

УДК 004.7

Процеси асемблювання та реасемблювання документів у системі документообігу

Тетяна Іванівна Коробейнікова

к.т.н., доцент кафедри безпеки інформаційних технологій
Національний університет «Львівська Політехніка»
79013, м. Львів. вул. Степана Бандери, 12
ORCID 0000-0003-2487-8742

Людмила Анатоліївна Савицька

к.т.н., доцент кафедри обчислювальної техніки
Вінницький національний технічний університет
21021, м. Вінниця. Хмельницьке шосе, 95
ORCID 0000-0003-1130-2621

Леонід Віталійович Крупельницький

к.т.н., доцент кафедри обчислювальної техніки
Вінницький національний технічний університет
21021, м. Вінниця. Хмельницьке шосе, 95
ORCID 0000-0001-7370-9772

Анотація. Дана робота присвячена аналізу та вдосконаленню методів обробки документів в середовищі електронних систем документообігу, зокрема методів збереження цілісності та автентичності документів і їх генерації в автоматизованому режимі. Основна увага приділяється процесам асемблювання та реасемблювання документів. Дослідження ґрунтуються на широкому досвіді використання електронних систем документообігу та використовують загальнодоступну інформацію про найновіші методи та практики обробки, захисту та генерації документів загального користування. Під час оглядового аналізу літературних джерел був виконаний аналіз сучасних систем документообігу та водночас розглянуто мануальний підхід обробки документів. Метою оглядової частини роботи стало ознайомлення з існуючими імплементаціями електронних систем документообігу та розробки їх характеристик для виконання порівняння їх між собою для подальшої роботи з виявленими перевагами та недоліками. Зокрема розглянуті такі ЕСД, як «Дія», «PandaDoc» та «GoogleDocs». В результаті аналізу сучасного стану питання в галузі автоматизованої та мануальної обробки документів було розроблено технологічний ланцюжок спеціалізованої автоматизованої системи документообігу, розроблені та описані механізми асемблювання та реасемблювання документів, водночас описано інші процеси, що супроводжують даний технологічний ланцюжок. Метою технічної частини даної роботи став детальний огляд необхідних механізмів спеціалізованої автоматизованої системи документообігу, їх загальна взаємодія на рівні клієнт-серверної архітектури. У підсумку наукова новизна полягає у використанні спеціалізованого ПЗ для асемблювання та реасемблювання документів з метою вдосконалення технологічного ланцюжка спеціалізованої автоматизованої системи документообігу. Під час дослідження запропоновано аналітичний опис запропонованого ПЗ для асемблювання та реасемблювання документів, яке оригінально враховує можливість автоматизованої генерації документів.

Ключові слова: документообіг, електронна система документообігу, автоматизована генерація, процеси асемблювання та реасемблювання документів, спеціалізованої автоматизованої системи документообігу

Assembly and reassembly processes of documents in the document system

Tetiana I. Korobeinikova

PhD, Associate Professor of Information Technology Security Department
Lviv Polytechnic National University
Stepana Bandery St, 12, Lviv, Ukraine, 79000
ORCID 0000-0003-2487-8742

Liudmyla A. Savytska

PhD, Associate Professor of Computing Engineering Departmen
Vinnytsya National Technical University
Khmelnysk highway, 95, Vinnytsya, Ukraine, 21021
ORCID 0000-0003-1130-2621

Leonid V. Krupelnitskyi

PhD, Associate Professor of Computing Engineering Departmen
Vinnytsya National Technical University
Khmelnysk highway, 95, Vinnytsya, Ukraine, 21021
ORCID 0000-0001-7370-9772

Abstract. This work is dedicated to analyzing and improving document processing methods in the electronic document management environment, particularly methods of preserving the integrity and authenticity of documents and their automated generation. The focus is on document assembly and reassembly processes. The research is based on extensive experience with electronic document management systems and utilizes publicly available information on the latest methods and practices of processing, protecting, and generating documents for general use. During the literature review, an analysis of modern document management systems was conducted and a consideration of the manual document processing approach.

The review part of the work aimed to familiarize with existing implementations of electronic document management systems and to develop their comparative characteristics, highlighting their advantages and disadvantages. Specifically, such electronic document management systems as "DIA", "PandaDoc", and "GoogleDocs" were examined by the author. As a result of analyzing the current state of the issue in the field of automated and manual document processing, a technological chain of a specialized automated document management system was developed. Document assembly and reassembly mechanisms were designed and described, along with other processes accompanying this technological chain. The purpose of the technical part of this work is a detailed examination of the critical mechanisms of a specialized automated document management system and their overall interaction at the client-server level. In conclusion, the scientific novelty lies in improving the technological chain of a specialized automated document management system through software tools for document assembly and reassembly. During the research, an analytical description of software tools for document assembly and reassembly was proposed, considering the possibility of automated document generation.

Keywords: document circulation, electronic document management system, automated generation, document assembly and reassembly processes, specialized automated document management system.

DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2024-60-2-51-65>

Вступ. У сучасному світі цифрові технології дедалі більше інтегруються в усі сфери діяльності, включаючи управління інформацією та документообіг. Електронні системи

документообігу (Ганжа та ін., 2022) стали основним засобом організації та автоматизації процесів обробки документів у державному (Копняк та Радзіховська, 2020) та приватному секторах (Койбічук та Гришко, 2021), і особливо, в галузі національної освіти України (Цибульник, Накорик і Півторак, 2024); Федотова та Хлань, 2023) та світовій медицині (Фон Геріх та ін., 2024); Кабельо-Колладо та ін., 2024), Фу та ін., 2023), також застосування автоматизованого підходу до формування документації все частіше звертаються фахівці у галузі інформаційних технологій та кібербезпеки (Атаїде та ін., 2023; Аладе, Семюел, 2023). Однією з основних проблем таких систем є забезпечення цілісності та автентичності документів, а також їх автоматизованої генерації, що є ключовими аспектами ефективного документообігу. У цьому контексті важливу роль відіграють процеси асемблювання та реасемблювання документів, що дозволяють зберігати логічну структуру документів та забезпечувати їх коректну обробку на всіх етапах життєвого циклу.

У цій статті основна увага приділяється процесам асемблювання та реасемблювання документів, що є невід'ємною частиною функціонування сучасних електронних систем документообігу. Проаналізовано сучасний стан розвитку цих технологій на прикладі таких систем, як «Дія», «PandaDoc» та «GoogleDocs», проведено порівняльний аналіз їх функціональних можливостей. Водночас, у статті розглядаються методи покращення процесів документообігу через вдосконалення технологічного ланцюжка автоматизованих систем з використанням новітніх програмних засобів для асемблювання та реасемблювання документів.

Загальний результат дослідження спрямований на розробку ефективної автоматизованої системи документообігу, що забезпечує підвищення продуктивності за рахунок вдосконалення ключових механізмів обробки документів, покращення їх захисту та збереження автентичності.

Щороку різноманітні освітні організації та вузи опрацьовують велику кількість запитів у формі документів. Кожен з цих документів повинен відповідати певним стандартам і створюватися вручну. Крім того, на основі цих документів секретарі складають протоколи засідань та витяги після їх розгляду та прийняття рішень на рівні кожної з організаційних інстанцій. Цей підхід призводить до значного навантаження та стає дуже вразливим до бюрократичних помилок, які можуть включати граматичні неточності або помилки під час надсилання документів для подальшої обробки. Усі вищезазначені аргументи стосуються процесу ручної обробки документів. Дослідження цієї теми є актуальною, оскільки відсутність адекватного науково-методичного апарату потребує розвитку напрямку вдосконалення та вивчення методів обробки документів, зокрема із застосуванням методів збереження цілісності та автентичності документів, а також їх автоматизованої генерації. Основна увага зосереджена на процесах асемблювання та реасемблювання документів.

Метою роботи є підвищення рівня відповідності запропонованої автоматизованої системи документообігу основним принципам електронних систем документообігу (ЕСД) за рахунок застосування вдосконалених процедур асемблювання та реасемблювання.

Для досягнення мети необхідно: виконати аналіз сучасних ЕСД; розробити технологічний ланцюжок спеціалізованої автоматизованої системи документообігу (САСД) з описом процесів асемблювання та реасемблювання; перевірити розробку на предмет відповідності основним принципам ЕСД.

Огляд літератури. Дослідження у цій галузі активно ведуться багатьма науковцями в Україні та за кордоном, адже питання електронного документообігу стає все більш актуальним, зокрема, процеси створення і генерації електронних файлів в цілому. Загалом, є стійка ідея у сучасному суспільстві, яку в роботі вдало описали Сімона Стернад, Сандра Джордан і Само Бобек, (2023), що цифровізація установ, зокрема, впровадження ЕСД, дозволяє впровадити безпаперовий бізнес, прискорить процеси, знизити бізнес-витрати та підтримувати заходи щодо сталого розвитку організацій. Одним із популярних напрямків

розвитку у сфері ЕСД є застосування хмарних технологій для створення системи керування файлами. У своїй роботі (Цзінь Хань та ін., 2020) пропонує архітектуру системи керування електронними файлами на основі хмарних обчислень для різного роду систем. На основі отриманих результатів у роботі (Авіаска Азміра та Луки Віджаянті, 2022) було виявлено, що можливість хмарних обчислень в електронному документообігу полягає в підвищенні ефективності управління електронними документами та процесами генерації таких документів, тобто, їх збирання (асемблювання) та перезбирання (реасемблювання). Про документообіг у цифровому вигляді, який постійно розвивається у всіх сферах життя і господарювання, пишуть у роботі (Койбічук та Гришко, 2021). У статті (Березного, 2024) розглядається роль хмарних технологій в організації моделей безперервного обліку документації для бухгалтерського обліку, враховуючи зміни традиційного менеджменту шляхом впровадження моделей безперервного обліку завдяки автоматизації таких рутинних завдань. А в галузі медицини електронний документообіг життєво необхідний для ефективного вирішення задач створення, зберігання і генерації документації, що доводять у своїх роботах (Фон Геріх Х. та ін., 2024), (Кабельо-Колладо та ін., 2024), (Фу та ін., 2023).

Українські науковці також роблять значний внесок у розвиток цієї сфери. Зокрема, для розкриття цієї роботи скористаємося дослідженнями науковців, що займаються питаннями електронного документообігу, цифровізації та ЕСД в Україні для закладів освіти. Застосування системи електронного документообігу та інших складових інтегрованої системи управління закладом вищої освіти розглядають у роботі (Копняк та Радзіховська, 2020) і наголошують на практичній цінності створення та функціонування інформаційно-освітнього середовища та його інтеграції з системою обліку навчального процесу та системою моніторингу результатів роботи викладача та студента. Варто зазначити, що розробка і впровадження автоматизованих систем генерації супровідної документації освітнього процесу активно розвиваються у вузах України, зокрема, на прикладі асемблювання силабусів це показують (Цибульник, Накорик і Півторак, 2024) у роботі, що дозволить забезпечити більш гнучку роботу навчальних закладів, створить сприятливе середовище для навчання (в тому числі під час карантинів або дистанційного навчання). В напрямку впровадження електронного документообігу активно працюють (Федотова та Хлань, 2023) і у своїй роботі розвивають ідею про створення єдиного інформаційного простору у межах вузу. Це може бути застосування електронних автоматизованих систем, проте зазначають, що процес переходу закладів вищої освіти на цифровий документообіг гальмується недосконалим семантичним аналізом документів відсутністю систем резервного копіювання, недосконалістю відомчих стандартів, вартістю міграції тощо.

Загалом, існує тенденція до розвитку досліджень, зосереджених на підвищення відповідності окремих автоматизованих систем документообігу основним принципам ЕСД; також актуальними є застосування процедур асемблювання та реасемблювання для генерації окремих документів, груп документів, звітності тощо.

Матеріали та методи. Для створення ефективних систем документообігу, зокрема для автоматизованої генерації документів, застосовуються різноманітні ресурси.

Програмні засоби. Для управління документами використовуються спеціалізоване ПЗ, таке як SM SharePoint, Alfresco, або OpenText, які забезпечують зберігання, обробку та управління електронними документами. Для забезпечення доступу до документів, їх зберігання та спільної обробки у режимі реального часу використовуються хмарні технології: Amazon Web Services (AWS), Google Cloud, або Microsoft Azure тощо. Для забезпечення автентичності і безпеки документів використовуються системи електронного підпису: DocuSign або Adobe Sign тощо. Для розпізнавання та обробки тексту використовуються технології оптичного розпізнавання символів, на кшталт АBBYY FineReader (дозволяє автоматично обробляти текст з відсканованих документів і інтегрувати їх у системи документообігу).

Методи автоматизації та автоматизованого контролю. Автоматизація процесів на основі алгоритмів (RPA – Robotic Process Automation) дозволяє використання RPA-систем для автоматизації рутинних завдань (генерація шаблонних документів, сортування документації тощо). Інструменти від компаній UiPath або Automation Anywhere дозволяють дуже ефективно автоматизувати ручні процеси в системах документообігу. Шаблонні системи (Template-based generation) автоматизовують процеси генерації документів на основі закладених раніше спеціалізованих шаблонів і дозволяють швидко генерувати документи на основі заздалегідь визначених структур, зменшуючи кількість ручної праці та помилок. Машинне навчання та штучний інтелект (AI/ML) є незамінними для аналізу великих обсягів документів, розпізнавання тексту, класифікації та автоматизованої генерації нових документів на основі контексту або попередніх шаблонів. Інструменти TensorFlow або OpenAI, допомагають автоматизувати створення складних документів. Технології блокчейну для збереження автентичності документів для забезпечення прозорого та незмінного запису історії змін у документах, що підвищує рівень безпеки. Інтеграція системам управління даними (ERP/CRM) з платформами управління підприємствами або клієнтами, такими як SAP, Salesforce, або Oracle, що дозволяє автоматично отримувати дані для створення документів.

З точки зору архітектурного підходу: клієнт-серверна архітектура – для централізованого управління даними та документами, де сервер обробляє запити та генерує документи, а клієнти мають доступ до необхідних функцій через інтерфейси; мікросервісна архітектура – окремі функції системи документообігу (генерація документів, їх зберігання, перевірка підписів тощо) є незалежними модулями, легко оновлюються та масштабуються.

Алгоритми та стандарти: XML/JSON – для структурування даних; цифрові сертифікати та криптографічні протоколи – для захисту документів та перевірки їх автентичності (SSL/TLS, цифрові сертифікати).

З точки зору кібербезпеки: шифрування даних (AES або RSA); контроль доступу та ролей (Role-Based Access Control, RBAC).

Ці ресурси можуть бути застосовані до створення ефективних систем документообігу, які забезпечують автоматизовану генерацію, безпеку та зручність роботи з документами в різних галузях діяльності.

Аналіз сучасних систем документообігу. Сьогодні підприємства мають зосереджувати увагу на операціях з даними. Витрати на бізнес-розвиток та документообіг шляхом мануальної обробки зросли до величезних розмірів. Традиційні методи обробки даних недостатньо ефективні через людський фактор і ускладнюються обробкою великих обсягів даних вручну (Prashant Vilas Kanade & Arun Kumar, 2021; Adanur Dedetürk B. & Bakir-Gungor, 2024).

Електронна система документообігу (ЕСД) – це таке програмне забезпечення, що керує процесом створення, управління та розповсюдженням електронних документів в організації (Hryshyn & Filirova, 2023; Kuts, 2023). Основні принципи такої системи такі:

1. Одноразова реєстрація документа, що забезпечує його унікальну ідентифікацію.
2. Можливість проведення декількох операцій одночасно для прискорення обігу документів.
3. Рух документа з можливістю визначити відповідальну особу на кожному етапі обробки.
4. Єдина база документів для уникнення їх дублювання.
5. Ефективна система пошуку документів, що дозволяє знаходити їх з мінімальною інформацією.
6. Система звітності для контролю руху документів та прийняття управлінських рішень.

Мануальна обробка документів призводить до деяких недоліків: обмежена швидкість введення даних; високі витрати на працю; більше виправлень та переробок.

В табл. 1 подано порівняльний аналіз мануальної та електронної обробки документів. Результати свідчать на користь електронної системи.

Таблиця 1. Порівняння мануальної і електронної обробки документів

	Мануальна	Електронна
Початкова вартість	Низька.	Висока через вартість програмного забезпечення.
Людське втручання	Вимагає від працівників покрокового опрацювання	Програми для автоматизованої обробки даних потребують мінімального втручання людини. Вони мають чітко визначені робочі процеси для обробки документів та введення даних.
Час	Трудомісткий процес, і компанії мають знайти відповідних фахівців.	За допомогою попередньо навчених API займає кілька хвилин на обробку документів.
Кількість помилок	Ризик повторних записів, друкарські та граматичні помилки або введення неправильної інформації.	Автоматизоване введення даних може посылатися на досвід попередніх моделей даних і перевіряти введenu інформацію
Обробка	Аналіз даних мануально настільки ж громіздкий, як і їх обробка.	Технологія автоматичного вилучення даних швидко читає, упорядковує та аналізує дані, що зберігаються.

Джерело: розроблено автором на основі (Korobeinikova, 2024).

Яскравим прикладом ЕСД є "Дія", і надає доступ до онлайн-послуг отримання електронного паспорту, водійського посвідчення, автоцивілки, студентського квитка тощо (Hryshyn & Filipova, 2023). Зараз «Дія» функціонує як цифрова сховище для документів користувача, які офіційно визнаються аналогами паперових або пластикових посвідчень. Сьогодні сервіс «Дія» пропонує понад 20 онлайн-послуг для громадян та підприємств. Для користування ними потрібно зареєструватися за допомогою кваліфікованого електронного підпису (Kuts, 2023). Більшість послуг, запропонованих у «Дії», реалізуються через сайти державних органів, що вимагає додаткової авторизації.

ЕСД «PandaDoc». PandaDoc – це інтернет-сервіс для створення та управління електронними документами, де можна створювати документи за допомогою вбудованого редактора, підписувати їх електронно та надсилати на затвердження (Nakoryk, 2024). Цей редактор спрямований на створення документів за допомогою шаблонів або з нуля і дозволяє створювати як офіційні документи, так і маркетингові матеріали. Містить включають функції створення, відстеження та виконання документів, а також можливості електронних підписів; інтегрується з платіжними системами, хмарними сховищами тощо. Дозволяє створювати пропозиції та угоди шаблонами з фірмовим стилем, темами та параметрами персоналізації. Дозволяє налаштовувати документи онлайн; інтегрується із службами Google, Dropbox, Vox та іншими, сумісна з Google Docs (Kuts, 2023).

ЕСД Google Docs – це онлайн-редактор для створення та форматування текстових документів, дозволяє, ділитися ними з колегами та спільно редагувати. Документи користувача зберігаються в хмарі, що забезпечує доступ до них з різних пристроїв. Google Docs має редактор тексту з повним набором функцій, який можна використовувати як у веб-браузері, так і на мобільних пристроях. Додатково, для розширення можливостей Google Docs можна поєднати з різними веб-додатками. Особливості Google Docs включають створення та редагування документів, спільне редагування в реальному часі, надсилання запрошень користувачам через посилання або електронну пошту, перегляд історії змін, роботу з форматом Word, а також можливість завантаження та переклад документів у різні мови (Vasylovskiy, 2023).

Основними перевагами системи електронного документообігу "Дія" є:

1. Зберігання офіційно визнаних цифрових копій документів в компактному форматі.
2. Можливість отримання державних послуг в режимі онлайн на різних рівнях.

Основними недоліками цієї системи є:

1. Складний процес авторизації, який передбачає ідентифікацію через технологію BankID, що може викликати незручності.

2. Неповне відображення всіх документів, що стає причиною скарг користувачів.

3. Неможливість підтвердження аутентичності документів у відсутності доступу до Інтернету та відсутності QR-кодів у офлайн-режимі.

Щодо системи електронного документообігу "GoogleDocs", її ключовими перевагами є:

1. Безкоштовність сервісу.

2. Зберігання всіх даних у хмарі, що забезпечує захист і доступність інформації.

3. Простий обмін файлами та можливість колективної роботи.

4. Зручна історія змін файлів та кросплатформеність.

Але є і недоліки:

1. Повільна робота системи, особливо з об'ємними текстами при поганому Інтернет-з'єднанні.

2. Залежність від облікового запису та наявності доступу до Інтернету.

Щодо системи "PandaDoc", її переваги полягають у такому:

1. Інтеграція з різними сервісами, включаючи Google, Dropbox і Box.

2. Можливість завантажувати та налаштовувати файли будь-якого типу.

3. Використання юридично обов'язкових електронних підписів та співпраця в режимі real-time.

Але існують такі недоліки:

1. Відсутність системи контролю версій та погане форматування шаблонів.

2. Висока ціна сервісу.

За результатами наукового пошуку пропонується порівняння розглянутих ЕСД за такими критеріями: базова ціна, людський фактор, часові витрати, рівень похибок, оцінка, застосування ЕЦП, формування шаблонів, автоматичне формування документів. Оцінимо кожен із розглянутих систем за десятибальною шкалою і створимо візуалізацію отриманих даних (рис. 1).

Виходячи із огляду переваг та недоліків – лідером є «GoogleDocs», оскільки має простий і доступний інтерфейс, є безкоштовним, і підтримує версії документів.

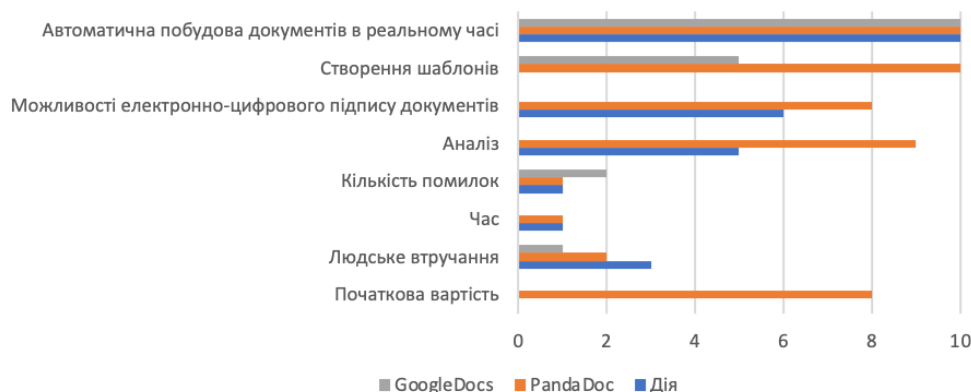


Рисунок 1. Порівняння розглянутих ЕСД

Джерело: розроблено автором на основі відкритих джерел

Технологічний ланцюжок спеціалізованої автоматизованої системи документообігу. Дано визначення, що спеціалізованою автоматизованою системою документообігу (САСД) – це така система для ведення документообігу, базовою метою якої є автоматизація процесів оброблення документів та всіх процесів, що виконуються вручну (рис. 2). Підвищення ефективності обробки документів шляхом зменшення недоліків мануального підходу, використовуючи сучасні хмарні технології та найявні засоби парсингу

для автоматичного формування нових документів та швидкого отримання інформації, що програмно обробляється.

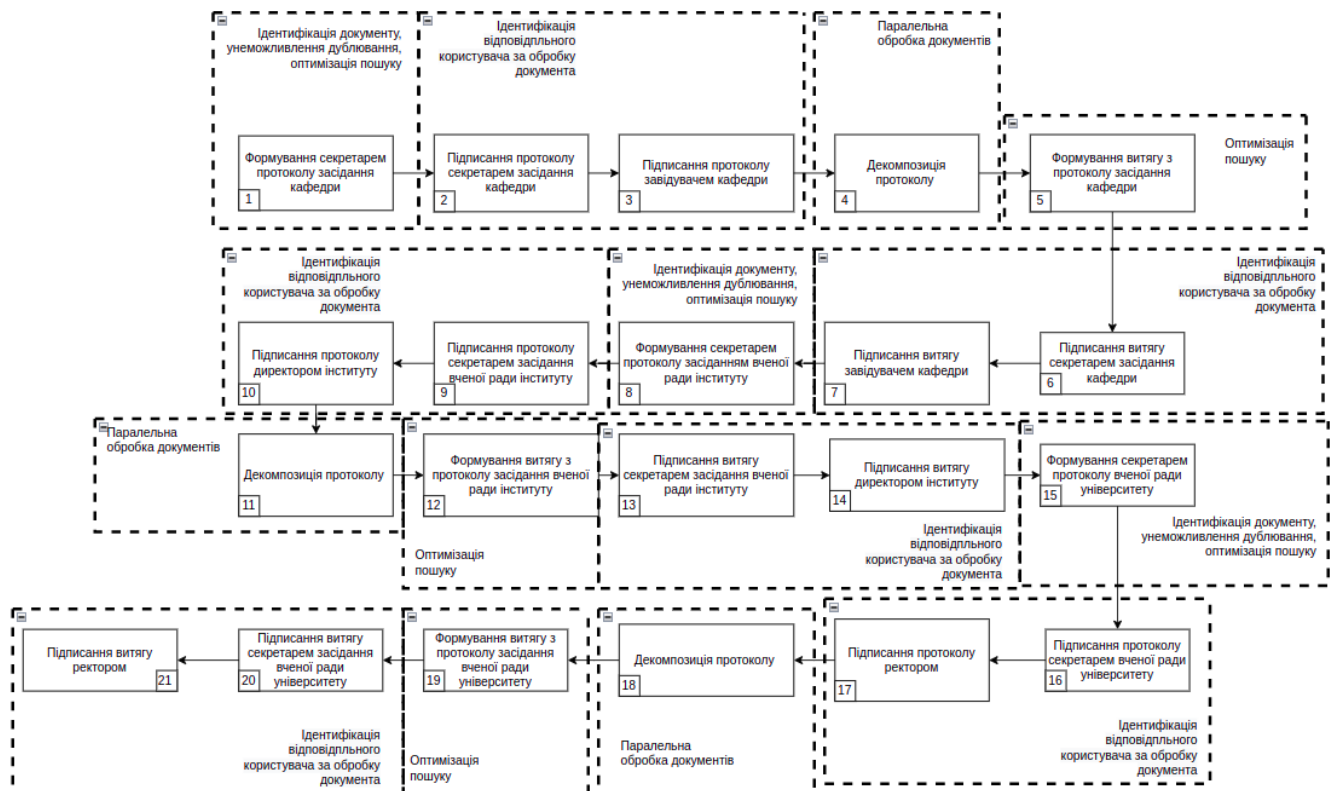


Рисунок 2. Технологічний ланцюжок САСД

Джерело: розроблено авторами

1) На першому етапі секретар формує протокол засідання, обираючи документи для розгляду. Після відбору дані автоматично обробляються (асемблюється готовий файл) протоколу засідання, зберігаються у хмарному середовищі та надсилаються для підпису. Доступ до протоколу мають авторизовані особи.

2) Після процесу формування протоколу секретар кафедри переглядає доступні документи та підписує необхідні. Його підпис зберігається в базі даних для подальшої верифікації.

3) Також завідувач кафедрою має доступ до документів та підписує потрібні. Його підпис також зберігається в базі даних для подальшої верифікації.

4) Під час декомпозиції протоколу кафедри запропонована система перевіряє наявність підписів секретаря та завідувача в базі даних для підтвердження забезпечення цілісності та автентичності документів. Після цього алгоритм виконує парсинг файлів з маркованими блоками (порядок денний, список присутніх та рішення) для формування витягів.

5) Система створює витяг та переносить дані з певного блоку протоколу. Новий файл знаходиться в хмарному середовищі та надсилається завідувачу та секретарю на підпис.

6) Також секретар переглядає надіслані витяги та підписує необхідні. Створений підпис зберігається в базі даних для можливості верифікації.

7) Завідувач кафедри переглядає витяги та підписує потрібні. Його підпис також зберігається в базі даних з метою верифікації.

8) На кроці формування протоколу для засідання вченої ради інституту секретар вибирає документи, які будуть розглядатись на засіданні та надсилає їх системі. Система автоматично формує протокол, завантажує його в хмару та надсилає секретареві та директору інституту для підпису.

9) Після створення протоколу секретар переглядає документи та підписує необхідні. Підпис зберігається в базі даних для подальшої верифікації.

- 10) Директор інституту після формування протоколу переглядає документи та підписує потрібні. Його підпис також зберігається в базі даних для можливості верифікації.
- 11) На етапі декомпозиції протоколу перевіряються підписи секретаря та директора для верифікації цілісності та автентичності. Коли перевірка виконана алгоритм парсить файл з маркованими блоками для формування витягів.
- 12) Під час формування витягу система створює витяг та заповнює дані з певного блоку протоколу як було зазначено на попередньому кроці. Файл зберігається в хмарі та надсилається секретареві та директору для підпису.
- 13) Після формування витягів з протоколу секретар переглядає витяги та підписує необхідні. Підпис зберігається в базі даних.
- 14) Директор інституту переглядає сформовані системою витяги та підписує потрібні. Його підпис зберігається в базі даних для верифікації.
- 15) При формуванні протоколів засідання Вченої ради університету секретар обирає документи які будуть розглядатись Вченою ради та надсилає їх системі. Система асемблює протокол засідання Вченої ради університету, завантажує його в хмару та надсилає уповноваженим особам для підпису. Розміщений в хмарному середовищі документ авторизовані особи отримують доступ до нього, а також можуть завантажити на комп'ютер для перегляду.
- 16) Після створення протоколу секретар переглядає та підписує необхідні документи. Підпис зберігається в базі даних для верифікації.
- 17) Також ректор університету після створення файлу протоколу переглядає необхідні документи та підписує їх. Його підпис також зберігається в базі даних для верифікації.
- 18) Під час декомпозиції протоколу системою перевіряються наявність підпису секретаря та ректора для верифікації автентичності та цілісності. Алгоритм парсить файл з маркованими блоками для формування витягів.
- 19) При формуванні протоколу система створює витяг та переносить дані з певного блоку протоколу. Файл зберігається в хмарі та надсилається секретареві та ректорові для підпису.
- 20) Після формування витягів протоколів секретар переглядає необхідні витяги та підписує їх. Підпис секретаря зберігається в базі даних подальшої верифікації документів..
- 21) Ректор університету після формування витягів переглядає та підписує потрібні. Його підпис зберігається в базі даних із метою подальшої верифікації підписаних документів.

Процеси асемблювання та реасемблювання. Процеси реасемблювання полягають у розподілі документа на окремі частини за допомогою спеціальних маркерів і регулярних виразів, що дозволяє подальше програмне опрацювання цих фрагментів. Реасемблювання передбачає перетворення документа на програмні об'єкти, які можуть оброблятися і змінюватися системою. Візуалізацію процесу реасемблювання представлено на рисунку 3, а.

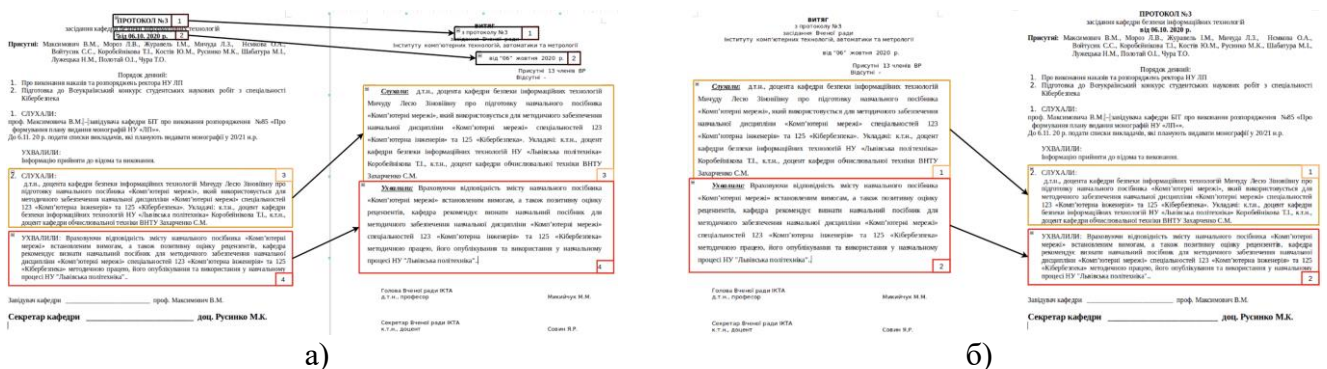


Рисунок 3. Візуалізація процесів реасемблювання (а) та асемблювання (б)

Джерело: розроблено автором

Під час реасемблювання система автоматично розбиває протокол на складові частини для формування витягів. Зокрема, протокол ділиться на такі чотири частини:

- 1) Заголовок протоколу, що містить його номер. Ця інформація використовується для відображення номера у верхній частині витягу, що забезпечує подальшу ідентифікацію протоколу, з якого витяг сформовано.
- 2) Блок з датою проведення засідання, який пізніше вказується у верхній частині витягу як дата документу.
- 3) Опис питання, яке розглядалося на засіданні і є основою для формування витягу. Програма розміщує цей опис одразу під заголовком витягу, ближче до верхньої частини документа.
- 4) Прийняте рішення щодо розглянутого питання, розташованого в попередньому блоці. Це рішення автоматично розміщується у витягу під відповідним питанням, яке було обговорено.

Процес асемблювання, що є протилежним до реасемблювання, перетворює програмний об'єкт у фізичний документ для подальшої обробки. Для асемблювання зазвичай застосовується пустий шаблон, який програма заповнює потрібними даними. У результаті створюється документ, що об'єднує наявні дані та об'єкти програми. Візуалізацію процесу асемблювання наведено на рисунку 3,б.

На етапі асемблювання система вибирає витяги з питаннями, які слід включити до протоколу засідання, поступово додаючи їх до документа. Ось як програмно розкладаються витяги для перенесення до протоколу:

- 1) Перший блок у витягу – це опис питання, яке обговорювалося на засіданні. Він додається до протоколу відповідно до порядку денного.
- 2) Другий блок містить рішення, ухвалене щодо зазначеного питання. У протоколі це рішення розміщується одразу після відповідного питання

Результати

Аналітичний опис процедур асемблювання та реасемблювання. Розглядається типова структура протоколу засідання кафедри (вважається, що це структурний підрозділ 1-го рівня СП I) як множини Pr^I складових цього протоколу (1):

$$Pr^I = \{N^I, SP^I, D^I, Pres^I, Agenda^I, Sign^I\}, \quad (1)$$

де N^I – ім'я документу, тут це «протокол засідання кафедри».

SP^I – назва структурного підрозділу першого рівня СП^I.

D^I – дата засідання СП^I.

$Pres^I$ – список присутніх СП^I.

$Agenda^I$ – порядок денний СП^I.

$Sign^I$ – підписанти СП^I.

Список членів колективу структурного підрозділу рівня 1 СП^I визначається множиною $Pres^I$ (2), міститиме ПІБ працівників, де E_1^I, E_2^I – ПІБ головуєчого та секретаря відповідно.

$$Pres^I = \{E_1^I, E_2^I, E_3^I, \dots, E_N^I\} \quad (2)$$

Для кожного працівника передбачено вказання його регалій R , як матрицю впорядкованих складових, що міститиме значення ПІБ E_N^I , посаду Pos_P^I та науковий ступінь Sc_S^I (3).

$$R^I = \begin{pmatrix} E_1^I & Pos_1^I & Sc_1^I \\ \dots & \dots & \dots \\ E_N^I & Pos_P^I & Sc_S^I \end{pmatrix} \quad (3)$$

Опишемо визначений порядок денний $Agenda^I$ як матрицю впорядкованих елементів, що міститиме інформацію щодо заслуханих питань «слухали» Q_M^I та інформацію щодо відповідних ухвал «ухвалили» D_M^I (4).

$$Agenda^I = \begin{pmatrix} Q_1^I & D_1^I \\ \dots & \dots \\ Q_M^I & D_M^I \end{pmatrix} \quad (4)$$

Опишемо множину підписантів структурного підрозділу першого рівня $СП^I$, як $Sign^I$, що міститиме значення цифрових підписів (5).

$$Sign^I = \{DS_1^I, DS_2^I\} \quad (5)$$

За ідеєю власне декомпозиції відбувається процедура реасемблювання документу (тобто, протоколу засідання) $СП^I$, і потім згідно процедури асемблювання у витяг з протоколу $СП^I$ Pr_{EX}^I надійдуть елементи Pr^I , що допоможуть САСД сформувати витяг: $SP^I, D^I, Q_m^I, D_m^I, DS_1^I, DS_2^I, E_1^I, Pos_1^I, Sc_1^I, E_2^I, Pos_2^I, Sc_2^I$. Опишемо структуру витягу протоколу засідання $СП^I$ як множину Ex^I складових (6):

$$Ex^I = \{Ex_{name}^I, SP^I, D^I, Q_m^I, D_m^I, \langle E_1^I, D_1^I \rangle, \langle E_2^I, D_2^I \rangle\} \quad (6)$$

де

Ex_{name}^I – ім'я документу, тут це «витяг з протоколу засідання кафедри»;

SP^I – назва структурного підрозділу першого рівня $СП^I$;

D^I – дата засідання;

Q_m^I, D_m^I – інформація про заслухане питання, що винесене у витяг і його ухвала;

$\langle E_1^I, D_1^I \rangle$ та $\langle E_2^I, D_2^I \rangle$ – кортежі, що містять цифрові підписи головууючого та секретаря $СП^I$, також їх ППБ, регалії тощо.

Опишемо загальну структуру протоколу засідання Вченої ради інституту або факультету (структурного підрозділу 2-го рівня $СП^{II}$) як множину Pr^{II} складових цього документу (7):

$$Pr^{II} = \{N^{II}, SP^{II}, D^{II}, Pres^{II}, Agenda^{II}, Sign^{II}\} \quad (7)$$

де

N^{II} – ім'я документу, тут це «протокол засідання ВРІ».

SP^{II} – назва структурного підрозділу другого рівня $СП^{II}$.

D^{II} – дата засідання $СП^{II}$.

$Pres^{II}$ – список присутніх $СП^{II}$.

$Agenda^{II}$ – порядок денний $СП^{II}$.

$Sign^{II}$ – підписанти $СП^{II}$.

За аналогією з (2) та (3), список присутніх $Pres^{II}$ засідання ВРІ та регалії учасників опишемо (8):

$$Pres^{II} = \{E_1^{II}, E_2^{II}, E_3^{II}, \dots, E_T^{II}\} \text{ та } R^{II} = \begin{pmatrix} E_1^{II} & Pos_1^{II} & Sc_1^{II} \\ \dots & \dots & \dots \\ E_U^{II} & Pos_V^{II} & Sc_W^{II} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Порядок денний тут (за процедурою асемблювання) може формуватися із питань, розглянутих на засіданнях довільної кількості різних $СП^I$ і доповнюватися питаннями, доданих секретарем засідання ВРІ в ручному режимі, тоді отримуємо (9):

$$Agenda^{II} = \begin{pmatrix} Q_1^I & D_1^I \\ \dots & \dots \\ Q_A^I & D_A^I \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} Q_1^{II} & D_1^{II} \\ \dots & \dots \\ Q_B^{II} & D_B^{II} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Аналогічно з (5) визначаємо множину підписантів $СП^{II}$, як $Sign^{II}$, що оперує значеннями цифрових підписів секретаря та головуєчого ВРІ відповідно (10).

$$Sign^{II} = \{DS_1^{II}, DS_2^{II}\} \quad (10)$$

Далі, за основною ідеєю декомпозиції виконується процедура реасемблювання документу протоколу $СП^{II}$, і тоді відповідно процедурі асемблювання у підсумковий витяг $СП^I Pr_{EX}^{II}$ надійдуть такі елементи Pr^{II} , що допоможуть запропонованій авторами САСД сформувавши витяг з протоколу засідання ВРІ: $SP^{II}, D^{II}, Q_a^I, D_a^I, Q_b^I, D_b^I, DS_1^{II}, DS_2^{II}, E_1^{II}, Pos_1^{II}, Sc_1^{II}, E_2^{II}, Pos_2^{II}, Sc_2^{II}$. Подано структуру витягу з протоколу засідання $СП^{II}$ множиною Ex^{II} з такими складовими (11):

$$Ex^{II} = \{Ex_{name}^{II}, SP^{II}, D^{II}, Q_x^{II}, D_x^{II}, \langle E_1^{II}, D_1^{II} \rangle, \langle E_2^{II}, D_2^{II} \rangle\} \quad (11)$$

де

Ex_{name}^{II} – назва документу, а саме «витяг з протоколу засідання ВРІ».

SP^{II} – назва структурного підрозділу другого рівня $СП^{II}$.

D^{II} – дата засідання.

Q_x^{II}, D_x^{II} – значення питання, що винесене у витяг ВРІ і його відповідна ухвала.

$\langle E_1^{II}, D_1^{II} \rangle$ та $\langle E_2^{II}, D_2^{II} \rangle$ – кортежі, що містять ППБ, регалії та цифрові підписи головуєчого та секретаря $СП^{II}$ відповідно.

Тоді структуру протоколу засідання Вченої ради Університету (ВРУ, структурного підрозділу другого рівня $СП^{III}$) можна описати як множину Pr^{III} складових цього документу (12):

$$Pr^{III} = \{N^{III}, SP^{III}, D^{III}, Pres^{III}, Agenda^{III}, Sign^{III}\}, \quad (12)$$

де

N^{III} – ім'я документу, тут це «протокол засідання ВРУ».

SP^{III} – назва структурного підрозділу другого рівня $СП^{III}$.

D^{III} – дата засідання $СП^{III}$.

$Pres^{III}$ – список присутніх $СП^{III}$.

$Agenda^{III}$ – порядок денний $СП^{III}$.

$Sign^{III}$ – підписанти $СП^{III}$.

Тоді витяг з протоколу засідання ВРУ можна описати як (13)

$$Ex^{III} = \{Ex_{name}^{III}, SP^{III}, D^{III}, Q_y^{III}, D_y^{III}, \langle E_1^{III}, D_1^{III} \rangle, \langle E_2^{III}, D_2^{III} \rangle\} \quad (13)$$

де

Ex_{name}^{III} – ім'я документу, тут це «витяг з протоколу засідання ВРУ»;

SP^{III} – назва структурного підрозділу 3-го рівня (університету) $СП^{III}$;

D^{III} – дата засідання ВРУ;

Q_y^{III}, D_y^{III} – значення заслуханого питання, що винесене у витяг ВРУ і його відповідна ухвала;

$\langle E_1^{III}, D_1^{III} \rangle$ та $\langle E_2^{III}, D_2^{III} \rangle$ – кортежі, що містять ПБ, регалії та цифрові підписи ректора та секретаря ВРУ відповідно.

Обговорення. У запропонованій аналітичній частині цієї роботи основні принципи електронної системи документообігу (ЕСД) відображено у технологічному ланцюжку спеціалізованої автоматизованої системи документообігу (САСД) (рисунок 2). Принципи ЕСД реалізовані через виконання таких вимог:

1) Система забезпечує унікальну ідентифікацію кожного документа за допомогою присвоєння унікального ID. Це значення є рядковим полем з 12 символів, що може містити цифри та літери латинського алфавіту.

2) Автоматизація процесів генерації протоколів та витягів з них дозволила зменшити час обробки документів та підвищити оперативність їх виконання.

3) Принцип безперервності документообігу реалізовано завдяки автоматизованому надсиланню документів до відповідних департаментів для обробки та отримання підписів.

4) Механізм запобігання дублюванню документів реалізовано через алгоритм хешування, що генерує унікальну строку для кожного документа. Цей набір символів є специфічним для кожного документа з конкретним вмістом, що гарантує відсутність дублікатів.

5) Функціонал звітності включає автоматичне накладання підписів секретарів та керівників засідань. Підпис генерується за допомогою алгоритму асиметричного шифрування RSA, а кожен користувач має приватний ключ, сформований на основі ID та секретної строки, що зберігається на сервері. Цей підпис підтверджує автентичність та цілісність документа, а також забезпечує можливість перевірки підпису авторами.

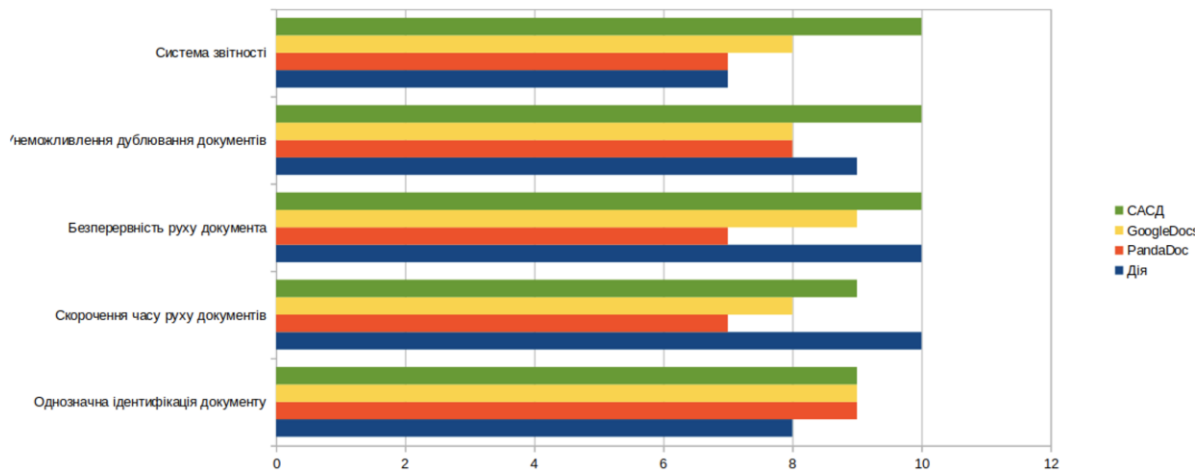


Рисунок 4. Візуалізація відповідності САСД основним принципам ЕСД

Джерело: розроблено авторами

Дані на рис. 4 свідчать, що запропонована САСД відповідає принципам ЕСД на 8% краще за найближчий аналог. Такого результату вдалося досягти завдяки впровадженню механізму запобігання дублюванню документів. Система унікальності реалізована для уникнення повторного розгляду однакових документів, що зберігає час на засіданнях. Перевірка унікальності документів здійснюється шляхом хешування їх вмісту алгоритмом SHA-256. Результат хешування, унікальна строка, зберігається в базі даних та прив'язується до документа. Загалом, результати дослідження підтверджують відповідність САСД основним принципам ЕСД.

Висновки. У цій роботі застосовано системний підхід для вирішення задач асемблювання та реасемблювання документів у спеціалізованій системі документообігу, зосередившись на структурних підрозділах закладу вищої освіти. Основна увага приділена аналізу та вдосконаленню методів обробки документів, зокрема методів забезпечення цілісності та автентичності документів, а також їх автоматичної генерації.

В результаті проведених досліджень вдалося підвищити рівень відповідності автоматизованої системи документообігу основним принципам електронних систем документообігу на 8%. Це стало можливим завдяки автоматизації процесів асемблювання та реасемблювання документів, а також поліпшенню підходів до збереження цілісності та автентичності документів.

У роботі виконано такі завдання: проведено огляд сучасних електронних систем документообігу, проаналізовано їх переваги та недоліки; розроблено технологічний ланцюжок спеціалізованої автоматизованої системи документообігу; побудовано аналітичний опис технологічного ланцюга САСД; перевірено відповідність розробки основним принципам ЕСД.

Подяки «Немає».

Конфлікт інтересів «Немає».

References

- Adanur Dedetürk B. & Bakir-Güngör B. (2024). Aguhyper: a hyperledger-based electronic health record management framework. *PeerJ Computer Science* 10:e2060.
- Alade, S. M. (2023). Design and implementation of a web-based document management system. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 15(2), 35–53.
- Ataide, M., Brahollı, O., & Siegele, D. (2023). Digital transformation of building permits: Current status, maturity, and future prospects. *Buildings*, 13, 2554.
- Azmir, A., & Wijayanti, L. (2022). Cloud computing opportunities and challenges in electronic document management. *Record and Library Journal*, 8, 248–258.
- Bereznyi, O. (2024). The role of cloud technologies in the organization of continuous accounting. *Economics, Management and Administration*, 2(108), 78–83. [https://doi.org/10.26642/ema-2024-2\(108\)-78-83](https://doi.org/10.26642/ema-2024-2(108)-78-83).
- Brad Hershowitz, Melinda Hodkiewicz, Tyler Bikaun, Michael Stewart & Wei Liu (2024). Causal knowledge extraction from long text maintenance documents. *Computers in Industry* (161).
- Cabello-Collado, C., Rodriguez-Juan, J., Ortiz-Perez, D., Garcia-Rodriguez, J., Tomás, D., & Vizcaya-Moreno, M. F. (2024). Automated generation of clinical reports using sensing technologies with deep learning techniques. *Sensors*, 24, 2751.
- Diyan V. R. (2024). *Methods of designing a university document management system*: master's thesis, specialty 123 Computer Engineering, KhNU of Radio Electronics, Kharkiv.
- Fedotova, O. O., & Khlan, A. S. (2023). Ways to optimize the clerical service in higher education institutions of Ukraine. In *Development of Education, Science and Business: Results*, Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference, December 21-22, 2023. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine 222.

- Fu, Q., Lai, J., Zhong, T., et al. (2023). Design and implementation of clinical LIS360 laboratory management system based on AI technology. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 16, 33.
- Han, J., Wang, C., Miao, J., Lu, M., Wang, Y., & Jin, S. (2020). Research on electronic document management system based on cloud computing. *Computers, Materials & Continua*, 66, 2645–2654.
- Hanzha, A. S., Antonenko, S. V., & Izmailova, M. K. (2022). A review of existing automated management systems for educational institutions. *Actual problems of automation and information technology*, 26, . Oles Honchar Dnipropetrovsk National University. <https://doi.org/10.15421/432205>. [in Ukrainian]
- Hryshyn, V., & Filipova, L. (2023). Trends in the Development of Digitalisation of Document Management Systems and Services in Public Authorities. *Scientific journal “Library Science. Record Studies. Informology”*, Issue 3. <https://doi.org/10.32461/2409-9805.3.2023.290988>
- Jingqi Zhang & Shaohua Jiang. Systematic Literature Review on Knowledge Graphs in Construction Management from a Multi-Modal Perspective. *International Journal of Human–Computer Interaction* 0:0, 1-20.
- Koibichuk, V. V., & Grishko, R. A. (2021). *Automated enterprise management system*. Doctoral dissertation, Sheffield, Science and Education LTD.
- Kopnyak, K., & Radzikhovska, L. (2020). Integrated automated management system of a higher education institution. *Scientific of Academic Society of Michal Baludansky*, 8(3), 101–103.
- Korobeinikova, T. (2022). Analysis of modern document systems. In *Modern systems of science and education in the USA, EU and other countries*, 19–22.
- Korobeinikova, T. (2024). Modern solutions for assembling and reassembling documents in a specialized document management system. In *Science for modern man: Computer science, cybernetics and automation, security systems, physics and mathematics* (Monographic series «European Science», Book 26, Part 2, Chapter 4, pp. 84–114). European Science. ISBN 978-3-98924-032-2.
- Kuts, V. (2023). Technology of using digital signature in electronic document management systems.
- Lobbé, Q., Delanoë, A., & Chavalarias, D. (2022). Exploring, browsing and interacting with multi-level and multi-scale dynamics of knowledge. *Information Visualization*, 21(1), 17-37.
- Nakoryk, V. V. (2024). *Automated system for creating accompanying documents of the educational process* : Master's thesis : 151 Automation and computer-integrated technologies. Kyiv.
- Prashant Vilas Kanade & Arun Kumar (2021). Security Aspects of Electronic Health Records and Possible Solutions. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 12(4).
- Sternad, S., Jordan, S., & Bobek, S. (2023). Managing document management systems' life cycle in relation to an organization's maturity for digital transformation. *Sustainability*, 15, 15212.
- Tsybulnyk, S., Nakoryk, V., & Pivtorak, D. (2024). Development of the prototype of the automated system for creating accompanying documents of the educational process. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, 2(20), 30–37. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2024.02.05>
- Vasytkovskyi I. K. (2023). *Information system of corporate document management*. Thesis: 126 Information systems and technologies; KhNU- Khmelnytskyi.
- Von Gerich, H., Lozada-Perezmitre, E., Pruinelli, L., & Peltonen, L.-M. (2024). Towards automated evaluation of patient-centered care: Assessing the potential of electronic health records. *Studies in Health Technology and Informatics*, 310, 344–348.