState(state);
                removeClass(state, '_idGenCurrentState');
                addClass(state, '_idGenStateHide');
                removeClass(nextState, '_idGenStateHide');
            }
        }
    }
}

```

```

        addClass(nextState, '_idGenCurrentState');
        return;
    }
}
}

function onMediaStart(id, time, startDelay) {
    setTimeout(function () {
        onStart(id, time)
    }, startDelay * 1000);
}

function onStart(id, time) {
    var myMedia = document.getElementById(id);
    if (myMedia) {
        handleMSOStateParentOfObject(myMedia);
        myMedia.currentTime = time;
        myMedia.play();
    }
}

function goToDestination(ref) {
    window.location.href = ref;
}

function handleMediaInMSOState(element) {
    /*This function is used to stop playing media present in current state when we move
    from current state to another state.*/
    var descendants = element.getElementsByTagName('*');
    for (var i = 0; i < descendants.length; i++) {
        var e = descendants[i];
        var tagName = e.tagName.toLowerCase();
        if (tagName == 'video' || tagName == 'audio') {
            if (!(e.paused)) {
                e.currentTime = 0;
                e.pause();
            }
        }
    }
}

function playAnimatedElement(animated_element, className, hideAfterAnimating) {
    removeClass(animated_element, '_idGenStateHide');
    removeClass(animated_element, '_idGenPauseAnimation');
    var cn = animated_element.className;
    var previousAnimationClass = animated_element.getAttribute("data-
idGenAnimationClass");
    if ((cn.indexOf(className) == -1) && (cn.indexOf(previousAnimationClass) == -1)) {
        addClass(animated_element, className);
        animated_element.setAttribute("data-idGenAnimationClass", className);
    } else {
        removeClass(animated_element, className);
    }
}

```

```

removeClass(animated_element, previousAnimationClass);
animated_element.removeEventListener("webkitAnimationEnd", function (evt) {
    onPlayAnimationEnd(this, hideAfterAnimating, evt)
});
animated_element.removeEventListener("animationend", function (evt) {
    onPlayAnimationEnd(this, hideAfterAnimating, evt)
});
setTimeout(function () {
    addClass(animated_element, className)
}, 10);
animated_element.setAttribute("data-idGenAnimationClass", className);
}
animated_element.addEventListener("webkitAnimationEnd", function (evt) {
    onPlayAnimationEnd(this, hideAfterAnimating, evt)
});
animated_element.addEventListener("animationend", function (evt) {
    onPlayAnimationEnd(this, hideAfterAnimating, evt)
});
}

function playAnimation(animation_id, className, startDelay, hideAfterAnimating) {
    var animated_element = document.getElementById(animation_id);
    if (animated_element) {
        handleMSOStateParentOfObject(animated_element);
        var startClassName = animated_element.getAttribute("data-idGenAnimationStartState");
        var endClassName = animated_element.getAttribute("data-idGenAnimationEndState");
        removeClass(animated_element, endClassName);
        addClass(animated_element, startClassName);
        setTimeout(function () {
            playAnimatedElement(animated_element, className, hideAfterAnimating)
        }, startDelay * 1000);
    }
}

function onPlayAnimationEnd(element, hideAfterAnimating, evt) {
    var className = element.getAttribute("data-idGenAnimationClass");
    var startClassName = element.getAttribute("data-idGenAnimationStartState");
    var endClassName = element.getAttribute("data-idGenAnimationEndState");
    removeClass(element, className);
    removeClass(element, startClassName);
    addClass(element, endClassName);
    if (hideAfterAnimating)
        addClass(element, '_idGenStateHide');
    evt.stopPropagation();
}

```

**Додаток 5. Програмний код
сторінки книги. Файл
Kursova_-_ModelComp-14.xhtml.**

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<!DOCTYPE html>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xmlns:epub="http://www.idpf.org/2007/ops">
<head>
  <meta charset="utf-8"/>
  <meta name="viewport" content="width=417,height=595"/>
  <title>Kursova_-_ModelComp-14</title>
  <script src="script/main.js" type="text/javascript"></script>
  <script src="script/Back_Up.js" type="text/javascript"></script>
  <link href="css/idGeneratedStyles.css" rel="stylesheet" type="text/css"/>
  <link href="css/style.css" rel="stylesheet" type="text/css"/>
  <link href="css/Bil_1.css" rel="stylesheet" type="text/css"/>
  <script src="script/idGeneratedScript.js" type="text/javascript"></script>
</head>
<body id="Kursova_-_ModelComp-14" onload="RegisterInteractiveHandlers();" lang="ar-SA" xml:lang="ar-SA"
  style="width:417px;height:595px">
<div id="_idContainer079" class="Базовий-текстовий-кадр">
  <div style="width:7540.16px;height:11111.81px;position:absolute;top:0px;left:0px;-
  webkit-transform-origin: 0% 0%; -webkit-transform: translate(0px,5.8px) rotate(0deg)
  scale(0.05);transform-origin: 0% 0%; transform: translate(0px,5.8px) rotate(0deg)
  scale(0.05);">
    <p class="List-Paragraph ParaOverride-1" lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"><span
  id="_idTextSpan2748"
                                class="CharOverride-6"
                                style="position:absolute;top:-
31.47px;left:1440px;">i </span><span
  id="_idTextSpan2749" class="CharOverride-14" style="position:absolute;top:-
31.47px;left:1556.12px;"
    lang="en-US" xml:lang="en-US">x</span><span id="_idTextSpan2750"
  class="CharOverride-18"
                                style="position:absolute;top:118.61px;left:1653.77px;"
                                lang="en-US" xml:lang="en-US">n</span><span
  id="_idTextSpan2751" class="CharOverride-18"
                                style="position:absolute;top:118.61px;left:1717.9px;">+1</span><span
  id="_idTextSpan2752"
                                class="CharOverride-6"
                                style="position:absolute;top:-
31.47px;left:1868.58px;"> </span><span
  id="_idTextSpan2753" class="CharOverride-6"
                                style="position:absolute;top:-31.47px;left:1923.58px;">- </span><span
  id="_idTextSpan2754"
                                class="CharOverride-6"
                                style="position:absolute;top:-
31.47px;left:2088.58px;">ïï </span><span
  id="_idTextSpan2755" class="CharOverride-6"
                                style="position:absolute;top:-31.47px;left:2265.83px;letter-spacing:-
```

```

2.09px;">результат; </span><span
  id="_idTextSpan2756" class="CharOverride-14" style="position:absolute;top:-
31.47px;left:3263.56px;"
  lang="en-US" xml:lang="en-US">U</span><span id="_idTextSpan2757"
class="CharOverride-14"
  style="position:absolute;top:-
31.47px;left:3422.44px;"></span><span
  id="_idTextSpan2758" class="CharOverride-14" style="position:absolute;top:-
31.47px;left:3495.7px;"
  lang="en-US" xml:lang="en-US">x</span><span id="_idTextSpan2759"
class="CharOverride-14"
  style="position:absolute;top:-
31.47px;left:3593.35px;"></span><span
  id="_idTextSpan2760" class="CharOverride-14"
  style="position:absolute;top:-31.47px;left:3721.61px;">= </span><span
id="_idTextSpan2761"
  class="CharOverride-14"
  style="position:absolute;top:-
31.47px;left:3925.06px;"
  lang="en-US"
  xml:lang="en-US">x</span><span
  id="_idTextSpan2762" class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:118.61px;left:4022.71px;"
  lang="en-US" xml:lang="en-US">n</span><span id="_idTextSpan2763"
class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:118.61px;left:4086.84px;">+1</span><span
  id="_idTextSpan2764" class="CharOverride-6"
  style="position:absolute;top:-31.47px;left:4237.52px;">.</span></p>
<p class="List-Paragraph ParaOverride-1"><span id="_idTextSpan2765"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:221.53px;left:1440px;">Якщо </span><span
  id="_idTextSpan2766" class="CharOverride-6"
  style="position:absolute;top:221.53px;left:2075.41px;letter-
spacing:0px;">підстановка </span><span
  id="_idTextSpan2767" class="CharOverride-6"
  style="position:absolute;top:221.53px;left:3296.16px;">HE </span><span
id="_idTextSpan2768"
  class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:221.53px;left:3691.8px;letter-spacing:0px;">заклучна
</span><span
  id="_idTextSpan2769" class="CharOverride-6"
  style="position:absolute;top:221.53px;left:4685.78px;">(α</span><span
id="_idTextSpan2770"
  class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:371.61px;left:4874.3px;"
  lang="en-US"
  xml:lang="en-US">i</span><span
  id="_idTextSpan2771" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:221.53px;left:4909.94px;"

```

```

lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2772"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:221.53px;left:5012.32px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">–
&gt;β</span><span
id="_idTextSpan2773" class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:371.61px;left:5380.34px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">i</span><span id="_idTextSpan2774"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:221.53px;left:5415.98px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">), </span><span
id="_idTextSpan2775" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:221.53px;left:5646.62px;letter-spacing:-0.97px;"
lang="ru-RU"
xml:lang="ru-RU">to </span><span id="_idTextSpan2776"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:221.53px;left:5952.24px;letter-
spacing:-0.42px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">обработка </span><span
id="_idTextSpan2777"

class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:221.53px;left:6809.69px;letter-spacing:-0.91px;"
lang="ru-RU"
xml:lang="ru-RU">продов-
</span><span
id="_idTextSpan2778" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:474.53px;left:1440px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">жуётся.</span></p>
<p class="List-Paragraph ParaOverride-1"><span id="_idTextSpan2779"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:727.53px;left:720px;">HE
</span><span
id="_idTextSpan2780" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:1068.26px;">3НАЙШЛИ </span><span
id="_idTextSpan2781" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:2240.13px;">– </span><span
id="_idTextSpan2782"

class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:727.53px;left:2405.13px;">обработка </span><span
id="_idTextSpan2783" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:3218.53px;">завершуётся </span><span
id="_idTextSpan2784" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:4538.74px;">i </span><span
id="_idTextSpan2785"

class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:727.53px;left:4654.86px;"
lang="en-US"
xml:lang="en-US">x</span><span

```

```

        id="_idTextSpan2786" class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:877.61px;left:4752.51px;"
        lang="en-US" xml:lang="en-US">n</span><span id="_idTextSpan2787"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:727.53px;left:4816.64px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span
        id="_idTextSpan2788" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:4871.64px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">– </span><span id="_idTextSpan2789"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:727.53px;left:5036.64px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">ïï </span><span
        id="_idTextSpan2790" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:5213.89px;letter-spacing:-3.33px;"
lang="ru-RU"
        xml:lang="ru-RU">результ</span><span id="_idTextSpan2791"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:727.53px;left:5808.57px;letter-
spacing:0px;">тат;</span><span
        id="_idTextSpan2792" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:6159.63px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2793"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:727.53px;left:6214.63px;"
        lang="en-US" xml:lang="en-US">U</span><span
        id="_idTextSpan2794" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:727.53px;left:6373.5px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">(</span><span id="_idTextSpan2795"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:727.53px;left:6446.77px;"
        lang="en-US" xml:lang="en-US">x</span><span
        id="_idTextSpan2796" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:727.53px;left:6544.41px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">)</span><span id="_idTextSpan2797"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:727.53px;left:6672.67px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">= </span><span
        id="_idTextSpan2798" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:727.53px;left:6876.13px;"
        lang="en-US" xml:lang="en-US">x</span><span id="_idTextSpan2799"
class="CharOverride-18"

style="position:absolute;top:877.61px;left:6973.78px;letter-spacing:0px;"
        lang="en-US" xml:lang="en-US">n</span><span
        id="_idTextSpan2800" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:727.53px;left:7037.91px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">.</span></p>

```

<p class="List-Paragraph ParaOverride-1"><span id="_idTextSpan2801"
 class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:720px;">Якщо <span
 id="_idTextSpan2802" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:1382.5px;">процес <span
 id="_idTextSpan2803"
 class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:2162.74px;">обробки <span
 id="_idTextSpan2804" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:3070.7px;letter-spacing:0px;">HE
 <span
 id="_idTextSpan2805" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:3493.44px;">завершується <span
 id="_idTextSpan2806" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:4888.13px;">ніколи, <span
 id="_idTextSpan2807" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:5695.87px;letter-spacing:0px;">то
 <span
 id="_idTextSpan2808" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:6031.49px;">вважається, <span
 id="_idTextSpan2809" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:980.53px;left:7260.75px;">що <span
 id="_idTextSpan2810"
 class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:720px;">результат <span
 id="_idTextSpan2811" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:1679.6px;">обробки <span
 id="_idTextSpan2812" class="CharOverride-14"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:2513.09px;"
 lang="en-US" xml:lang="en-US">U<span id="_idTextSpan2813"
 class="CharOverride-14"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:2671.96px;"
 lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">(<span
 id="_idTextSpan2814" class="CharOverride-14"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:2745.22px;"
 lang="en-US" xml:lang="en-US">x<span id="_idTextSpan2815"
 class="CharOverride-14"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:2842.87px;"
 lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">)<span
 id="_idTextSpan2816" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:2916.13px;"
 lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> <span id="_idTextSpan2817"
 class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:2971.13px;"
 lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">– <span
 id="_idTextSpan2818" class="CharOverride-6"
 style="position:absolute;top:1233.53px;left:3136.13px;">невизначено.

```

    </p>
    <p class="List-Paragraph ParaOverride-1"><span id="_idTextSpan2819"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:1440px;">Один </span><span
id="_idTextSpan2820" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:2036.26px;">кпок </span><span
id="_idTextSpan2821"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:2560.01px;">виконання </span><span
id="_idTextSpan2822" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:3640.53px;">нормального </span><span
id="_idTextSpan2823" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:4943.2px;">алгоритму, </span><span
id="_idTextSpan2824" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:6068.94px;">що </span><span
id="_idTextSpan2825"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1486.53px;left:6438.33px;">перетворює </span><span
id="_idTextSpan2826" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:1440px;">слово </span><span
id="_idTextSpan2827"
class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:2019.39px;"
lang="en-US"
xml:lang="en-US">x</span><span
id="_idTextSpan2828" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:2117.04px;"> </span><span
id="_idTextSpan2829"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:2165.13px;">на </span><span
id="_idTextSpan2830" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:2428.59px;letter-
spacing:0px;">слово</span><span
id="_idTextSpan2831" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:2959.9px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2832"
class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:3007.99px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">y</span><span
id="_idTextSpan2833" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:3105.63px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">, </span><span id="_idTextSpan2834"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:3208.72px;letter-
spacing:0px;">позначатимемо</span><span
id="_idTextSpan2835" class="CharOverride-6"

```

```

style="position:absolute;top:1739.53px;left:4646.99px;"
  lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2836"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:1739.53px;left:4695.07px;"
  lang="en-US" xml:lang="en-US">x</span><span
  id="_idTextSpan2837" class="CharOverride-14"
  style="position:absolute;top:1739.53px;left:4792.72px;letter-spacing:-
6.91px;">№160;</span><span
  id="_idTextSpan2838" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:4840.81px;"
  lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">=&gt; </span><span id="_idTextSpan2839"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:1739.53px;left:5185.8px;"
  lang="en-US" xml:lang="en-US">y</span><span
  id="_idTextSpan2840" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:5283.45px;"
  lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">,</span><span id="_idTextSpan2841"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:1739.53px;left:5338.45px;"> </span><span
  id="_idTextSpan2842" class="CharOverride-6"
  style="position:absolute;top:1739.53px;left:5386.54px;">a </span><span
id="_idTextSpan2843"
  class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:1739.53px;left:5532.27px;">декілька </span><span
  id="_idTextSpan2844" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1739.53px;left:6372.59px;">попередніх </span><span
  id="_idTextSpan2845" class="CharOverride-6"
  style="position:absolute;top:1992.53px;left:1440px;">кроків </span><span
id="_idTextSpan2846"
  class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:1992.53px;left:2093.77px;">—</span><span
  id="_idTextSpan2847" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:1992.53px;left:2203.77px;"
  lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2848"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:1992.53px;left:2258.77px;"
  lang="en-US" xml:lang="en-US">x</span><span
  id="_idTextSpan2849" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:1992.53px;left:2356.42px;"
  lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2850"
class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:1992.53px;left:2411.42px;"
  lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">=*&gt;
</span><span
  id="_idTextSpan2851" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:1992.53px;left:2873.33px;"

```

lang="en-US" xml:lang="en-US">y. </p>
 <p class="Normal ParaOverride-1">Означення 4. Алфавіт T нормального алгоритму Мапкова U інколи ділять на два алфавіти<span id="_idTextSpan2869" class="CharOverride-6" style="position:absolute;top:2658.53px;left:1496.02px;"

lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> T = TmTa, що не перетинаються: Tm<span id="_idTextSpan2883" class="CharOverride-14" style="position:absolute;top:2658.53px;left:4871.42px;letter-spacing:-20.2px;"

```

lang="en-US" xml:lang="en-US">T</span><span
id="_idTextSpan2884" class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:2808.61px;left:4973.58px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">a</span><span id="_idTextSpan2885"
class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5037.71px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span
id="_idTextSpan2886" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5108.05px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">= </span><span id="_idTextSpan2887"
class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5326.85px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">{}</span><span
id="_idTextSpan2888" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5502.8px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">, </span><span id="_idTextSpan2889"
class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5628.14px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">T</span><span
id="_idTextSpan2890" class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:2808.61px;left:5750.49px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">m</span><span id="_idTextSpan2891"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5843.12px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span
id="_idTextSpan2892" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:5913.46px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">— </span><span id="_idTextSpan2893"
class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:6093.79px;letter-spacing:0.61px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">основний
</span><span
id="_idTextSpan2894" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:7062.07px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">i </span><span id="_idTextSpan2895"
class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:7193.53px;letter-spacing:-20.2px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">T</span><span
id="_idTextSpan2896" class="CharOverride-18"
style="position:absolute;top:2808.61px;left:7295.69px;letter-spacing:0px;"
lang="en-US"
xml:lang="en-US">a</span><span id="_idTextSpan2897" class="CharOverride-
6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:7359.82px;">
</span><span
id="_idTextSpan2898" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:2658.53px;left:7430.16px;">— </span><span

```

id="_idTextSpan2899"

class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:0px;">додатковий. Y

<span

id="_idTextSpan2901" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:1462.63px;">пазі <span

id="_idTextSpan2902"

class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:1902.3px;">такого <span

id="_idTextSpan2903" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:2597.2px;">поділу <span

id="_idTextSpan2904" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:3301.77px;">вважають, <span

id="_idTextSpan2905" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:4356.64px;">що <span

id="_idTextSpan2906"

class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:4720.03px;letter-spacing:0px;">алгоритм <span

id="_idTextSpan2907" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:5674.79px;">задає <span

id="_idTextSpan2908" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:2911.53px;left:6247.34px;">відображення <span

id="_idTextSpan2909" class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:3164.53px;left:0px;"

lang="en-US" xml:lang="en-US">T<span id="_idTextSpan2910"

class="CharOverride-18"

style="position:absolute;top:3314.61px;left:122.35px;"

lang="en-US" xml:lang="en-US">m<span

id="_idTextSpan2911" class="CharOverride-18"

style="position:absolute;top:3168.09px;left:214.98px;"

lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">*<span id="_idTextSpan2912"

class="CharOverride-14"

style="position:absolute;top:3164.53px;left:279.11px;"

lang="en-US" xml:lang="en-US">T<span

id="_idTextSpan2913" class="CharOverride-18"

style="position:absolute;top:3314.61px;left:401.46px;"

lang="en-US" xml:lang="en-US">m<span id="_idTextSpan2914"

class="CharOverride-18"

style="position:absolute;top:3168.09px;left:494.09px;"

lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">*<span

id="_idTextSpan2915" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3164.53px;left:558.22px;"

lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">, <span id="_idTextSpan2916"

class="CharOverride-6"

```

style="position:absolute;top:3164.53px;left:643.35px;"
    lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">a </span><span
    id="_idTextSpan2917" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3164.53px;left:771.14px;letter-spacing:-3.31px;"
lang="ru-RU"
    xml:lang="ru-RU">додатко</span><span id="_idTextSpan2918"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3164.53px;left:1492.48px;">вий </span><span
    id="_idTextSpan2919" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3164.53px;left:1861.96px;letter-
spacing:0px;">алфавіт </span><span
    id="_idTextSpan2920" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:3164.53px;left:2600.87px;">використовується </span><span
    id="_idTextSpan2921" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3164.53px;left:4304.64px;">лише </span><span
id="_idTextSpan2922"
    class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3164.53px;left:4829.34px;">в </span><span
    id="_idTextSpan2923" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3164.53px;left:4963.36px;letter-
spacing:0px;">проміжних </span><span
    id="_idTextSpan2924" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:3164.53px;left:6029.04px;">словах </span><span
    id="_idTextSpan2925" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3164.53px;left:6688.14px;">у</span><span
id="_idTextSpan2926"
    class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3164.53px;left:6798.14px;"
    lang="ru-RU"
    xml:lang="ru-RU"> </span><span
    id="_idTextSpan2927" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:3164.53px;left:6828.27px;">процесі </span><span
    id="_idTextSpan2928" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3417.53px;left:0px;">обробки. </span><span
id="_idTextSpan2929"
    class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3417.53px;left:902.81px;">Під </span><span
    id="_idTextSpan2930" class="CharOverride-6"
    style="position:absolute;top:3417.53px;left:1304.06px;">час </span><span
id="_idTextSpan2931"
    class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3417.53px;left:1679.32px;">обробки </span><span
    id="_idTextSpan2932" class="CharOverride-6"
style="position:absolute;top:3417.53px;left:2527.12px;">слова </span><span
    id="_idTextSpan2933" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:3417.53px;left:3115.4px;"
    lang="en-US" xml:lang="en-US">xT</span><span id="_idTextSpan2934"

```

class="CharOverride-18"

style="position: absolute; top: 3567.61px; left: 3335.4px;"
lang="en-US" xml:lang="en-US">m<span

id="_idTextSpan2935" class="CharOverride-18"
style="position: absolute; top: 3421.09px; left: 3428.02px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">*<span id="_idTextSpan2936"
class="CharOverride-6"

style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 3492.15px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">, <span

id="_idTextSpan2937" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 3616.47px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">якщо <span id="_idTextSpan2938"
class="CharOverride-6"

style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 4173.27px; letter-spacing: -0.39px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">алгоритм

<span
id="_idTextSpan2939" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 5109.81px; letter-spacing: -0.26px;"
lang="ru-RU"
xml:lang="ru-RU">завер<span id="_idTextSpan2940"
class="CharOverride-6"

style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 5604.6px;">шується, <span
id="_idTextSpan2941" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 6498.06px;">наприклад<span
id="_idTextSpan2942" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3417.53px; left: 7485.16px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">, <span id="_idTextSpan2943"
class="CharOverride-6"

style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 0px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">y<span
id="_idTextSpan2944" class="CharOverride-6"

style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 110px;"> <span
id="_idTextSpan2945" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 187.36px; letter-
spacing: 0px;">результаті <span

id="_idTextSpan2946" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 1230.43px;">виконання <span
id="_idTextSpan2947" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 2298.33px; letter-
spacing: 0px;">заключної <span

id="_idTextSpan2948" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 3340.76px;">підстановки<span
id="_idTextSpan2949" class="CharOverride-6"
style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 4479.22px;"
lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">, <span id="_idTextSpan2950"
class="CharOverride-6"

style="position: absolute; top: 3670.53px; left: 4611.57px;">i <span
id="_idTextSpan2951" class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3670.53px;left:4750.05px;letter-spacing:0px;">результатом обработки е слово xnTm*, to вважається, що U(x<span

```

        id="_idTextSpan2967" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:3923.53px;left:2625.2px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">) </span><span id="_idTextSpan2968"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3923.53px;left:2753.46px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU">—</span><span
        id="_idTextSpan2969" class="CharOverride-14"
style="position:absolute;top:3923.53px;left:2863.46px;"
        lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"> </span><span id="_idTextSpan2970"
class="CharOverride-6"

style="position:absolute;top:3923.53px;left:2918.46px;">невизначено.</span>
</p>
<p id="_idParaDest-9" class="Heading-1 ParaOverride-1"><span
id="_idTextSpan2971" class="CharOverride-9"

style="position:absolute;top:4755.78px;left:1440px;">Відео-лекція</span>
</p>
<p class="Normal ParaOverride-1" lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"></p>
<p class="Normal ParaOverride-1" lang="ru-RU" xml:lang="ru-RU"><span
id="_idTextSpan2972" class="CharOverride-2"

style="position:absolute;top:10674.28px;left:0px;">&#9;</span><a
href="https://drive.google.com/file/d/1SA5zc59kSPXXIt966JI05qce8Ikcv4Vn/view?usp=sha
ring"><span
        id="_idTextSpan2973" class="Hyperlink CharOverride-8"
        style="position:absolute;top:10707.78px;left:720px;">Дивитись </span><span
id="_idTextSpan2974"

class="Hyperlink CharOverride-
8"

style="position:absolute;top:10707.78px;left:1763.2px;">відео </span><span
        id="_idTextSpan2975" class="Hyperlink CharOverride-8"

style="position:absolute;top:10707.78px;left:2351.84px;">online</span></a></p>
</div>
</div>
<div id="_idContainer081" class="_idGenButton"
    data-releaseactions="goToDestination(&apos;Kursova_-_ModelComp-
13.xhtml&apos;);">
    <div class="_idGen-Appearance-Normal" id="_idContainer080">
        
    </div>
</div>
<div id="_idContainer083" class="_idGenButton"
    data-releaseactions="goToDestination(&apos;Kursova_-_ModelComp-
15.xhtml&apos;);">
    <div class="_idGen-Appearance-Normal" id="_idContainer082">
        

```

```

    </div>
</div>
<div id="_idContainer085" class="_idGenButton"
  data-releaseactions="goToDestination(&apos;Kursova_-_ModelComp-
1.xhtml&apos;);">
  <div class="_idGen-Appearance-Normal" id="_idContainer084">
    
  </div>
</div>
<div id="_idContainer086" class="_idGenMedia" data-
mediaOnPageLoadActions="onMediaStart(selfContainerID,0.00,0);">
  <div class="_idGenObjectAttribute-3">
    <video id="_idVideo000" poster="image/16.png" autoplay="autoplay"
controls="controls">
      <source src="video/conv_video_1_-NAM_.mp4" type="video/mp4"/>
    </video>
  </div>
</div>
</body>
</html>

```

Додаток 6. Програмний код. Файл *content.opf*

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<package version="3.0" xmlns="http://www.idpf.org/2007/opf" unique-identifier="bookid"
prefix="rendition: http://www.idpf.org/vocab/rendition/# ibooks:
http://vocabulary.itunes.apple.com/rdf/ibooks/vocabulary-extensions-1.0/">
  <metadata xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
    <meta name="generator" content="Adobe InDesign 16.0" />
    <meta name="cover" content="Modeli-obchuslen-2.jpg" />
    <meta property="ibooks:specified-fonts">true</meta>
    <dc:title>МОДЕЛІ ОБЧИСЛЕНЬ У ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ</dc:title>
    <dc:creator>Глибовець М. М., Кирієнко О. В., Проценко В. С.</dc:creator>
    <dc:subject>Навчальний посібник</dc:subject>
    <dc:description>У навчальному посібнику викладено теоретичний базис, який є під
    ґрунтям більшості елементів програмного забезпечення, – головні моделі об
    числень, що лежать в основі провідних мов програмування. Розглядаються різні
    методи конструювання моделей, які утворюють фундамент базових алгоритмів, що
    використовуються в практиці програмування. Також описано механізми породження
    та аналізу формальних мов: форми Бекуса-Наура, контекстно-вільні та регулярні
    граматики. Представлено використання цих теоретичних напрацювань у мові
    програмування Java. В посібнику наведено велику кількість прикладів. Для вивчення
    моделей обчислень описано використання програми ModelComp. Програма має
    зручний інтерфейс та дозволяє будувати, виконувати й зберігати різні моделі
    обчислень. Видання призначене для студентів вищих навчальних закладів та
    аспірантів, які спеціалізуються за напрямом «Інженерія програмного забезпечення» й
    «Комп'ютерні науки». </dc:description>
    <dc:publisher>Видавничий дім «Києво-Могилянська академія» </dc:publisher>
    <dc:date>2021</dc:date>
    <dc:rights>Серія «Могилянський підручник» </dc:rights>
    <dc:language>ar-SA</dc:language>
    <dc:language>de-DE</dc:language>
    <dc:language>en-GB</dc:language>
    <dc:language>en-US</dc:language>
    <dc:language>fr-FR</dc:language>
    <dc:language>it-IT</dc:language>
    <dc:language>pl-PL</dc:language>
    <dc:language>ru-RU</dc:language>
    <dc:language>uk-UA</dc:language>
    <meta property="dcterms:modified">2021-03-21T21:17:44Z</meta>
    <dc:identifier id="bookid">urn:uuid:745017c6-38f7-4130-bd90-
a824a40fb60d</dc:identifier>
    <!--fixed-layout options-->
    <meta property="rendition:layout">pre-paginated</meta>
    <meta property="rendition:orientation">portrait</meta>
    <meta property="rendition:spread">none</meta>
  </metadata>
  <manifest>
    <item id="Kursova_-_ModelComp-1" href="Kursova_-_ModelComp-1.xhtml" media-
type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
    <item id="Kursova_-_ModelComp-2" href="Kursova_-_ModelComp-2.xhtml" media-
```

[illegible]

[illegible]

[illegible]


```

<item id="Kursova_-_ModelComp-188" href="Kursova_-_ModelComp-188.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-189" href="Kursova_-_ModelComp-189.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-190" href="Kursova_-_ModelComp-190.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-191" href="Kursova_-_ModelComp-191.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-192" href="Kursova_-_ModelComp-192.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-193" href="Kursova_-_ModelComp-193.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-194" href="Kursova_-_ModelComp-194.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-195" href="Kursova_-_ModelComp-195.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-196" href="Kursova_-_ModelComp-196.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-197" href="Kursova_-_ModelComp-197.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-198" href="Kursova_-_ModelComp-198.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-199" href="Kursova_-_ModelComp-199.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-200" href="Kursova_-_ModelComp-200.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-201" href="Kursova_-_ModelComp-201.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-202" href="Kursova_-_ModelComp-202.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-203" href="Kursova_-_ModelComp-203.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-204" href="Kursova_-_ModelComp-204.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="Kursova_-_ModelComp-205" href="Kursova_-_ModelComp-205.xhtml"
media-type="application/xhtml+xml" properties="scripted" />
<item id="toc" href="toc.xhtml" media-type="application/xhtml+xml" properties="nav" />
<item id="Bil_1.css" href="css/Bil_1.css" media-type="text/css" />
<item id="idGeneratedStyles.css" href="css/idGeneratedStyles.css" media-
type="text/css" />
<item id="style.css" href="css/style.css" media-type="text/css" />
<item id="Calibri-Bold.ttf" href="font/Calibri-Bold.ttf" media-type="application/vnd.ms-
opentype" />
<item id="Calibri-Italic.ttf" href="font/Calibri-Italic.ttf" media-type="application/vnd.ms-
opentype" />
<item id="Calibri.ttf" href="font/Calibri.ttf" media-type="application/vnd.ms-opentype" />
<item id="CambriaMath.ttc" href="font/CambriaMath.ttc" media-type="application/x-
font-ttf" />
<item id="Garamond-Bold.TTF" href="font/Garamond-Bold.TTF" media-
type="application/vnd.ms-opentype" />
<item id="Garamond.TTF" href="font/Garamond.TTF" media-
type="application/vnd.ms-opentype" />
<item id="SymbolMT.ttf" href="font/SymbolMT.ttf" media-type="application/vnd.ms-

```

```

opentype" />
  <item id="TimesNewRomanPS-BoldItalicMT.ttf" href="font/TimesNewRomanPS-
BoldItalicMT.ttf" media-type="application/vnd.ms-opentype" />
  <item id="TimesNewRomanPS-BoldMT.ttf" href="font/TimesNewRomanPS-BoldMT.ttf"
media-type="application/vnd.ms-opentype" />
  <item id="TimesNewRomanPS-ItalicMT.ttf" href="font/TimesNewRomanPS-
ItalicMT.ttf" media-type="application/vnd.ms-opentype" />
  <item id="TimesNewRomanPSMT.ttf" href="font/TimesNewRomanPSMT.ttf" media-
type="application/vnd.ms-opentype" />
  <item id="x1-3-1-1.png" href="image/1-3-1-1.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-10.png" href="image/1-3-1-10.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-11.png" href="image/1-3-1-11.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-12.png" href="image/1-3-1-12.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-13.png" href="image/1-3-1-13.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-14.png" href="image/1-3-1-14.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-15.png" href="image/1-3-1-15.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-16.png" href="image/1-3-1-16.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-17.png" href="image/1-3-1-17.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-18.png" href="image/1-3-1-18.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-2.png" href="image/1-3-1-2.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-3.png" href="image/1-3-1-3.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-4.png" href="image/1-3-1-4.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-5.png" href="image/1-3-1-5.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-6.png" href="image/1-3-1-6.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-7.png" href="image/1-3-1-7.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-8.png" href="image/1-3-1-8.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-3-1-9.png" href="image/1-3-1-9.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-4-1.png" href="image/1-4-1.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-4-2.png" href="image/1-4-2.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-4-3.png" href="image/1-4-3.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-4-4.png" href="image/1-4-4.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-4-5.png" href="image/1-4-5.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-2.png" href="image/1-8-2.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-3.png" href="image/1-8-3.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-5-2.png" href="image/1-8-5-2.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-5.png" href="image/1-8-5.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-6.png" href="image/1-8-6.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-7.png" href="image/1-8-7.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1-8-8.png" href="image/1-8-8.png" media-type="image/png" />
  <item id="x1.png" href="image/1.png" media-type="image/png" />
  <item id="x100.png" href="image/100.png" media-type="image/png" />
  <item id="x101.png" href="image/101.png" media-type="image/png" />
  <item id="x102.png" href="image/102.png" media-type="image/png" />
  <item id="x103.png" href="image/103.png" media-type="image/png" />
  <item id="x104.png" href="image/104.png" media-type="image/png" />
  <item id="x105.png" href="image/105.png" media-type="image/png" />
  <item id="x106.png" href="image/106.png" media-type="image/png" />
  <item id="x107.png" href="image/107.png" media-type="image/png" />
  <item id="x108.png" href="image/108.png" media-type="image/png" />
  <item id="x109.png" href="image/109.png" media-type="image/png" />
  <item id="x11.png" href="image/11.png" media-type="image/png" />
  <item id="x110.png" href="image/110.png" media-type="image/png" />
  <item id="x111.png" href="image/111.png" media-type="image/png" />

```

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```

<item id="button_l5.png" href="image/button_l5.png" media-type="image/png" />
<item id="button_l6.png" href="image/button_l6.png" media-type="image/png" />
<item id="button_l7.png" href="image/button_l7.png" media-type="image/png" />
<item id="button_l8.png" href="image/button_l8.png" media-type="image/png" />
<item id="button_l9.png" href="image/button_l9.png" media-type="image/png" />
<item id="Modeli-obchuslen-2.jpg" href="image/Modeli-obchuslen-2.jpg" media-
type="image/jpeg" properties="cover-image" />
  <item id="pict2.png" href="image/pict2.png" media-type="image/png" />
  <item id="x-----15611.png"
href="image/%D0%97%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD
%D0%BD%D1%8F15611.png" media-type="image/png" />
  <item id="Back_Up.js" href="script/Back_Up.js" media-type="text/javascript" />
  <item id="idGeneratedScript.js" href="script/idGeneratedScript.js" media-
type="text/javascript" />
  <item id="main.js" href="script/main.js" media-type="text/javascript" />
  <item id="conv_video_1_-NAM_.mp4" href="video/conv_video_1_-NAM_.mp4" media-
type="video/mp4" />
</manifest>
<spine>
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-1" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-2" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-3" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-4" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-5" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-6" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-7" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-8" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-9" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-10" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-11" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-12" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-13" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-14" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-15" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-16" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-17" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-18" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-19" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-20" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-21" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-22" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-23" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-24" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-25" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-26" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-27" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-28" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-29" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-30" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-31" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-32" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-33" />
  <itemref idref="Kursova_-_ModelComp-34" />

```

[illegible]

[illegible]

```
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-194" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-195" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-196" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-197" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-198" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-199" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-200" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-201" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-202" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-203" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-204" />
<itemref idref="Kursova_-_ModelComp-205" />
</spine>
</package>
```

Додаток 5. Програмний код. Файл *change_res.py*

```

import cv2
import shutil
import os
import argparse
import sys

def change_res(path, width, height):
    fps = int(round((cv2.VideoCapture(path)).get(cv2.CAP_PROP_FPS)))
    os.rename(path, path[:-4] + '_old_' + '.mp4')
    out = cv2.VideoWriter(path, cv2.VideoWriter_fourcc('M','J','P','G'), fps, (width, height))

    path = path[:-4] + '_old_' + '.mp4'

    cap = cv2.VideoCapture(path)

    while cap.isOpened():
        success, frame = cap.read()
        if success == False:
            break

        resize = cv2.resize(frame, (width, height), cv2.INTER_CUBIC)
        out.write(resize)

    cap.release()
    out.release()
    shutil.move(path, 'trash.mp4')
    cv2.destroyAllWindows()

argp = argparse.ArgumentParser(description='Change video resolution')
argp.add_argument("-path", dest='path', type=str, nargs=1, required=True,
                  help='Usage: -path <path_to_video>')
argp.add_argument("-res", dest='res', type=int, nargs=2, required=True,
                  help='Usage: -res <x_res> <y_res>')

try:
    args = argp.parse_args()
except:
    argp.print_help(sys.stderr)
    exit(1)
change_res(args.path[0], args.res[0], args.res[1])

```