

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ ДРУКАРСТВА

На рецензію  
Завідувач кафедри  
проф. д. т. н. Гавенко С. Ф.  
(підпис) (і. п. прізвище)  
«18» січня 2022 р.

До захисту в ДЕК  
Завідувач кафедри  
проф. д. т. н. Гавенко С. Ф.  
(підпис) (і. п. прізвище)  
«21» січня 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ

Моделювання технологічних процесів друкування  
поліграфічної продукції

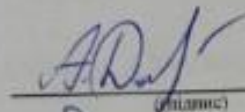
студентки VI курсу, факультету ВПТ, групи ВП-6П

Дворянської Анастасії Іванівни

Спеціальність 186 «Видавництво та поліграфія»  
(шифр) (назва)  
ОПП «Комп'ютеризовані поліграфічні технології  
виготовлення паковань»

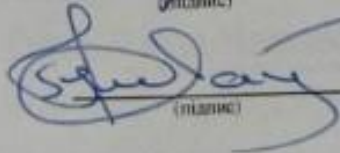
Тему затверджено наказом по академії № 391 від «10» 12 2021 р.

Випускник

  
(підпис)

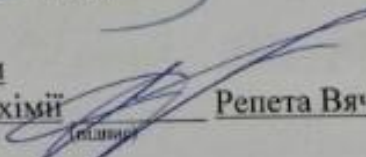
Дворянська Анастасія Іванівна  
(і. п. прізвище)

Керівник к.т.н., доцент  
(посада)

  
(підпис)

Ривак Павло Миколайович  
(і. п. прізвище)

Рецензент д.т.н., професор кафедри  
поліграфічного матеріалознавства і хімії  
(посада, наук ступінь, місце звання)

  
(підпис)

Репета Вячеслав Богданович  
(і. п. прізвище)

Львів—2022 р.

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>Розділ 1. Моделювання технічних систем</b> .....	11
1.1. Моделювання як метод наукового пізнання .....	11
1.2. Визначення поняття моделі. Класифікація моделей .....	16
1.3. Методи дослідження, що використовуються під час побудови моделей .....	20
1.3.1. Методи емпіричного дослідження .....	21
1.3.2. Методи теоретичного дослідження .....	21
1.4. Вимоги до побудови моделей .....	22
1.5. Принципи побудови моделей .....	24
1.6. Формальні методи побудови моделей .....	27
1.7. Технологія моделювання .....	29
1.8. Основні види моделювання .....	34
<b>Розділ 2. Моделювання технологічних процесів</b> .....	37
2.1. Фізичне моделювання .....	39
2.2. Математичне моделювання .....	41
2.3. Імітаційне моделювання .....	44
2.4. Графи як один із методів моделювання .....	47
<b>Розділ 3. Експериментальна частина</b> .....	54
3.1. Моделювання робочого часу друкарської машини з врахуванням надійності .....	54

3.2. Визначення оптимальної послідовності запуску видань у виробництво .....	60
<b>Висновки</b> .....	67
<b>Список літератури</b> .....	68
<b>Додаток 1. Публікація матеріалів конференції «КВАЛІЛОГІЯ КНИГИ» . (25 лютого 2021 року) .....</b>	<b>72</b>

## Вступ

**Постановка проблеми.** Однією з проблем сучасної науки є розробка та впровадження в практику методів дослідження функціонування складних систем. До класу складних систем відносять технологічні, виробничі, енергетичні комплекси, системи автоматизації управління та інші об'єкти. Моделювання є одним з найбільш потужних засобів дослідження подібних систем на сьогоднішній день.

Моделювання - один з найбільш поширених способів вивчення різних процесів і явищ. Моделлю вихідного об'єкта називається представлення об'єкту в деякій формі, відмінній від форми його реального існування. В інженерній практиці модель зазвичай створюється для:

- проведення на моделі експериментів, які неможливо або складно провести на реальному об'єкті (що надає можливість отримання нових знань про об'єкт);
- прискорення, здешевлення, спрощення й удосконалення процесу проектування, що досягається за рахунок роботи з простішим об'єктом, ніж вихідний, тобто з моделлю.

В даний час відомі і широко використовуються в наукових дослідженнях і інженерній практиці різні типи моделей і численні методи

моделювання. Якщо взяти за основу ступінь абстрактності (ступінь відмінності від реального об'єкта), то можна визначити такі типи моделей:

- фізичні (натурні) моделі (відтворюють досліджуваний процес із збереженням його фізичної природи і є інструментом фізичного моделювання);
- аналогові моделі (заміняють один об'єкт на інший з подібними властивостями);
- математичні моделі (абстрактні моделі, існують у формі спеціальних математичних конструкцій і мають сенс тільки для інтерпретації їх людиною чи машиною).

Під математичним моделюванням розуміють спосіб дослідження різних процесів шляхом вивчення явищ, що мають різний фізичний зміст, але описувані однаковими математичними співвідношеннями.

В даний час комп'ютерна промисловість пропонує сучасному інженерові цілий ряд різноманітних засобів моделювання, що дозволяють не тільки моделювати складні динамічні системи, але і проводити з ними експерименти. Найбільш повне дослідження загальносистемних проблем виходить в результаті моделювання об'єктів за допомогою сучасних технологій, реалізованих у спеціалізованих обчислювальних пакетах або пакетах візуального моделювання.

**Актуальність.** На сьогодні існує величезна кількість пакетів візуального моделювання. У них користувачеві надається можливість описувати модельовану систему переважно у візуальній формі, наприклад, графічно представляючи як структуру системи, так і її поведінку (наприклад, за допомогою карти станів). Такий підхід дозволяє користувачеві не піклуватися про реальну програмну реалізацію моделі, що значно спрощує процес моделювання. Результати експерименту в пакетах візуального моделювання надаються в більш наочній для людини формі: у вигляді графіків, гістограм, схем, із застосуванням анімації і т.д. Також в тій чи іншій мірі підтримується технологія об'єктно-орієнтованого моделювання, що

дозволяє повторно використовувати екземпляри моделей з можливістю внесення до них тих чи інших коректив.

У зв'язку з тим, актуальним науковим завданням для поліграфічних технологій є визначення якості функціонування великої системи, вибір оптимальної структури та алгоритмів її поведінки, побудова системи відповідно до поставленої перед нею завдань, що вирішують основну проблему при проектуванні сучасних систем, до яких по праву можна віднести і поліграфічну промисловість. Тому моделювання можна розглядати як один з методів, що використовуються при проектуванні і дослідженні таких систем, на основі чого сформульовано робочу гіпотезу, мету і завдання досліджень.

Тому, виходячи з вище сказаного, **метою роботи** є огляд та аналіз сучасних методів моделювання та їх використання при моделюванні технологічних процесів друкування поліграфічної продукції.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

1. Проаналізувати сучасні методи моделювання та основні види моделей.
2. Розглянути технологію моделювання.
3. Проаналізувати моделювання технологічних процесів.
4. Побудувати моделі для визначення робочого часу друкарської машини та оптимізації процесу проходження замовлення, а саме:
  - розробити модель роботи друкарської машини, яка враховує всі можливі стани модельованої системи і всі допустимі випадкові переходи між станами;
  - визначити за допомогою диференціальних рівнянь ймовірності кожного з станів друкарської машини і їх зміну в часі;
  - проаналізувати робочий час друкарської машини протягом робочого тижня;
  - визначення оптимальної послідовності виконання замовлень.

**Об'єктами для дослідження** обрано робочий час друкарської машини та пакет замовлень.

**Засобами** для проведення досліджень обрано методи математичного моделювання та пакет прикладної програми Mathcad.

**Практична цінність.**

За допомогою методів математичного моделювання та пакету Mathcad побудовані моделі для визначення робочого часу друкарської машини та оптимізації процесу проходження замовлення.

## **Висновки**

1. В магістерській роботі проаналізовано сучасні методи моделювання технічних систем, та адаптації їх для вивчення технологічних процесів поліграфічного виробництва.
2. З огляду на задачі розглянуто питання використання методів моделювання технологічних етапів виготовлення видання та поліграфічного виробництва в цілому.
3. За допомогою методів математичного моделювання та пакету Mathcad побудовані моделі для визначення робочого часу друкарської машини, та оптимізації процесу проходження замовлення.