

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема: «Використання Kanban для управління у відкритому волонтерському
проекті «ДрукАрмія»

Ступінь вищої освіти – магістр

Спеціальність – 073 «Менеджмент»

Освітня програма «Agile-технології розробки програмного забезпечення»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Керівники: зав. кафедри комп'ютерних наук,
к.е.н., с.н.с., доцент
Сергій МІЧКІВСЬКИЙ
старший викладач кафедри
комп'ютерних наук
Олег ЛУКУТІН

Виконала: здобувач
групи МЕН/Agile-24м
Богдан СКОЧКО

Засвідчую, що кваліфікаційна
робота оформлена відповідно до
ДСТУ 3008:2015 та не містить
запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Здобувач: _____
(підпис)

Київ, 2026 р.

**ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»**

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри інформаційного
менеджменту, математики та статистики
_____ Денис БАЛДИК
«__»____20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Скочко Богдан Олександрович**

Тема роботи	Використання Kanban для управління у відкритому волонтерському проєкті «ДрукАрмія»
Номер та дата наказу про затвердження теми	№ 109-2 від 14 жовтня 2025 року.
Коротка постановка завдання	Обґрунтування бачення продукту «ДрукАрмія» для розв'язання проблеми оперативного забезпечення військових на основі моделі розподіленого виробництва. Детальний опис особливостей гнучкого управління потоком завдань у волонтерському проєкті з використанням методу Kanban. Розкриття особливостей управління якістю та мотивацією в умовах децентралізованої системи.
Посилання на джерела інформації (не більше п'яти найменувань, які рекомендує науковий керівник)	The Official Guide to The Kanban Method –Kanban University https://kanban.university/kanban-guide The Official Kanban Guide (PDF) https://kanban.university/wp-content/uploads/2022/03/The-Official-Kanban-Guide_Ukrainian_A4.pdf „Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business“ – David J. Anderson „Kanban in Action“ – Marcus Hammarberg, Joakim Sundén „Kanban Maturity Model“ – David J. Anderson & Teodora Bozheva
Вимоги до кваліфікаційної роботи	Кваліфікаційна робота має містити теоретичне та/або практичне дослідження за темою роботи, яку слід розглядати як складне спеціалізоване завдання або практичну проблематику в галузі управління та адміністрування, яка характеризується комплексністю та невизначеністю умов і потребує застосування Agile-технологій.

Дата видачі завдання «16» жовтня 2025 р.

Керівник

Олег ЛУКУТІН

Керівник

Сергій МІЧКІВСЬКИЙ

Здобувач

Богдан СКОЧКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання	Примітка
Підготовчий етап			
1	Вибір напрямку дослідження та керівника.	01.09.2025 р.	<i>виконано</i>
2	Формування теми та призначення керівника.	22.09.2025 р.	<i>виконано</i>
3	Затвердження теми кваліфікаційної роботи.	14.10.2025 р.	<i>виконано</i>
4	Затвердження завдання на кваліфікаційну роботу.	16.10.2025 р.	<i>виконано</i>
Основний етап			
5	Розробка концепції та змісту кваліфікаційної роботи, погодження їх з науковим керівником	06.11.2025 р.	<i>виконано</i>
6	Підбір та вивчення джерел інформації з напрямку дослідження.	08.11.2025 р.	<i>виконано</i>
7	Теоретико-методичний аналіз предметної області. Підготовка та подання керівнику розділу 1 кваліфікаційної роботи.	13.11.2025 р.	<i>виконано</i>
8	Реалізація гнучкого управління розробкою продукту. Підготовка та подання керівнику розділу 2 кваліфікаційної роботи.	20.11.2025 р.	<i>виконано</i>
9	Розробка рекомендацій щодо вдосконалення управління із застосуванням Agile-технологій. Підготовка та подання керівнику розділу 3 кваліфікаційної роботи.	27.11.2025 р.	<i>виконано</i>
10	Підготовка та подання керівнику першого варіанту всієї кваліфікаційної роботи.	01.12.2025 р.	<i>виконано</i>
11	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника та представлення керівнику доопрацьованого варіанту кваліфікаційної роботи	03.12.2025 р.	<i>виконано</i>
Завершальний етап			
12	Представлення рукопису для перевірки на плагіат.	08.12.2025 р.	<i>виконано</i>
13	Підготовка презентації та доповіді на передзахист.	22.12.2025 р.	<i>виконано</i>
14	Передзахист кваліфікаційної роботи.	23-24.12.2025 р.	<i>виконано</i>
15	Технічна самооцінка роботи на відповідність вимогам до оформлення та виправлення недоліків.	12-16.01.2026 р.	<i>виконано</i>
16	Експертиза роботи керівником та зовнішнім експертом (рецензентом).	20.01.2026 р.	<i>виконано</i>
17	Доопрацювання доповіді та презентації для захисту.	22.01.2026 р.	<i>виконано</i>
18	Захист кваліфікаційної роботи.	26-30.01.2026 р.	<i>виконано</i>

Керівник

Олег ЛУКУТІН

Керівник

Сергій МІЧКІВСЬКИЙ

Здобувач

Богдан СКОЧКО

Скочко Б.О. Використання Kanban для управління у відкритому волонтерському проєкті «ДрукАрмія».

Кваліфікаційна випускна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 073 – Менеджмент. – ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», Навчально-науковий інститут інформаційних та комунікаційних технологій, кафедра інформаційного менеджменту, математики та статистики, Київ, 2025.

У роботі досліджено особливості управління у відкритих децентралізованих волонтерських спільнотах на прикладі проєкту «Друкармія», що об'єднує мережу мейкерів для виробництва тактичних 3D-моделей на потреби військових підрозділів України.

Проаналізовано предметну область, виявлено ключові проблеми існуючої моделі фрагментованість процесів, нерівномірність навантаження, відсутність стандартизованого контролю якості та високу залежність від індивідуальної мотивації учасників. З використанням Lean Canvas, Value Proposition Canvas, персон та Product Vision Board сформовано бізнес-дизайн та продуктове бачення платформи.

Ключові слова: Agile, Kanban, Synefin, волонтерське виробництво, 3D-друк, продуктове мислення, MVP, управління потоками, децентралізовані системи.

Табл. 11. Рис. 9. Бібліограф.: 6 найм.

Skochko B.O. Using Kanban for Management in the Open Volunteer Project “DrukArmiia”.

Master’s qualification thesis for obtaining the degree of Master in specialty 073 – Management. – “KROK” University of Economics and Law, Educational and Scientific Institute of Information and Communication Technologies, Department of Information Management, Mathematics and Statistics, Kyiv, 2025. The thesis examines the specific features of management within open, decentralized volunteer communities using the case of the “DrukArmiia” project, which brings together a network of makers producing tactical 3D-printed models for the needs of Ukrainian military units.

The subject area is analyzed, and key issues of the current operational model are identified, including process fragmentation, uneven workload distribution, the absence of standardized quality control, and a high dependence on individual participant motivation. Using Lean Canvas, Value Proposition Canvas, user personas, and the Product Vision Board, the business design and product vision of the platform were developed.

Keywords: Agile, Kanban, Cynefin, volunteer manufacturing, 3D printing, product thinking, MVP, flow management, decentralized systems.

Tabl. 11. Fig. 9. Bibliography:6 Items.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ДИЗАЙН БІЗНЕСУ ТА АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	9
1.1. Особливості та виклики середовища волонтерського виробництва	9
1.2. Аналіз предметної області	11
1.3. Бізнес-моделювання платформи	14
1.4. Продуктове бачення та стратегічні рамки розвитку	17
Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2 KANBAN ЯК МЕТОД УПРАВЛІННЯ ВІДКРИТИМ ВОЛОНТЕРСЬКИМ ПРОЄКТОМ	20
2.1. Обґрунтування вибору Kanban для проєкту «ДрукАрмія».....	20
2.2. Моделювання Kanban-системи.....	23
2.3. Дизайн Kanban-дошки та статусів життєвого циклу	26
2.4. Дорожня карта продукту та стратегія управління беклогом	28
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	35
3.1. Проєктування Workflow у Jira для підтримки Kanban-процесу проєкту ..	35
3.2. Моделювання процесів за допомогою User Stories та Story Mapping	38
3.3. Ресурсне забезпечення та команда проєкту.....	41
3.3. Кошторис та економічна ефективність проєкту	45
3.4. Аналіз ризиків та стратегії їх мінімізації	47
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТКИ	53
Додаток 1. Термінологічний словник кваліфікаційної роботи.....	53

ВСТУП

Актуальність теми дослідження зумовлена різким зростанням ролі волонтерських ініціатив у забезпеченні Сил оборони України, особливо в частині швидкого виготовлення та постачання нестандартних технічних рішень. Зокрема, використання технологій 3D-друку дозволяє оперативно створювати компоненти, макети та елементи спорядження, які не покриваються серійним виробництвом. Водночас більшість таких ініціатив працюють на основі неформальних домовленостей, без прозорого управління потоком робіт, що призводить до затримок, зривів термінових замовлень, нерівномірного навантаження на волонтерів та вигорання активних мейкерів. За таких умов критичною є не лише поява цифрової платформи як такої, а й впровадження ефективних методів управління потоком робіт. Традиційні ієрархічні або жорсткі проєктні методології (як Waterfall чи Scrum з фіксованими спринтами) є малоефективними в умовах змінного та нестабільного волонтерського складу. Натомість застосування методології Kanban, яка фокусується на візуалізації, обмеженні незавершеної роботи (WIP) та управлінні потоком, дозволяє створити адаптивну систему «витягування» (pull system). Це робить тему дослідження актуальною як з наукової точки зору (адаптація Agile для волонтерства), так і з практичної (підвищення обороноздатності).

Мета роботи полягає у розробці та обґрунтуванні моделі управління відкритим волонтерським проєктом «ДрукАрмія» на основі методології Kanban для забезпечення безперебійного постачання виробів військовим та мінімізації часу виконання заявок (Lead Time).

Для досягнення мети поставлено такі **завдання**:

- провести аналіз предметної області та бізнес-моделі платформи «ДрукАрмія» з використанням інструментів стратегічного аналізу;
- проаналізувати теоретико-методичні засади методу Kanban та особливості його застосування в умовах відкритих волонтерських і non-profit проєктів;

- визначити вимоги до системи управління розподіленим виробництвом в умовах невизначеності;
- обґрунтувати доцільність переходу від хаотичного волонтерства до системного управління за методом Kanban;
- розробити архітектуру Kanban-системи для координації дій мейкерів та кураторів;
- впровадити систему метрик ефективності потоку та оцінити економічну ефективність (Cost Avoidance) запропонованого рішення.

Об'єктом дослідження є процеси управління розподіленим виробництвом та логістикою у відкритих волонтерських системах.

Предмет дослідження - методи та інструменти гнучкого управління (Kanban) для оптимізації потоку створення цінності у волонтерському проєкті «ДрукАрмія».

Методи дослідження. У роботі використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів: *системний аналіз* – для дослідження структури волонтерської екосистеми; *PEST та аналіз 5 сил Портера* – для оцінки зовнішнього середовища; *бізнес-моделювання (Lean Canvas, Value Proposition Canvas)* – для визначення цінності продукту; *методи візуалізації Kanban* – для проєктування потоку робіт; *економіко-статистичні методи* – для розрахунку ефективності впровадження.

Практична значущість дослідження полягає в тому, що розроблена Kanban-система може бути використана для реальної організації роботи платформи «ДрукАрмія», а окремі її елементи – адаптовані іншими волонтерськими ініціативами, які працюють у форматі децентралізованого виробництва.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загального висновку, списку посилань та додатків. Загальний обсяг роботи 54 сторінки, обсяг основного тексту 50 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ДИЗАЙН БІЗНЕСУ ТА АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Особливості та виклики середовища волонтерського виробництва

Управління сучасними проєктами дедалі частіше відбувається в умовах підвищеної невизначеності, швидких змін та нестабільності ресурсів [8]. Особливо це характерно для волонтерських ініціатив, що виникли в Україні після 2022 року та забезпечують оборонні потреби. Однією з ключових їхніх особливостей є децентралізованість: відсутність вертикального управління, нерегулярність участі виконавців, різний рівень кваліфікації та обмеженість матеріальних ресурсів. У таких умовах традиційні [2] планові моделі втрачають ефективність, а аналіз предметної області потребує застосування сучасних концепцій адаптивних систем.

1.1.1. Особливості проєктів у волонтерських децентралізованих мережах

Предметною областю цього дослідження є система децентралізованого виробництва 3D-виробів для потреб військових, що функціонує як сукупність взаємопов'язаних елементів.

Ключовими суб'єктами цієї системи виступають військові підрозділи, які формують запити на тактичні вироби, зокрема кріплення, тренувальні моделі та захисні елементи. Безпосереднє виготовлення продукції здійснюють друкарі або мейкери(власники) 3D-принтерів із різним рівнем технічного досвіду, які залучаються до виробничого процесу у вільний від основної діяльності час.

Важливу роль у забезпеченні якості та керованості процесу відіграють куратори, відповідальні за верифікацію цифрових моделей, контроль відповідності виробів встановленим вимогам і розподіл завдань між учасниками. Завершальним елементом системи є логістичні волонтери, які забезпечують транспортування та передачу готових виробів кінцевим отримувачам.

Специфіка цього середовища визначається низкою взаємопов'язаних параметрів. По-перше, ресурсна база проєкту є нестабільною, оскільки друкарі

залучаються до роботи нерегулярно та на добровільних засадах. По-друге, діяльність характеризується відсутністю стандартизації, що проявляється у відсутності єдиних правил виконання робіт, чітко визначених критеріїв якості та формалізованих протоколів. По-третє, середовище функціонує в умовах постійної динаміки запитів, адже потреби фронту змінюються щоденно залежно від оперативної ситуації.

Окрім цього, процес виробництва відзначається високою ціною помилки, оскільки виготовлення неякісного виробу може негативно вплинути на виконання військових завдань.

Отже, предметна область є дуже динамічною: процеси тут не мають сталої структури, а кількість виконавців та запити військових постійно змінюються.

1.1.2. Synefin Framework як модель інтерпретації предметної області

Для визначення природи досліджуваного середовища доцільно застосувати Synefin Framework, який використовується для класифікації контекстів прийняття управлінських рішень і виокремлює п'ять доменів: очевидний, складний, комплексний, хаотичний та невизначений.

Волонтерська екосистема децентралізованого 3D-виробництва належить до комплексного (complex) домену. Це зумовлено тим, що поведінка учасників системи має непередбачуваний характер, кількість виконавців змінюється на щоденній основі, а встановлення жорстко формалізованих процедур є неможливим. Крім того, якість кінцевого результату значною мірою залежить від взаємодії великої кількості незалежних елементів, що унеможлиблює лінійне управління процесом. У таких умовах ефективне управління може здійснюватися лише через ітеративний підхід, проведення експериментів і забезпечення постійного зворотного зв'язку [18].

Комплексні системи керуються принципом probe → sense → respond («спробуй – зрозумій – адаптуй»), що визначає потребу в адаптивних інструментах управління та простих механізмах самоорганізації. У подальших розділах буде показано, як ці особливості впливають на вибір методології побудови процесів.

1.2. Аналіз предметної області

Аналіз предметної області передбачає вивчення поточного стану волонтерських 3D-виробничих спільнот, ключових процесів, ролей учасників, типових проблем та обмежень. Це створює основу для формування продуктового бачення та розробки рішення, здатного систематизувати хаотичний процес та підвищити його ефективність.

1.2.1. Опис предметної області

На сьогодні більшість волонтерських 3D-ініціатив функціонує у форматі невеликих локальних груп або неформальних комунікаційних чатів. У межах такої організації військові підрозділи передають запити безпосередньо через месенджери, після чого друкарі на добровільних засадах самостійно обирають і беруть у виконання окремі завдання.

При цьому 3D-моделі часто використовуються з відкритих джерел без попередньої верифікації, а якість виготовлених виробів значною мірою залежить від індивідуального досвіду конкретного виконавця.

Водночас механізми збору та аналізу зворотного зв'язку практично відсутні, що ускладнює оцінку результатів виконаної роботи. Відсутність єдиного центру узгодження та координації призводить до неможливості ефективного контролю за дотриманням термінів виконання, стабільністю якості продукції та рівномірністю навантаження між учасниками процесу.

1.2.2. Ключові процеси

Предметна область включає такі основні процеси:

1. Отримання запиту військовий формує потребу та описує технічну задачу.
2. Перевірка запиту куратор уточнює деталі, визначає пріоритет і складність.
3. Пошук виконавця завдання передається друкарям/мейкерам у спільноті.

4. Виготовлення виробу друкар друкує модель на власному обладнанні.
5. Контроль якості куратор перевіряє результат за фото або фізично.
6. Логістика виріб доставляється військовому.
7. Відгук військовий оцінює відповідність виробу потребам.

Поточний стан цих процесів є фрагментованим, непослідовним і сильно залежним від людського фактора.

1.2.3. Основні проблеми предметної області

Узагальнюючи аналіз існуючої практики, можна виділити типові проблеми:

- відсутність стандартизації якості виробів;
- нерівномірне навантаження на мейкерів (частина перевантажена, частина не залучена);
- ризик зриву термінових замовлень, оскільки виконавець може стати недоступним;
- великий відсоток браку через різний рівень досвіду;
- спекуляція та завищені ціни на вироби у відкритих маркетплейсах;
- брак перевірених 3D-моделей;
- непрозорість процесу для військових;
- ризики вигорання волонтерів, які самостійно фінансують витрати.

Ці проблеми формують вимогу до створення платформи, яка забезпечить єдиний алгоритм руху заявки та підвищить надійність системи.

1.2.4. Учасники (stakeholders) та їхні інтереси

Основні учасники системи, а також їхні інтереси та очікування наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Учасники системи та їхні інтереси

Учасник	Основні інтереси та очікування
Військові підрозділи	Військові підрозділи очікують максимальної швидкості виконання замовлень та відсутності браку у виготовлених виробах. Крім того, для

	них є критично важливою наявністю прозорого механізму відстеження статусу замовлення на всіх етапах виконання.
Мейкери-новачки	Мейкери з початковим рівнем досвіду прагнуть долучатися до волонтерської діяльності та допомагати, однак часто побоюються відповідальності за виконання термінових або критично важливих виробів. Вони потребують простих задач, чітких інструкцій та безпечних умов для поступового навчання й набуття досвіду.
Мейкери-профі	Досвідчені мейкери зацікавлені у вирішенні складних і нестандартних задач, а не виконанні рутинних операцій. Вони очікують поваги до свого професійного досвіду, а також ефективного використання власних технічних навичок у межах проєкту.
Куратори	Куратори несуть відповідальність за забезпечення якості виготовлених виробів та раціональний розподіл завдань між виконавцями. Для ефективного виконання своїх функцій вони потребують інструментів контролю процесів, моніторингу статусів і управління навантаженням учасників.
Логістичні волонтери	Логістичні волонтери зосереджені на оптимізації процесів доставки готових виробів до кінцевих отримувачів. Вони потребують стандартизованих маршрутів, узгоджених процедур передачі та зрозумілих каналів комунікації з іншими учасниками системи.

1.2.5. Системні обмеження предметної області

У межах аналізу предметної області встановлено низку системних обмежень:

- волонтерська природа системи → немає контрактів, гарантій чи стабільних ресурсів;
- висока динамічність запитів → неможливо передбачити обсяг роботи;
- обмеженість матеріальних ресурсів → витратні матеріали оплачують самі волонтери;
- незбалансованість компетенцій → частина друкарів має низький рівень досвіду;
- недостатність централізованої координації → відсутність доступу до загальної статистики.

Ці обмеження стають ключовими факторами, які визначають вимоги до майбутнього рішення.

На основі дослідження встановлено, що предметна область функціонує як складна, високо динамічна система з властивостями комплексного домену. Це обумовлює потребу у створенні продукту, який би забезпечив структурування

процесів, стандартизацію якості, оптимізацію навантаження на виконавців та прозорість взаємодії між ними.

1.3. Бізнес-моделювання платформи

У цій частині застосовуються сучасні інструменти для структуризації бачення продукту та визначення його стратегічного призначення.

1.3.1. Lean Canvas

Lean Canvas відображає основні елементи бізнес-моделі: проблеми, сегменти клієнтів, рішення, ключові показники, витрати та «нечесну перевагу». Його результати показують, що цінність продукту полягає не лише у створенні платформи, а у побудові керованої виробничої системи [16].

Lean Canvas дозволив сформулювати проблеми, сегменти користувачів, унікальні ціннісні пропозиції, ключові ресурси та інші елементи бізнес-моделі. Відповідну модель наведено на рис. 1.1.

Lean Canvas



Рисунок 1.1 – Lean Canvas

Джерело: розроблено автором

1.3.2. Personas

Для моделювання поведінки користувачів платформи «ДрукАрмія» було застосовано підхід узагальнених портретів типових представників цільових сегментів. Персони дають змогу краще зрозуміти їхні мотивації, потреби, обмеження та сценарії взаємодії з продуктом. На основі аналізу предметної області та типових ролей у волонтерському виробництві було сформовано три ключові персони: військовий, мейкер-новачок та мейкер-ветеран. Це дозволяє побудувати структуру вимог з урахуванням реальної поведінки користувачів. Відповідні результати наведено на рис. 1.2.

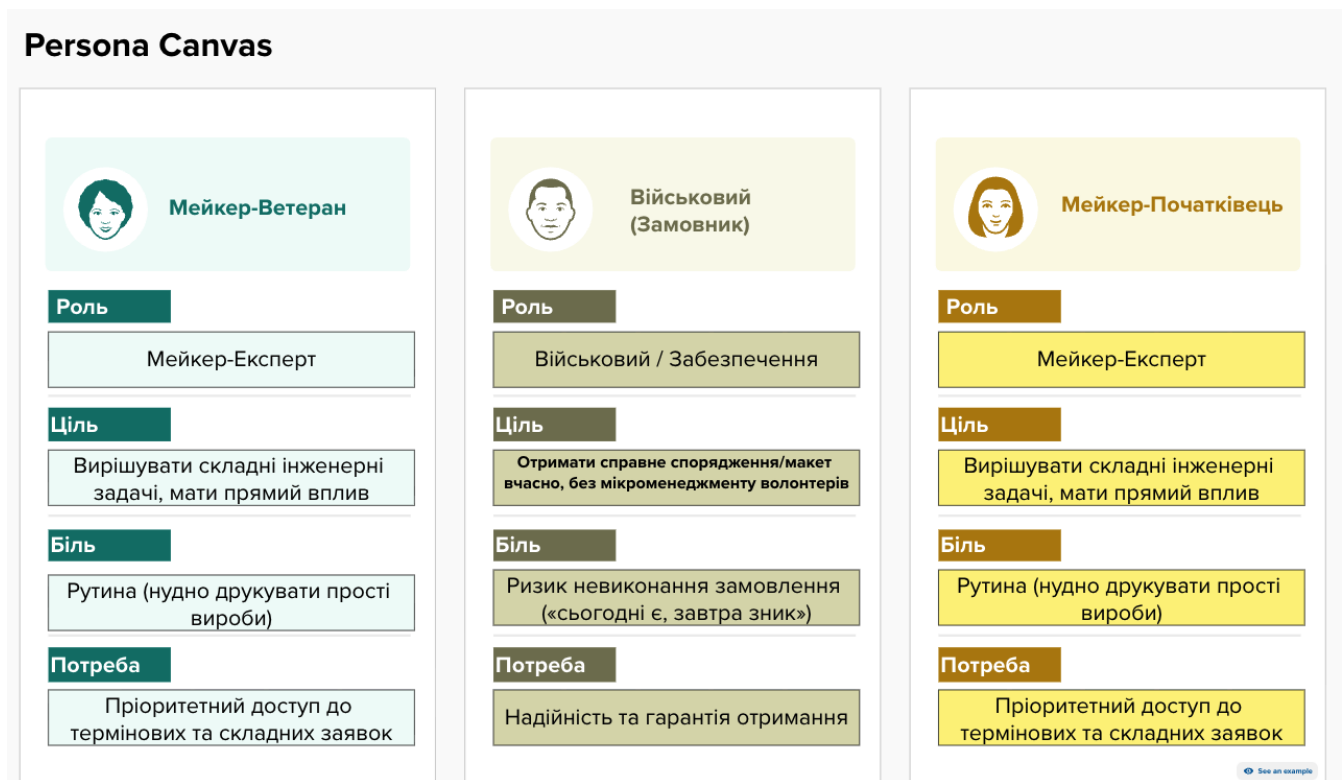


Рисунок 1.2 – Persona Canvas

Джерело: розроблено автором

1.3.3. Value Proposition Canvas

Ціннісна пропозиція сформульована через зіставлення «болей» та «вигод» користувачів з елементами рішення платформи. Для військового основні вигоди це швидкість, відсутність браку, перевіреність моделей. Для мейкера це ріст від

новачка до профі, чесний розподіл задач, підтверджений вплив на результат. Відповідну модель наведено на рис. 1.3.

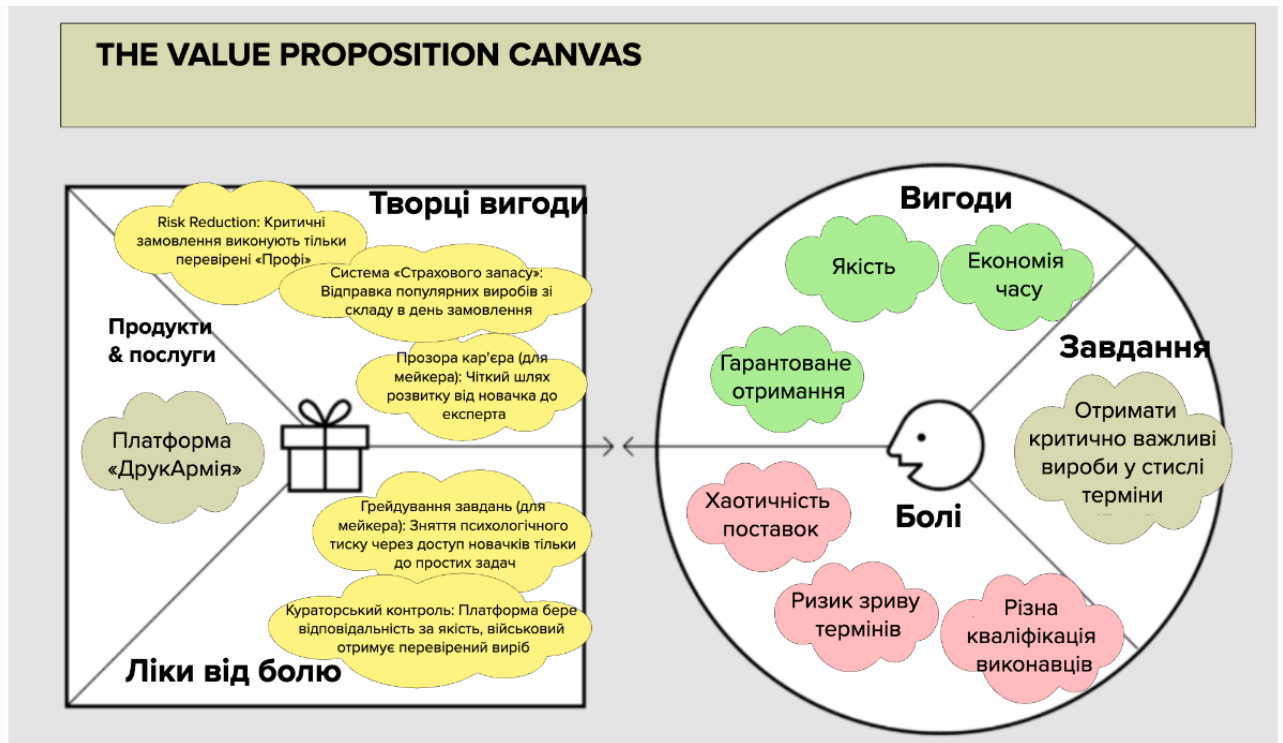


Рисунок 1.3 – Value Proposition Canvas

Джерело: розроблено автором

1.3.4. Аналіз ризиків бізнес-моделі

У процесі дослідження було виокремлено низку ключових ризиків, що впливають на функціонування волонтерської системи децентралізованого 3D-виробництва.

Зокрема, суттєвим ризиком є перевантаження кураторів, відповідальних за контроль якості та координацію робіт, а також демотивація мейкерів, зумовлена фінансовими й ресурсними витратами на виготовлення виробів.

Додатковими загрозами виступають фрагментація спільноти, відсутність стандартизованого циклу зворотного зв'язку та зростання обсягів запитів без пропорційного збільшення доступних ресурсів.

Сукупний вплив зазначених ризиків безпосередньо відображається на процесі проєктування платформи та формуванні вимог до її функціональної й архітектурної побудови.

1.4. Продуктове бачення та стратегічні рамки розвитку

У цьому підрозділі визначено стратегічний напрямок розвитку платформи та сформовано її цілісну концепцію як продукту. Для цього використано інструменти продуктової аналітики:

1. Product Vision Statement, що описує сутність продукту та його унікальність;
2. Product Vision Board, який структурує цільові сегменти, їхні потреби та ключові функції продукту.

1.4.1. Product Vision Statement

Продуктове бачення описує платформу як децентралізовану «хмарну фабрику», що об'єднує ресурси мейкерів у цілісний виробничий контур для задоволення тактичних потреб військових.

1.4.2. Product Vision Board

Цей інструмент деталізує сегменти користувачів, їхні потреби, очікувані функції та бізнес-цілі продукту. Деталізована карта стратегії, що пов'язує візію з конкретними цілями.

Цей інструмент деталізує сегменти користувачів, їхні потреби, очікувані функції та бізнес-цілі продукту. Він дозволяє узгодити бачення продукту з реальними запитами цільової аудиторії та визначити ключові напрямки розвитку системи.

Product Vision Board (рис 1.4) відображає взаємозв'язок між цільовими групами (військові, мейкери різного рівня), їхніми потребами та функціональними можливостями платформи, такими як верифікація користувачів, алгоритми розподілу завдань, база знань і система відстеження виконання. Крім того, інструмент дозволяє сформулювати вимірювані бізнес-цілі, зокрема скорочення часу виконання замовлень, мінімізацію зривів та забезпечення стабільності виробничих процесів.

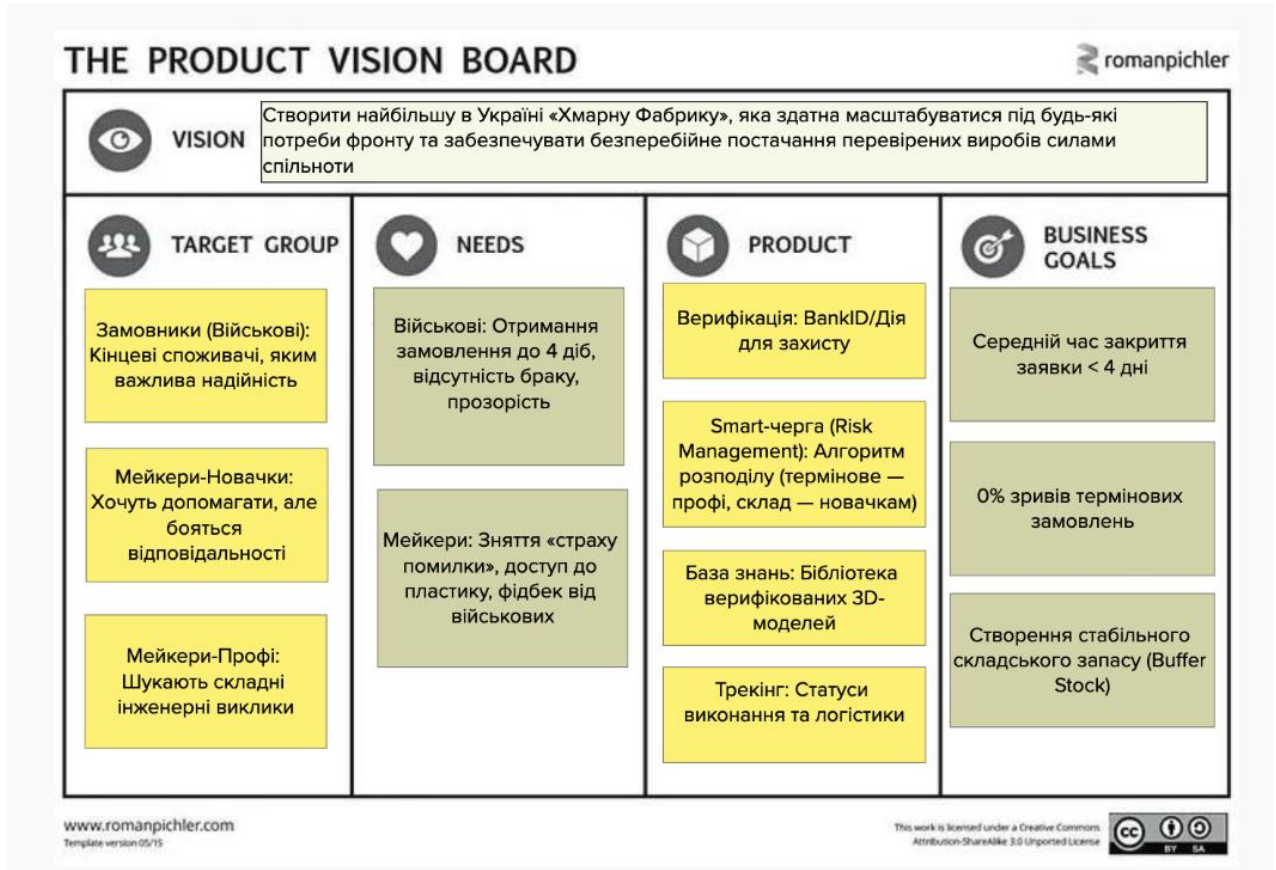


Рисунок 1.4 – Product Vision Board

Джерело: розроблено автором

1.4.4. OKR продукту

Для реалізації продуктового бачення та контролю успішності впровадження платформи «ДрукАрмія» було розроблено систему цілей OKR [4]. Вони сфокусовані на двох критичних напрямках: операційній ефективності (швидкість та якість) та організаційному зростанні (масштабування спільноти).

Objective 1. Забезпечити безперебійний старт та високу довіру військових (Operational Excellence) Ця ціль спрямована на вирішення проблеми хаотичності поставок та гарантування того, що кожен запит буде виконано вчасно і якісно.

- KR 1 (Швидкість / Cycle Time). Досягти середнього часу виконання заявки (від моменту верифікації до відправки) менше 96 годин (4 доби).
 - *обґрунтування*: Це критичний показник для тактичних потреб фронту.

- KR 2 (Надійність / Quality Rate). Забезпечити 0% критичного браку на фронті.
 - *інструмент досягнення: впровадження обов'язкового етапу фото-верифікації виробів Кураторами перед відправкою («Кураторський бар'єр»).*
- KR 3 (Задоволеність / CSAT). Отримати 90% позитивних відгуків від військових (підтвердження «Виріб підійшов і працює»).

Objective 2. Сформувані стійке ядро спільноти виробників (Team Scaling) Ця ціль вирішує проблему «холодного старту» [10] та забезпечує наявність ресурсів для виконання складних замовлень.

- KR 1 (Експертне ядро). Вручну онбордити та верифікувати ТОП-20 досвідчених мейкерів (через існуючі спільноти), надавши їм статус «Профі» одразу на старті для виконання термінових замовлень.
- KR 2 (Масовість). Залучити та активувати перших 100 новачків, які виконають хоча б одну успішну відправку під наглядом куратора.

Цей набір OKR [4] дозволяє збалансувати швидкість (KR 1.1) з якістю (KR 1.2), не жертвуючи одним заради іншого, а також створює фундамент для масштабування через залучення як новачків, так і експертів (KR 2.1, 2.2).

Висновки до розділу 1

Здійснений аналіз засвідчує, що волонтерське 3D-виробництво має ознаки складної та малопрогнозованої системи, що відповідає комплексному домену в термінах Сунефі. Її процеси характеризуються фрагментованістю, нестандартизованістю та нерівномірністю ресурсної доступності, що зумовлює потребу у створенні спеціалізованої цифрової платформи для оптимізації діяльності.

Виконані Lean Canvas, Value Proposition Canvas, Product Vision Board та інші інструменти бізнес-дизайну дозволили структурувати ключові елементи майбутнього продукту та визначити його стратегічні параметри. Сформований аналіз створює підґрунтя для подальшого обґрунтування методології управління проектом, що представлено у розділі 2.

РОЗДІЛ 2

KANBAN ЯК МЕТОД УПРАВЛІННЯ ВІДКРИТИМ ВОЛОНТЕРСЬКИМ ПРОЄКТОМ

2.1. Обґрунтування вибору Kanban для проєкту «ДрукАрмія»

У межах дослідження методів гнучкого управління було проаналізовано можливість застосування найбільш поширених підходів: Waterfall, Scrum, Lean та Kanban [12]. Вибір методології є критично важливим, оскільки специфіка проєкту включає нестабільну кількість виконавців, різний рівень їхньої підготовки, необхідність швидкої реакції на зміну потреб фронту та відсутність формальної структури команди. За результатами аналізу встановлено, що саме Kanban найбільш повно відповідає таким умовам.

2.1.1. Особливості волонтерського проєкту, які визначають вимоги до методології

Волонтерська спільнота 3D-друкарів характеризується сукупністю особливостей, які унеможливають ефективне застосування класичних або ітераційних моделей управління проєктами. Однією з ключових характеристик є непередбачувана доступність учасників, оскільки друкарі долучаються до роботи виключно на добровільних засадах, у вільний від основної діяльності час і без формалізованих зобов'язань. За таких умов неможливо наперед визначити, хто саме буде доступний до виконання завдань, у який часовий період і з якою інтенсивністю.

Додатковим чинником є відсутність стабільної командної структури.. На відміну від традиційних IT-команд, волонтери не формують постійні робочі групи, а виконання кожного замовлення може здійснюватися різними виконавцями. При цьому значна частина друкарів залучається до процесу епізодично, що унеможливає побудову довгострокових планів і прогнозування командної продуктивності.

Важливою характеристикою середовища також є різний рівень складності робіт, що виконуються в межах волонтерської діяльності. Прості завдання,

зокрема друк виробів «на склад», можуть бути виконані мейкерами з початковим рівнем підготовки, тоді як термінові або бойові вироби потребують залучення досвідчених друкарів та суворого дотримання технічних специфікацій і вимог до якості.

Крім цього, діяльність волонтерської спільноти відбувається в умовах постійної зміни пріоритетів, оскільки потреби військових підрозділів можуть змінюватися щоденно, а окремі запити вимагають виготовлення продукції упродовж кількох годин. За таких умов методи управління з фіксованими планами, зокрема Waterfall, або з фіксованими ітераціями, такі як Scrum, виявляються недостатньо гнучкими для ефективно організації процесів у цьому середовищі [9].

2.1.2 Обмеження альтернативних методологій

Scrum передбачає стабільну команду, чітко визначені ролі та спринти фіксованої тривалості [11].

Для волонтерського проєкту це проблематично через:

- відсутність гарантій присутності команди протягом спринту;
- ризик, що ключові задачі залишаться без виконавців; неможливість прогнозувати Velocity;
- невідповідність термінових замовлень правилам “не змінювати обсяг роботи в спринті” [12].

У результаті Scrum створює додаткове навантаження на координацію та не здатен забезпечити адаптацію під швидкозмінні запити військових.

Waterfall модель повністю непридатна для нестабільних умов через:

- потребу у заздалегідь визначених ролях;
- фіксовані етапи та документацію;
- відсутність можливості швидко змінювати вимоги.

У волонтерському проєкті це створює ризик значних затримок.

2.1.3 Переваги Kanban у контексті “Друкармії”

З метою визначення доцільності застосування методу Kanban у межах даного проєкту було проведено аналіз відповідності його можливостей ключовим проблемам, виявленим у розділі 1. Основні відповідності між виявленими проблемами та можливостями методу Kanban наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Відповідність Kanban ключовим проблемам з Розділу 1

Проблема	Як вирішує Kanban
Нестабільність участі волонтерів	Безперервний потік, завдання беруться за можливості
Брак кураторів	WIP-ліміти та контроль вузьких місць
Нерівна якість виробів	Політики процесу та перевірка на окремому етапі
Застарілі моделі	Візуалізація та стандартизований доступ до бази моделей
Відсутність прозорості для військових	Можливість трекати статус заявки
Вигорання мейкерів	Розподіл складності задач між новачками і профі

Kanban пропонує низку властивостей, які повністю узгоджуються з природою волонтерського проєкту:

- Безперервний потік замість спринтів. Kanban не вимагає фіксованих ітерацій: волонтери можуть брати задачі тоді, коли з’являється можливість, а не за графіком.
- Проста адаптація під змінну кількість виконавців. Кількість активних друкарів може змінюватися щодня. Kanban масштабуються природним чином: чим більше виконавців – тим швидше рух задач, і навпаки.
- Прозорість процесу для всіх учасників.

Kanban-дошка дозволяє бачити:

- скільки задач у роботі;
- де утворюється черга;
- чи є затримка на етапі друку або верифікації.
- Можливість встановлювати WIP-ліміти:
 - не перевантажувати кураторів;
 - уникати накопичення браку;

- забезпечувати стабільний потік.
- Підтримка різних типів робіт. Kanban легко розділяє задачі на:
 - термінові (критичні для фронту),
 - масові виробництва “на склад”,
 - експериментальні моделі (R&D).
- Мінімальні вимоги до ролей і зустрічей. Немає потреби у стендапах.

Узагальнюючи проведений аналіз, можна стверджувати, що Kanban є найбільш відповідним методом управління для відкритого волонтерського проєкту. Його гнучкість, прозорість, адаптивність до змінної кількості виконавців та орієнтація на стабільність потоку дозволяють ефективно вирішувати ключові проблеми волонтерських 3D-ініціатив.

2.2. Моделювання Kanban-системи

2.2.1. Візуалізація потоку створення цінності

Value Stream Mapping (VSM) – це інструмент опису й аналізу послідовності кроків, через які проходить заявка, перш ніж вона перетворюється на готовий продукт [5]. Для проєкту «ДрукАрмія» побудова VSM дозволяє виявити вузькі місця, зони очікування, дублювання процесів та потенціал для оптимізації.

У межах проєкту потік створення цінності визначено як послідовність статусів, що відображають рух завдання від моменту появи запиту військового до отримання готового виробу. Основні етапи життєвого циклу заявки наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Життєвий цикл заявки у волонтерському проєкті

Назва статусу	Опис процесу	Відповідальні ролі
Request Created (Створення запиту)	Військовий формує заявку, додає технічні параметри, фото, опис задачі або умови використання.	Військовий (замовник)
Verification / Triage (Верифікація та уточнення)	Куратор перевіряє коректність запиту, визначає пріоритет, тип задачі (термінова / склад / R&D), перевіряє наявність моделі.	Куратор

Ready for Print Urgent (Терміново)	Термінові заявки, доступні лише досвідченим мейкерам. Потребують виконання ≤ 4 діб.	Мейкер-профі, куратор
Ready for Print Buffer Stock (На склад)	Масові вироби для формування запасу. Зручні для новачків. Не мають критичних дедлайнів.	Мейкер-новачок
Ready for Print R&D	Завдання, що потребують експериментів або доопрацювання моделі.	Досвідчені мейкери, куратор
In Printing (У друці)	Мейкер виконує друк. Фіксує технічні параметри та час виготовлення.	Мейкер (новачок або профі)
Quality Check (Перевірка якості)	Куратор оцінює виріб за фото/відео; підтверджує готовність або повертає на переробку.	Куратор
Ready for Shipping	Виріб запаковано та готовий до відправки. Формуються логістичні дані.	Мейкер / Логіст
Shipped / Delivered (Відправлено / Доставлено)	Виріб доставлено військовому. Фіксується підтвердження отримання.	Логіст, військовий
Feedback Loop [5] (Фідбек)	Військовий надає зворотний зв'язок щодо якості та ефективності виробу. Дані потрапляють у базу знань для покращення моделей.	Військовий, куратор, мейкер

Життєвий цикл заявки у волонтерському проєкті «Друкармія» охоплює послідовність етапів, що забезпечують перехід від формування потреби до отримання готового виробу та збору зворотного зв'язку.

Процес розпочинається зі створення запиту, під час якого військовий або уповноважений представник підрозділу формує заявку на конкретний виріб, зазначає технічні параметри, за можливості додає фотографії або схеми, а також описує умови чи контекст використання виробу.

Наступним етапом є верифікація та уточнення заявки, що здійснюється куратором. На цьому кроці перевіряється коректність і повнота вимог, наявність відповідної 3D-моделі у бібліотеці файлів, а також визначається рівень пріоритету запиту. У межах цього етапу куратор встановлює, чи має замовлення терміновий характер, чи потребує виріб доопрацювання або адаптації цифрової

моделі, а також визначає, чи може виконання бути передане мейкерам-початківцям, чи вимагає залучення досвідчених виконавців.

Після завершення верифікації заявка переходить у стан очікування друку, на якому відбувається підготовка до призначення виконавця. На цьому етапі всі заявки класифікуються за типами задач залежно від їх призначення та складності. Частина запитів належить до термінових і доступна виключно для досвідчених мейкерів, інші формуються як завдання «на склад» і можуть виконуватися новачками, тоді як окрема категорія заявок має дослідницький або експериментальний характер і потребує тестування чи доопрацювання.

Етап друку виробу передбачає безпосереднє виготовлення продукції друкарем із використанням затверджених моделей та інструкцій. У процесі виконання фіксуються ключові технічні параметри, зокрема тип матеріалу, температурні режими, налаштування пошаровості та орієнтовний час друку, що надалі може використовуватися для аналізу та оптимізації процесів.

Після завершення друку заявка переходить на етап кураторської перевірки якості. Друкар надає фото-звіт або тестовий зразок виробу, після чого куратор оцінює відповідність результату встановленим вимогам. За підсумками перевірки виріб може бути прийнятий, повернутий на доопрацювання у разі виявлення дефектів або використаний як підстава для оновлення рекомендацій і технічних інструкцій для інших мейкерів.

У разі успішного проходження контролю якості виріб переходить до етапу пакування та відправки. На цьому кроці здійснюється підготовка продукції до транспортування, фіксується трек-номер або передача виробу відповідальним логістичним волонтерам чи кур'єрським службам.

Завершальним операційним етапом є доставка та підтвердження отримання, під час якого військовий підрозділ отримує виріб і підтверджує факт доставки. Після цього запускається цикл зворотного зв'язку, в межах якого відгуки кінцевого користувача потрапляють до бази знань проєкту. Отриманий фідбек використовується для оновлення цифрових моделей, формування рекомендацій для мейкерів і прийняття управлінських рішень щодо подальших змін у процесах виробництва та координації.

2.3. Дизайн Kanban-дошки та статусів життєвого циклу

На основі VSM розроблено оптимальну модель дошки. Особливу увагу приділено розгалуженню на етапі "Ready for Print" [17]. Схематичний вигляд Kanban-дошки наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Схематичний вигляд Kanban-дошки

BACKLOG & TRIAGE	READY FOR PRINT (QUEUE)	WORK IN PROGRESS	QUALITY & LOGISTICS	DONE
1. Incoming Requests (Вхідні)	3. Ready - URGENT (Термінові) Тільки досвідчені-друкарі	6. In Printing (У друці) Ліміт WIP	7. Quality Check (Перевірка) Фото-звіт	9. Shipped (Відправлено)
↓	4. Ready - STOCK (Склад) Для новачків		8. Ready for Shipping (Пакування)	10. Feedback (відгук)
2. Verification (Верифікація)	5. Ready - R&D (Тестування)			

Запропонована структура дошки забезпечує розподіл завдань на термінові, складські та дослідницькі, що дозволяє враховувати рівень підготовки виконавців, а також оптимізувати навантаження на систему. Використання WIP-лімітів на етапі виконання сприяє уникненню перевантаження та підвищенню якості результатів. Ролі учасників у межах Kanban-процесу та їхні функції наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Опис ролей у системі Kanban

Роль	Функції у потоці
Військовий (замовник)	Створює запит, уточнює вимоги, надає фідбек
Куратор	Верифікує задачі, перевіряє виріб, контролює якість, оновлює інструкції
Мейкер/Друкар-новачок	Виконує задачі низької складності, друк “на склад”

Мейкер/Друкар-профі	Береться за термінові та складні задачі, інколи допомагає кураторам
Логіст / волонтер доставки	Забезпечує передачу виробів військовим

2.3.1. Встановлення лімітів незавершеної роботи (WIP Limits)

WIP-ліміти це максимальна кількість задач, які можуть одночасно перебувати в певному етапі процесу. Для волонтерського проєкту з непередбачуваною кількістю учасників WIP-ліміти це ключовий інструмент стабілізації потоку. Їх основна роль запобігти перевантаженню критичних етапів, особливо кураторів та друкарів-профі.

Встановлення WIP Limits спрямоване на запобігання накопиченню задач у вузьких місцях процесу, насамперед на кураторському етапі, а також на підтримання стабільної якості результатів шляхом зменшення рівня браку.

Крім цього, обмеження кількості активних задач сприяє стабілізації часу виконання заявок (Cycle Time) та знижує ризик перевантаження і вигорання волонтерів, які залучаються до роботи у вільний час. Рекомендовані значення WIP-лімітів для MVP-версії процесу наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Рекомендовані WIP-ліміти (для MVP-версії процесу)

Етап	WIP-ліміт	Обґрунтування
Verification Верифікація	5	куратор може опрацьовувати невеликими пакетами, не створюючи чергу
Urgent Print Queue Черга термінових завдань	3	доступні лише профі; обмеження запобігає зриву дедлайнів
Buffer Stock Queue Черга завдань на склад	10	новачки можуть брати задачі зі складу без ризику для sla
R&D Queue Черга R&D	2	експериментальні задачі потребують багато часу
In Printing Друк виробів	1–3 на друкаря	уникнення паралельного запуску великої кількості друків
Quality Check Перевірка якості	5	захист куратора від перевантаження

Етап	WIP-ліміт	Обґрунтування
Ready for Shipping Готово до відправки	20	етап низького ризику, але зберігається контроль

За WIP-ліміти як управлінська політика має бути явна й доступна всім учасникам:

- Новачок не може брати термінову задачу.
- Профі не може розмити фокус, взявши 5 задач одночасно.
- Якщо етап "Quality Check" заповнений – нових задач у друк не беруть.
- За потреби WIP-ліміти коригуються під час ретроспектив [18].

2.4. Дорожня карта продукту та стратегія управління беклогом

Впровадження системи та розвиток платформи планується поетапно, згідно з наступним Product Roadmap:

- Етап 0: Bootstrapping (Ручний режим). Мета: зібрати ядро спільноти. Дії: ручний онбординг 20-30 досвідчених мейкерів, присвоєння їм статусу "Профі" адміністративно. Робота через прості інструменти.

- Етап 1: MVP (Публічний запуск). Мета: забезпечити контроль якості при масштабуванні. Функціонал: запуск веб-платформи [7], інтеграція з BankID, впровадження обов'язкової фото-верифікації ("Кураторський бар'єр"). Розділення черг на "Профі" та "Новачків".

- Етап 2: Ріст і Автоматизація. Мета: усунути "пляшкові горлечка" [10]. Функціонал: автоматизована система оцінювання мейкерів (підвищення рангу після 10 успішних доставок), автоматична генерація ТТН, делегування прав куратора кращим мейкерам/друкарям.

Управління беклогом продукту (задач на розробку самої платформи) здійснюється за принципом максимізації цінності. Використовується техніка Impact Mapping, де кожна фіча прив'язується до конкретної бізнес-цілі.

2.4.1. Використання *Impact Mapping* у стратегічному управлінні беклогом

Impact Mapping дозволяє вибудувати чіткий логічний ланцюг:

Ціль → Актори → Поведінковий Impact → Функціональність

Це забезпечує високу прозорість пріоритизації та дозволяє уникнути розробки другорядних або низькоцінних задач.

Приклад Impact Map для «ДрукАрмія»

Ціль 1: Скоротити середній Cycle Time до 96 год.

- Актор: Куратор
 - Impact: швидше опрацьовує чергу
 - Фіча: панель швидкої верифікації (Quick-Review UI)
- Актор: Мейкер-профі
 - Impact: швидше реагує на термінові запити
 - Фіча: push-сповіщення про термінові заявки

Ціль 2: Підвищити якість друку та зменшити відсоток браку

- Актор: Мейкер-новачок
 - Impact: друкує за стандартними параметрами
 - Фіча: автоматизована система інструкцій друк
- Актор: Куратор
 - Impact: надає структурований фідбек
 - Фіча: інтерфейс кураторських рекомендацій

Ціль 3: Збільшити кількість активних мейкерів

- Актор: Новачок
 - Impact: легше входить у процес
 - Фіча: модуль онбордингу (“Старт за 15 хвилин”)
- Актор: Адміністратор
 - Impact: має можливість автоматично оцінювати прогрес мейкера
 - Фіча: система ранжування мейкерів (Auto-Grading)

2.4.2. Зв'язок беклогу з дорожньою картою продукту

Roadmap визначає коли реалізуються великі блоки функціональності. Impact Mapping визначає що саме повинно бути реалізовано. Беклог визначає як це буде зроблено на рівні задач.

Таким чином, беклог у проєкті «Друкармія» виступає живим інструментом управління, який постійно коригується на основі статистики роботи платформи, ключових показників Kanban, зворотного зв'язку від військових підрозділів, а також фактичного навантаження на друкарів і кураторів.

2.4.5. Аналіз потоку за допомогою кумулятивної діаграми (CFD)

Для поглибленого аналізу стабільності та ефективності потоку робіт у Kanban-системі проєкту «ДрукАрмія» було застосовано кумулятивну діаграму потоку (Cumulative Flow Diagram, CFD). CFD є одним із ключових інструментів Kanban-підходу, оскільки дозволяє одночасно відстежувати стан незавершеної роботи, динаміку проходження завдань між етапами процесу та швидкість створення цінності без необхідності детального планування.

Вихідні дані для побудови CFD. Аналіз проведено на основі даних Kanban-дошки за 10 календарних днів роботи. Протягом першого дня в систему було додано 48 заявок, після чого нові завдання не створювалися. Таким чином, аналізований період являє собою замкнений потік, що дозволяє зосередитися виключно на ефективності проходження завдань через етапи процесу.

CFD побудовано за такими статусами:

- *Backlog* – сформовані, але ще не верифіковані заявки;
- *Ready* – верифіковані та готові до виконання;
- *Work in Progress (WIP)* – завдання у процесі друку;
- *Quality Check (QC)* – перевірка якості виробів;
- *Done* – завершені та доставлені завдання.

Кумулятивну діаграму потоку за аналізований період наведено на рис. 2.4.

Кумулятивна Діаграма Поточку (CFD)

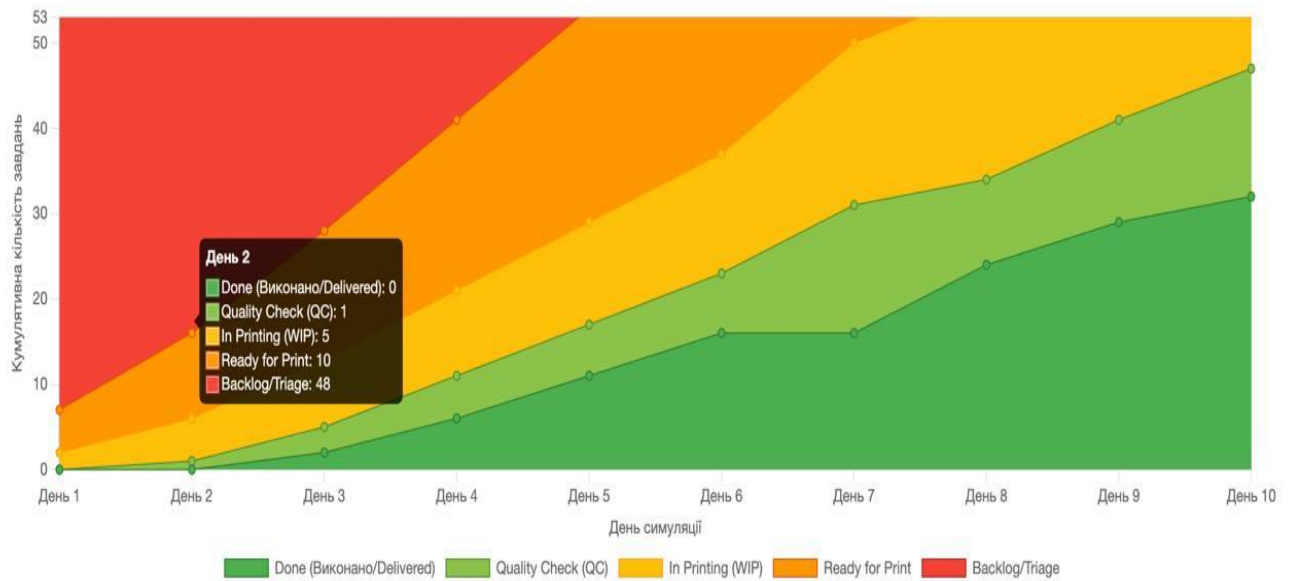


Рисунок 2.4 – Кумулятивна діаграма потоку за 10-денний період

Джерело: розроблено автором

Аналіз динаміки потоку. У перші дні спостереження (1–4 день) відбувається поступове накопичення завдань у статусах Ready та WIP, при цьому кількість завершених робіт (Done) зростає повільно. Така динаміка є типовою для початкової фази роботи Kanban-системи, коли потік ще не досяг стабільного стану.

Починаючи з 5–6 дня, спостерігається відносно рівномірне зростання кількості завершених завдань. Шари CFD мають майже паралельний характер, що свідчить про стабілізацію потоку та узгодженість між етапами процесу. У цей період throughput системи стає передбачуваним, а рівень WIP не демонструє різких коливань.

Виявлення вузького місця процесу. На 7 день на CFD чітко фіксується різке розширення шару Quality Check. Кількість завдань на цьому етапі зросла більш ніж удвічі, тоді як кількість завершених робіт залишилася незмінною. Така поведінка діаграми є класичним індикатором пляшкового горлечка.

Цей ефект вказує на перевантаження кураторського етапу контролю якості, що повністю відповідає теоретичним положенням Kanban про те, що

вузькі місця найчастіше виникають у точках прийняття рішень, а не безпосереднього виконання роботи. Водночас CFD дозволила зафіксувати проблему на ранній стадії, ще до повного блокування потоку.

Усунення перевантаження та відновлення стабільності. На 8 день спостерігається зменшення накопичення завдань у статусі Quality Check та різке зростання кількості завершених робіт. Це свідчить про реалізацію управлінських дій, зокрема:

- тимчасове збільшення пропускної здатності етапу QC [18];
- обмеження надходження нових завдань у WIP;
- пріоритизацію перевірки вже виготовлених виробів.

У дні 9–10 потік знову набуває відносно стабільного характеру, що підтверджується відсутністю різких розширень окремих шарів CFD та прогнозованим зростанням кількості завершених завдань.

Управлінські висновки на основі CFD. Проведений аналіз дає змогу сформулювати низку узагальнених висновків. Зокрема, Kanban-система у проєкті «ДрукАрмія» демонструє здатність до саморегуляції за умови дотримання принципів візуалізації процесів і контролю обмежень незавершеної роботи (WIP).

Водночас етап Quality Check виступає критичним вузьким місцем у потоці створення цінності, що зумовлює необхідність його постійного моніторингу [6] та застосування адаптивних управлінських рішень.

Окремо слід відзначити, що кумулятивна діаграма потоку є ефективним інструментом для прийняття управлінських рішень на основі об'єктивних даних, а не інтуїтивних оцінок.

Отримані результати CFD додатково підтверджують доцільність використання Kanban у волонтерському середовищі, для якого класичні методи планування виявляються малоефективними через нестабільність доступних ресурсів.

2.4.6. Структура та візуалізація беклогу продукту в системі Jira

У межах впровадження Kanban-підходу для управління розвитком платформи «ДрукАрмія» беклог продукту було організовано та візуалізовано з

використанням системи Jira [11]. Беклог у даному проєкті виконує роль центрального інструмента стратегічного та тактичного управління.

Структура беклогу продукту. Беклог має ієрархічну та семантично впорядковану структуру [17], що включає:

- User Stories, які описують конкретні функціональні або процесні зміни (наприклад, налаштування ролей, метрик, сповіщень чи логістичних атрибутів);
- семантичне маркування (labels), яке використовується для групування завдань за напрямками розвитку (логістика, ролі доступу, рейтинг мейкерів, управління потоком) [15];
- унікальні ідентифікатори задач, що забезпечують простежуваність змін і можливість аналітики.

Такий підхід дозволяє зберігати беклог у впорядкованому стані навіть за зростання кількості ініціатив та одночасно підтримувати прозорість для всіх учасників проєкту. Візуалізацію беклогу продукту в системі Jira наведено на рис. 2.5.










Work	Labels	Reporter
DRKA-47 Додати поля доставки в задачі	shipping_data	 Bohdan
DRKA-46 Описати процес формування ТТН (MVP)	shipping_process	 Bohdan
DRKA-44 Налаштувати роль «Junior Curator»	roles_access	 Bohdan
DRKA-42 Підготувати структуру даних для рейтингу	ranking_data	 Bohdan
DRKA-41 Описати правила переходу Novice → Pro	ranking_policy	 Bohdan
DRKA-40 Визначити метрики для підвищення рангу	ranking_metrics	 Bohdan
DRKA-37 Налаштувати сповіщення для профі-мейкерів	urgent_notifications	 Bohdan
DRKA-36 Підготувати щотижневий flow-review	cadence_kaizen	 Bohdan
DRKA-35 Додати контроль aging для WIP	aging_wip	 Bohdan

Рисунок 2.5 – Візуалізація беклогу продукту в системі Jira

Джерело: розроблено автором

Поданий фрагмент беклогу демонструє, що завдання згруповані не хаотично, а відповідно до ключових напрямів розвитку системи, зокрема:

- автоматизація логістики та роботи з даними доставки (*shipping_data*, *shipping_process*);
- управління ролями та делегуванням відповідальностей (*roles_access*);
- формування системи рейтингу мейкерів (*ranking_metrics*, *ranking_policy*, *ranking_data*);
- підвищення стабільності потоку та впровадження Kanban-практик (*aging_wip*, *cadence_kaizen*);
- підтримка термінових замовлень через механізм сповіщень (*urgent_notifications*).

Використання міток дозволяє швидко фільтрувати беклог, аналізувати баланс між різними типами ініціатив та приймати обґрунтовані рішення щодо пріоритизації без необхідності жорсткого перепланування.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

У цьому розділі розглядається практична реалізація процесу управління волонтерським проєктом «ДрукАрмія» з використанням інструментів, підходів Agile [13] та методів оцінки економічної ефективності. Розділ поєднує управлінські, технологічні та економічні аспекти, що дозволяє повністю оцінити життєздатність і результативність проєкту в умовах волонтерського, децентралізованого та ресурсно-обмеженого середовища.

Завданням розділу є показати, яким чином попередні теоретичні напрацювання (аналіз контексту, розробка продукту, Kanban-система, ролі та беклог) були реалізовані на практиці, а також продемонструвати економічну цінність проєкту для суспільства й оборонного сектору.

3.1. Проєктування Workflow у Jira для підтримки Kanban-процесу проєкту

Для формалізації та автоматизації операційної моделі проєкту «ДрукАрмія» було розроблено кастомізований Jira Workflow, який відображає всі етапи життєвого циклу задачі – від надходження запиту до передачі виробу логістиці [11]. Дана схема workflow була сформована на основі процесів, описаних раніше.

Workflow включає чотири основні статуси [3]:

- **BACKLOG & TRIAGE** первинна валідація запиту, класифікація та пріоритизація.
- **READY FOR PRINT** завдання підтверджене куратором, знаходиться у черзі друку.
- **WORK IN PROGRESS** активний виробничий цикл (друк, обробка).
- **QUALITY & LOGISTICS** перевірка якості, фото-верифікація, пакування, передача логістам.
- **DONE** завдання успішно виконано та закрито.

3.1.1. Переходи між статусами (Transitions)

На основі отриманого workflow реалізовано такі переходи задач:

1. BACKLOG & TRIAGE → READY FOR PRINT

Назва переходу: Approve for Printing

Ключова ідея: куратор підтверджує відповідність моделі технічним вимогам та дозволяє включити її у чергу друку.

2. READY FOR PRINT → WORK IN PROGRESS

Назва переходу: Start Printing

Ключова ідея: мейкер бере задачу в роботу (Pull-система), запускає процес виробництва.

3. WORK IN PROGRESS → QUALITY & LOGISTICS

Назва переходу: Submit for Quality Check

Ключова ідея: завершений виріб передається на етап перевірки якості, верифікації та пакування.

4. QUALITY & LOGISTICS → DONE

Назва переходу: Finish & Deliver

Ключова ідея: виріб підтверджено як якісний, передано логістичній групі або замовнику [17].

3.1.1. Додаткові переходи для виняткових випадків

Workflow також включає альтернативні переходи, що забезпечують гнучкість процесу та швидку реакцію на проблеми:

З будь-якого статусу:

- Return for Clarification – повернення задачі на доопрацювання, коли бракує даних;
- Reject Request – закриття запиту, якщо він недійсний або втрачено актуальність;
- Send Back for Redesign – повернення моделі на покращення або перероблення;
- Return to Queue – повернення в чергу у випадку технічних проблем або скасування друку;

- Reprint Required (QUALITY → WIP) – необхідність повторного виготовлення після невдалого QC.

Ці переходи дозволяють повністю відобразити практику, яка застосовується у волонтерському виробничому процесі: відсутність центрального цеху, децентралізовані виробничі потужності, високий рівень дефектності на окремих етапах та потреба в гнучких рішеннях.

3.1.2. Візуальне представлення Workflow

Для формалізації процесу обробки заявок у системі було побудовано workflow, що відображає послідовність переходів задач між основними статусами в середовищі Jira. Така модель дозволяє чітко визначити життєвий цикл задачі, відповідальні ролі на кожному етапі та можливі сценарії переходів. Модель життєвого циклу задач у системі Jira для проєкту наведено на рис. 3.1.

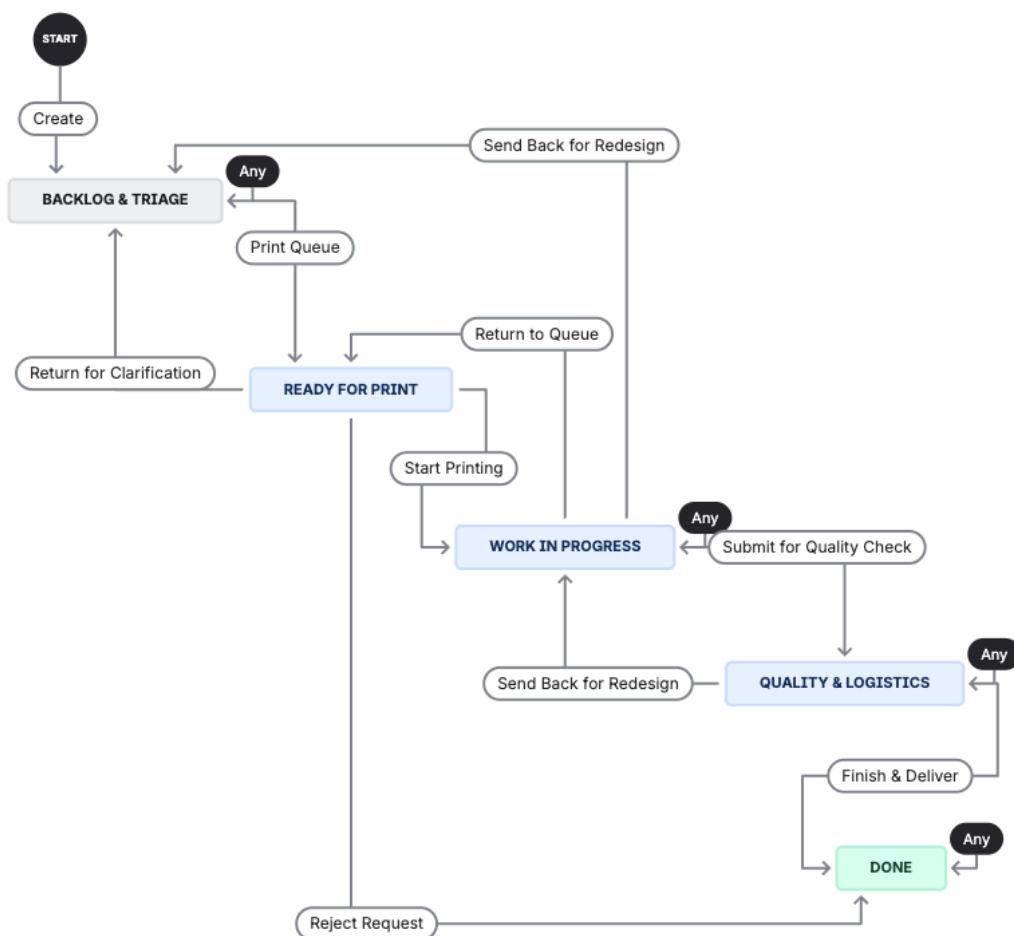


Рисунок 3.1 – Модель життєвого циклу задач у системі Jira для проєкту

Джерело: розроблено автором

3.2. Моделювання процесів за допомогою User Stories та Story Mapping

У рамках практичної реалізації Agile-підходів, у волонтерському проєкті «ДрукАрмія» було застосовано метод User Story Mapping [9], який забезпечує опис потреб користувачів, моделювання сценаріїв взаємодії та побудову наскрізного потоку створення цінності (value stream). На відміну від класичних таск-трекерів, Story Mapping дозволяє побудувати модель продукту від потреб користувачів, узгодити різні ролі в системі (військовий, мейкер, куратор, логіст) та інтегрувати створений у Розділі 2 Kanban-процес у практичну структуру роботи.

3.2.1. Метод User Story та його значення для волонтерської системи

User Story – це короткий опис вимоги від імені користувача за формулою:

Як [роль], я хочу [потреба], щоб [цінність].

Це дозволяє структурувати потреби учасників системи, уникнути надлишкової документації, зосередитися на аналізі реальної поведінки користувачів, пов'язати процеси з цільовими сегментами (персонами), а також сформулювати беклог продукту та відповідні Kanban-статуси.

У складних децентралізованих системах, таких як «ДрукАрмія», User Stories (табл 3.1) допомагають узгодити потреби всіх ролей без створення жорстких регламентів.

3.2.2. Перелік User Stories

Таблиця 3.1 – User Stories волонтерського проєкту

Формулювання User Story	Роль	Потреба	Цінність / Мета
Як військовий, я хочу подати запит із фото та технічними параметрами, щоб отримати потрібний виріб швидко та без помилок.	Військовий	Створення заявки	Якісний виріб без браку
Як військовий, я хочу бачити статус свого замовлення, щоб розуміти, коли очікувати результат.	Військовий	Прозорість виконання	Планування застосування
Як військовий, я хочу підтвердити отримання та дати відгук, щоб система покращувалася з часом.	Військовий	Фідбек	Оновлення моделей

Формулювання User Story	Роль	Потреба	Цінність / Мета
Як мейкер-початківець, я хочу отримувати прості задачі, щоб безпечно набувати досвіду.	Мейкер-новачок	Легкі задачі	Розвиток без ризику браку
Як мейкер-початківець, я хочу мати покрокові інструкції, щоб мінімізувати помилки при друці.	Мейкер-новачок	Докладні інструкції	Якість виробів
Як мейкер-профі, я хочу бачити термінові задачі, щоб швидко реагувати на критичні потреби фронту.	Мейкер-профі	Urgent задачі	Висока швидкість реакції
Як мейкер-профі, я хочу брати участь у R&D задачах, щоб розробляти та тестувати нові моделі.	Мейкер-профі	R&D задачі	Інноваційність
Як куратор, я хочу верифікувати запити перед друком, щоб уникнути помилок і неповних техзавдань.	Куратор	Перевірка	Зменшення браку
Як куратор, я хочу виконувати контроль якості за фото, щоб гарантувати відповідність виробу вимогам.	Куратор	QC	Нуль критичного браку
Як логіст, я хочу групувати відправлення, щоб зменшувати витрати та пришвидшувати доставку.	Логіст	Консолідація	Оперативність та економія

3.2.3. Структура Story Mapping

Story Mapping (табл 3.2) складається з трьох ієрархічних рівнів, до яких належать Backbone, що відображає життєвий цикл заявки. User Activities, які описують ключові дії відповідних ролей, а також User Stories, що забезпечують детальну декомпозицію окремих кроків процесу.

Таблиця 3.2 – Структура Story Map проекту

Етап процесу (Backbone)	Дії користувачів (User Activities)	User Stories
Формування запити	Військовий подає заявку	1, 2
Верифікація	Куратор уточнює деталі та присвоює клас	8
Розподіл задач	Куратор спрямовує задачі мейкерам	6, 7
Виготовлення	Мейкери друкують виріб	4, 5, 6
Контроль якості	Куратор перевіряє виріб	9
Пакування та відправка	Логіст формує партію доставки	10
Доставка та фідбек	Військовий підтверджує отримання	3

Для узагальнення отриманих у попередньому підрозділі результатів та демонстрації логічного зв'язку між ролями, завданнями та етапами Kanban-процесу було сформовано візуальну Story Map (рис 3.2). Вона дозволяє системно показати, як саме User Stories формують повний життєвий цикл заявки у волонтерському виробництві. Сформована карта процесу подана на рисунку.

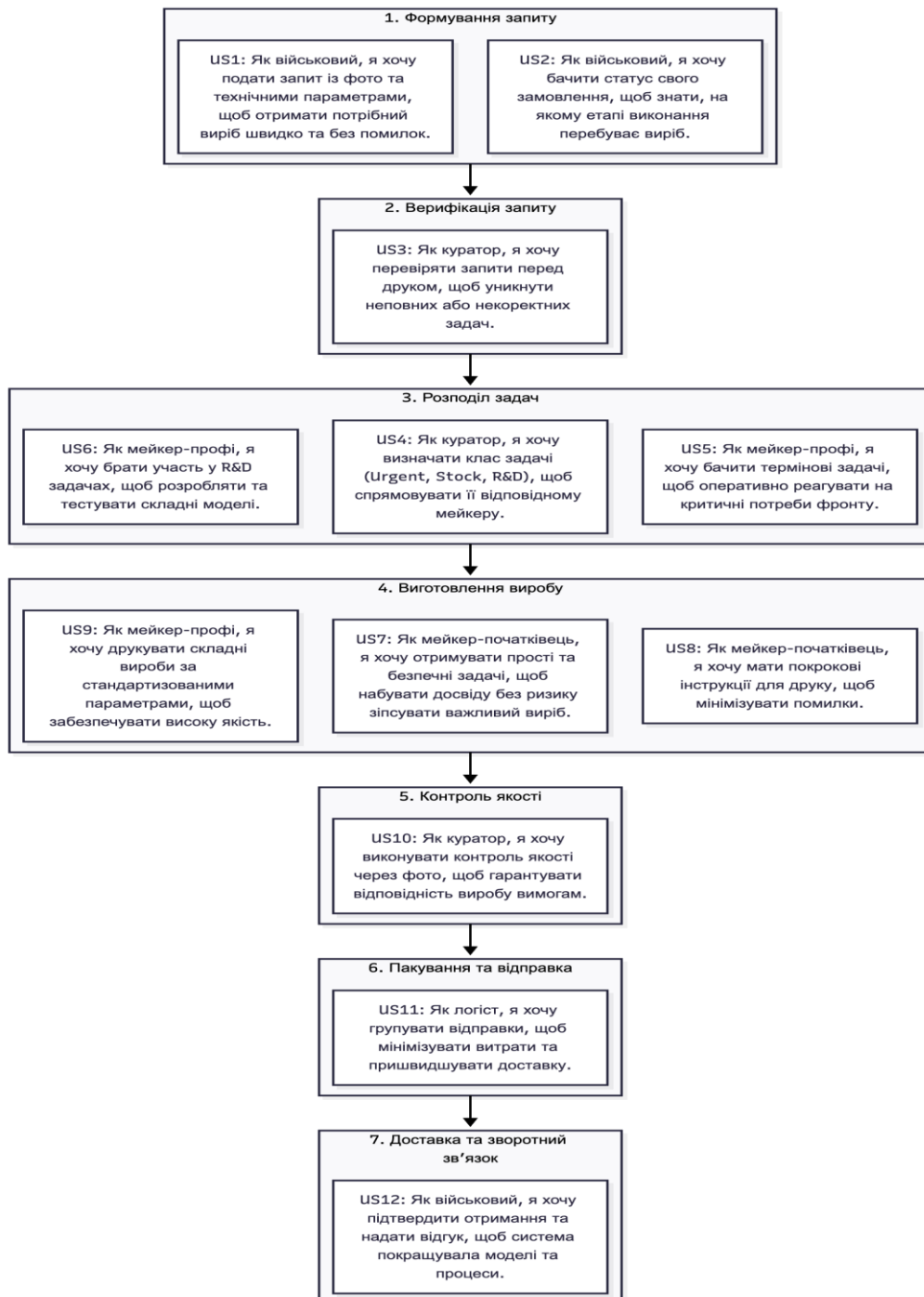


Рисунок 3.2 – User Story Map волонтерського проєкту

Джерело: розроблено автором

3.3. Ресурсне забезпечення та команда проєкту

Успішна реалізація волонтерського проєкту «ДрукАрмія» залежить насамперед від ефективного використання людського капіталу [8]. На відміну від класичних комерційних проєктів, де ресурси гарантуються бюджетом, у волонтерській децентралізованій системі ресурсне забезпечення базується на добровільній участі, внутрішній мотивації та наявності власного обладнання у учасників. Для забезпечення стабільності процесів управління та виробництва, нами була розроблена рольова структура команди, яка адаптована під використання методології Kanban та враховує різний рівень кваліфікації учасників.

3.3.1. Рольова структура розподіленої команди

Організаційна структура проєкту відходить від ієрархічної моделі на користь мережевої взаємодії. Визначення чітких ролей та зон відповідальності є критичним для уникнення хаосу [8] в умовах вільного входу учасників у проєкт. На основі аналізу процесів у Розділі 2, ми виділили ключові ролі, необхідні для функціонування платформи (табл 3.3).

Таблиця 3.3 – Рольова структура команди

Роль	Основні функції та обов'язки	Відповідальність у системі Kanban
Координатор платформи (Product Owner)	<ul style="list-style-type: none"> • Формує стратегічне бачення розвитку спільноти [8]. • Пріоритизує напрямки (які виробли зараз найважливіші). • Комунікує з військовим керівництвом. 	<ul style="list-style-type: none"> • Визначає класи обслуговування (Urgent, Standard). • Затверджує нові типи виробів у каталозі.
Куратор напрямку (Service Delivery Manager)	<ul style="list-style-type: none"> • Верифікує вхідні заявки від військових. • Надає технічні консультації мейкерам. • Вирішує конфліктні ситуації та блокери. 	<ul style="list-style-type: none"> • Контролює потік заявок на етапі Verification. • Відстежує дотримання WIP-лімітів. • Проводить Quality Check (перевірку якості).
Мейкер-Профі (Senior Maker)	<ul style="list-style-type: none"> • Бере в роботу складні та термінові замовлення. 	<ul style="list-style-type: none"> • Забезпечує виконання заявок класу "Urgent".

	<ul style="list-style-type: none"> • Тестує нові моделі (R&D). • Допомагає новачкам у чатах спільноти. 	<ul style="list-style-type: none"> • Дотримується високих стандартів SLA (термінів).
Мейкер-Початківець (Junior Maker)	<ul style="list-style-type: none"> • Виконує прості, стандартизовані замовлення. • Друкує вироби для поповнення складських запасів. • Навчається на базі знань платформи. 	<ul style="list-style-type: none"> • Працює з чергою "Buffer Stock". • Забезпечує масовість виробництва простих деталей.
Логіст-волонтер	<ul style="list-style-type: none"> • Консолідує партії виробів від різних мейкерів. • Організовує відправку через поштові служби або волонтерські екіпажі. 	<ul style="list-style-type: none"> • Відповідає за етапи "Ready for Shipping" та "Shipped". • Фіксує факт отримання допомоги.
Розробник платформи (Tech Lead)	<ul style="list-style-type: none"> • Розробляє та підтримує веб-інтерфейс «ДрукАрмії» [6]. • Автоматизує процеси (бота, сповіщення). 	<ul style="list-style-type: none"> • Забезпечує технічну стабільність інструментів управління потоком.

Ця структура дозволяє ефективно розподіляти навантаження: куратори зосереджуються на управлінні потоком та якістю, досвідчені мейкери – на критичних завданнях, а новачки – на створенні обсягу, набуваючи при цьому досвіду.

3.3.2. Розрахунок «віртуального» бюджету команди (SOW)

Специфікою волонтерського проєкту є відсутність фонду оплати праці. Однак, для оцінки економічної цінності проєкту та розуміння обсягу залучених ресурсів, доцільно розрахувати «віртуальний бюджет» (Virtual Statement of Work).

Цей розрахунок демонструє, скільки коштувала б реалізація такого проєкту в комерційному секторі або яку суму економить держава та донори завдяки волонтерській праці команди. Розрахунок виконано на основі середньоринкових ставок для відповідних спеціалістів в Україні станом на 2025 рік (табл. 3.4).

Припустимо, що для підтримки стабільної роботи системи (обробка ~500 заявок на місяць) потрібне залучення ядра активної команди.

Таблиця 3.4 – Розрахунок віртуального місячного бюджету команди

Роль (аналог у комерції)	Кількість (FTE*)	Ринкова вартість (USD/міс)	Загальна вартість (USD)
Project Manager / Product Owner (Координатор)	1	2 500	2 500
Technical Support Lead (Головний куратор)	2	1 500	3 000
3D Printing Engineer / R&D Specialist (Мейкер-Профі, ядро)	5	1 200	6 000
Logistics Coordinator (Логіст)	1	1 000	1 000
Full-Stack Developer (Розробка та підтримка платформи)	1	3 500	3 500
QA Engineer / Moderator (Верифікація заявок)	2	1 200	2 400
Всього (місячний фонд):	12		18 400

*FTE (Full-Time Equivalent) – еквівалент повної зайнятості. Оскільки волонтери працюють part-time, 5 FTE мейкерів можуть фактично складатися з 20-30 людей, які приділяють проєкту по кілька годин на день.

Економічна оцінка вкладу команди:

1. Місячна вартість: Еквівалент 18 400 USD (або 750 000 грн).
2. Вартість за квартал (MVP-етап): $18\,400 \times 3 = 55\,200$ USD.

Цей розрахунок показує, що волонтерська спільнота генерує цінність послуг на суму понад 50 тисяч доларів щоквартально лише за рахунок людського ресурсу, не враховуючи вартість матеріалів та амортизацію обладнання. Це підтверджує високу економічну ефективність обраної моделі децентралізованого управління.

3.3.3. Аналіз структури волонтерської роботи

Ефективність використання ресурсів у проєкті забезпечується не лише наявністю людей, а й специфічною структурою організації праці, яку ми побудували на принципах Agile та Lean [10]. Ця структура дозволяє обійти обмеження класичного виробництва та мінімізувати капітальні витрати.

Децентралізація основних засобів. На відміну від класичного заводу, проєкт не має централізованого цеху. Виробничі потужності (3D-принтери) знаходяться у приватній власності мейкерів та розподілені по всій країні.

- Перевага: Повна відсутність витрат організації на оренду промислових приміщень, оплату електроенергії (ці витрати беруть на себе волонтери як донат) та амортизацію обладнання.

- Ризик: Складність контролю технічного стану обладнання. Цей ризик нівелюється впровадженням етапу «Quality Check» (перевірка якості) у Kanban-системі перед відправкою.

Гнучкий графік залучення. Ресурсна база проєкту є динамічною. Ми не плануємо фіксоване завантаження конкретного волонтера. Натомість, завдяки візуалізації черги завдань (Backlog) у Kanban, система працює за принципом «витягування»:

- Мейкер заходить на платформу лише тоді, коли має вільний час і ресурс (пластик).

- Він самостійно обирає задачу, що відповідає його рівню кваліфікації (Buffer Stock або Urgent), і «витягує» її в роботу.

- Це дозволяє уникнути простою задач: якщо конкретний волонтер випав з процесу, задача залишається в черзі й буде взята іншим учасником.

Модель спільного фінансування матеріалів. Витратні матеріали (філамент/пластик) є другим ключовим ресурсом після людського часу. У нашій моделі джерела ресурсу диверсифіковані:

- власні кошти мейкерів: самозабезпечення як форма донату.
- донати від військових: компенсація вартості матеріалу за запитом.
- централізовані збори: закупівля оптових партій пластику для найактивніших друкарів-профі.

Така гібридна модель робить систему стійкою до коливань фінансування: навіть за відсутності централізованих зборів мережа автономних мейкерів продовжує функціонувати на власних запасах.

3.3. Кошторис та економічна ефективність проєкту

Оскільки проєкт є неприбутковим і волонтерським, традиційні показники прибутковості (NPV, термін окупності) тут не застосовуються. Натомість, ключовим показником ефективності є **Cost Avoidance** (уникнення витрат) – сума коштів, яку заощадили Сили оборони та держава завдяки отриманню виробів через волонтерську мережу, а не через комерційні закупівлі.

3.3.1. Розрахунок операційних витрат платформи

Попри волонтерський характер, функціонування цифрової платформи вимагає мінімального фінансування (хостинг, сервіси, логістика ядра команди). Основні статті витрат на утримання платформи наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Місячний кошторис утримання платформи

Стаття витрат	Опис	Вартість (грн/міс)
Хостинг та домен	Оренда серверів (AWS/DigitalOcean), SSL-сертифікати	4 000
Сервіси сповіщень	SMS-розсилки, API месенджерів (Telegram/Viber)	2 500
Логістичні витрати	Компенсація поштових відправлень для критичних замовлень	15 000
Адміністративні витрати	Бухгалтерський супровід ГО, банківські комісії	5 000
Всього:		26 500 грн

Ці витрати (≈26.5 тис. грн на місяць) покриваються за рахунок благодійних внесків на рахунок громадської організації.

3.3.2. Оцінка економічної ефективності (Cost Avoidance)

Для розрахунку ефективності використаємо фактичні виробничі показники платформи «ДрукАрмія» за жовтень 2025 року (рис 3.4). Це дозволяє оцінити реальний масштаб впливу волонтерської мережі на забезпечення потреб оборони.

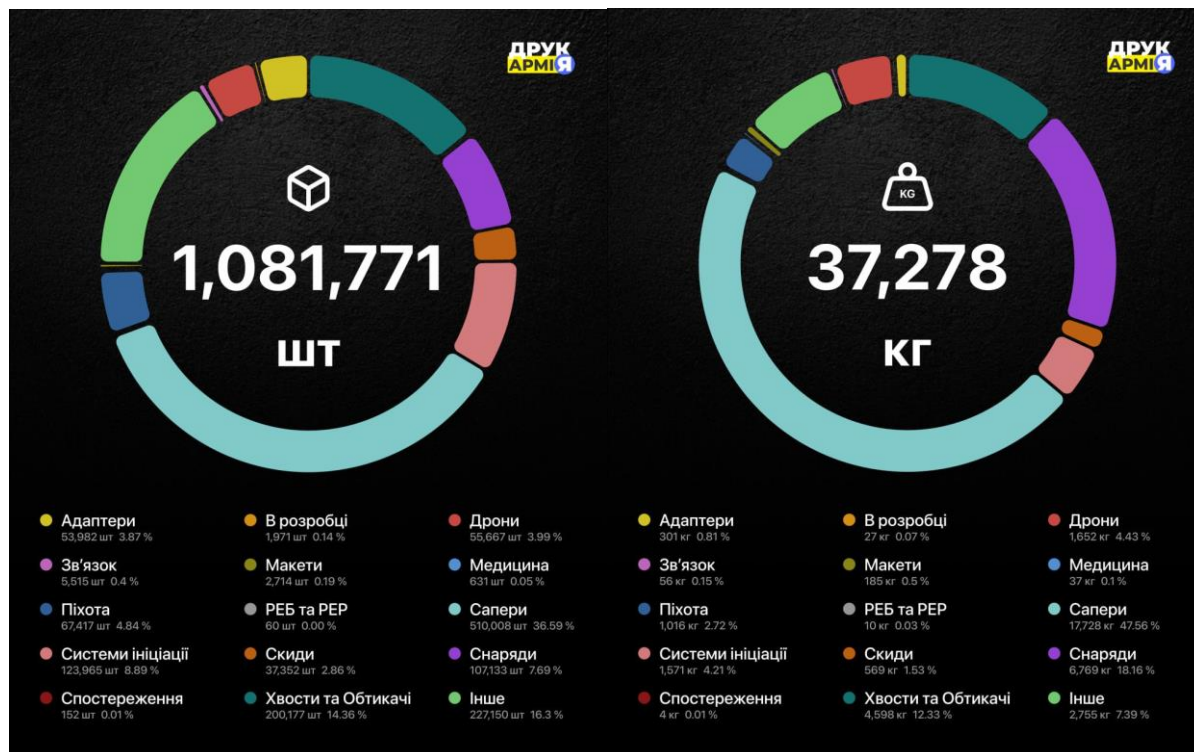


Рисунок 3.4 – Структура та обсяги виробництва волонтерської мережі

«ДрукАрмія» за жовтень

Джерело: розроблено автором

1. Розрахунок прямих витрат волонтерської спільноти

Цей показник відображає суму коштів, витрачену спільнотою на закупівлю сировини (філаменту).

- Загальна вага матеріалу: 37 278 кг.
- Середня вартість матеріалу (з урахуванням знижок): 300 грн/кг.

$$37\,278 \text{ кг} \times 300 \text{ грн} \approx 11,2 \text{ млн грн}$$

2. Оцінка ринкової вартості продукції (Market Value)

Для коректного порівняння необхідно визначити вартість аналогічної партії виробів (хвостовики, стартові платформи, захисні ковпачки) на комерційному ринку. Комерційна ціна включає не лише вартість матеріалу, а й амортизацію обладнання, оплату праці, оренду виробничих площ, податки та прибуток виробника.

- Кількість виробів: 1 081 771 шт.

- Консервативна мінімальна ринкова оцінка одного виробу: 30 грн/шт.

1 081 771 шт. × 30 грн ≈ 32,5 млн грн

3. Розрахунок показника Cost Avoidance (Економія бюджету)

Економічний ефект визначається як різниця між ринковою вартістю та фактичними витратами волонтерів:

32,5 млн грн – 11,2 млн грн = 21,3 млн грн

Висновок до розділу 3.3

Завдяки використанню децентралізованої моделі управління та оптимізації закупівель матеріалів, проєкт «ДрукАрмія» лише за один місяць (жовтень) забезпечив економію для сектору оборони у розмірі **близько 21,3 мільйона гривень**. Це означає, що волонтерська модель виробництва дозволяє отримувати кінцевий продукт майже втричі дешевше за ринкові аналоги. При цьому операційні витрати на утримання самої ІТ-платформи є незначними у порівнянні з обсягом створеної цінності.

3.4. Аналіз ризиків та стратегії їх мінімізації

Впровадження системи Kanban у відкритій волонтерській спільноті пов'язане зі специфічними ризиками, які можуть вплинути на стабільність постачання допомоги. Нами було проведено ідентифікацію ризиків та розроблено стратегії їх мінімізації [14] (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Аналіз ризиків проєкту та заходи протидії

Ризик	Ймовірність	Вплив	Стратегія мінімізації (Заходи)
Вигорання та відтік волонтерів	Висока	Критичний	<ul style="list-style-type: none"> • Впровадження гейміфікації (ранги, бейджі). • Розподіл складних задач лише на досвідчених («Профі»). • Публічна подяка та зворотний зв'язок від військових (фотозвіти).
Зниження якості виробів (Брак)	Середня	Високий	<ul style="list-style-type: none"> • Обов'язкова фото-верифікація перших 5 виробів новачка.

			<ul style="list-style-type: none"> • Створення детальних інструкцій (Wiki) для кожної моделі. • Блокування доступу до складних задач без проходження тестів.
Витік чутливої інформації	Низька	Критичний	<ul style="list-style-type: none"> • Верифікація військових через BankID/ЕЦП. • Приховування точних локацій доставки (відправка тільки на відділення пошти). • Анонімізація даних замовника для мейкера [15].
Дефіцит матеріалів (пластику)	Середня	Середній	<ul style="list-style-type: none"> • Формування стратегічного резерву пластику на складі ГО. • Партнерські угоди з українськими виробниками філаменту (знижки для волонтерів).
Технічні збої платформи	Низька	Середній	<ul style="list-style-type: none"> • Регулярні бекапи бази даних. • Використання хмарної інфраструктури з автоматичним масштабуванням. • Наявність резервного каналу комунікації (Telegram-бот).

Висновки до розділу 3

Було розроблено практичну модель реалізації процесів управління волонтерським проєктом.

1. Сформовано структуру команди з чітким розподілом ролей (Координатор, Куратор, Мейкери), що дозволяє ефективно масштабувати діяльність без роздування адміністративного штату.

2. Розраховано «віртуальний бюджет» команди, який показав, що ринкова вартість людського капіталу, залученого у проєкт, перевищує 18 000 USD на місяць.

3. Доведено високу економічну ефективність моделі: завдяки децентралізації виробництва та волонтерському ресурсу, проєкт заощаджує військовим які купують вироби і державі мільйони гривень щомісяця (Cost Avoidance).

4. Розроблено систему управління ризиками, яка через інструменти верифікації, гейміфікації та контролю якості дозволяє підтримувати стабільність системи в умовах невизначеності.

Запропонована модель управління доводить свою життєздатність та може бути рекомендована для масштабування на інші волонтерські ініціативи.

ВИСНОВКИ

У межах дослідження було створено Kanban-модель управління волонтерським виробництвом, яка охоплює повний життєвий цикл заявки від моменту її створення до доставки готового виробу військовому підрозділу. Запропонована модель передбачає використання трьох класів обслуговування (Urgent, Stock та R&D), встановлення WIP-лімітів для кожного етапу процесу, формалізовану рольову структуру, що включає куратора, мейкера-профі, мейкера-початківця та логіста, а також систему контролю якості з виділенням окремого етапу Quality Check і застосуванням фото-верифікації. Крім того, у роботі було побудовано карту потоку створення цінності (Value Stream Mapping), яка дала змогу виявити ключові вузькі місця та спроектувати оптимальний рух задач у межах системи.

Розроблено модель ресурсного забезпечення проєкту та проведено оцінку «віртуального бюджету» команди. Показано, що ринкова вартість людського капіталу, який би був необхідний для комерційної розробки аналогічної системи, перевищує 18 000 USD на місяць. Це демонструє унікальну цінність волонтерського формату та ефективність децентралізованої організації праці.

Проведено економічну оцінку ефективності (Cost Avoidance) на основі фактичних виробничих показників волонтерської мережі. Розраховано, що за один місяць діяльності економія державних та донорських коштів становить понад 21 млн грн, що значно перевищує операційні потреби платформи. Це підтверджує значний соціально-економічний ефект від впровадження системного підходу до управління волонтерськими ініціативами.

Розроблено систему управління ризиками з урахуванням специфіки волонтерської діяльності: запобігання вигоранню учасників, забезпечення якості виробів, технічної стійкості платформи, інформаційної безпеки [14] та стабільності потоків матеріалів. Запропоновані заходи дозволяють масштабувати проєкт у довгостроковій перспективі.

Запропонована модель управління доводить свою життєздатність та може бути рекомендована для масштабування на інші волонтерські ініціативи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Положення про організацію освітнього процесу в Університеті економіки та права «КРОК». Київ: Університет «КРОК», 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://library.krok.edu.ua/media/library/category/publicna-informatsiya/polozhennya-orhanizaaciya-op.pdf> (дата звернення: 07.12.2025).
2. Сумець О. М. Проектно-орієнтоване управління організацією: навчальний посібник. Київ: Університет "КРОК", 2022. 167 с. URL: <https://library.krok.edu.ua/ua/kategoriji/navchalni-posibniki/1336-proektnoorientovane-upravlinnia-orhanizatsiieiu>.
3. Humble, J., & Farley, D. (2010). Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation. Addison-Wesley Professional.
4. Семененко Ю. Роль KPI та OKR в ефективності діяльності компанії. Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences, 2023, № 324(6), с. 227–235. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-324-6-37>.
5. Kim, G., Debois, P., Willis, J., & Humble, J. (2016). The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations. IT Revolution Press.
6. Fowler, M. (2018). Refactoring: Improving the Design of Existing Code (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
7. Martin, R. C. (2008). Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship. Prentice Hall.
8. Мушинський О. Ю. Розвиток лідерства в управлінні проектними командами. Вчені записки Університету «КРОК», 2024, № 4(76), с. 165–173. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-76-165-173>.
9. Beck, K., & Andres, C. (2004). Extreme Programming Explained: Embrace Change (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
10. Leffingwell, D. (2018). SAFe 4.5 Reference Guide: Scaled Agile Framework for Lean Enterprises (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
11. Atlassian. (n.d.). Agile Coach. <https://www.atlassian.com/agile>

12. Scrum Alliance.(n.d.). Learn About Scrum.

<https://www.scrumalliance.org/learn-about-scrum>

13. Agile Alliance. (n.d.). Agile 101. <https://www.agilealliance.org/agile101/>

14. International Organization for Standardization. (2012). ISO/IEC 27001:2013 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. <https://www.iso.org/standard/54534.html>

15. OWASP Foundation. (2021). OWASP Top Ten. <https://owasp.org/www-project-top-ten/>

16. Highsmith, J. (2009). Agile Project Management: Creating Innovative Products (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.

17. Kniberg, H. (2015). Scrum and XP from the Trenches (2nd ed.). InfoQ.

18. Derby, E., & Larsen, D. (2006). Agile Retrospectives: Making Good Teams Great. Pragmatic Bookshelf.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Термінологічний словник кваліфікаційної роботи

Гнучкі методології, підходи та фреймворки:

1. Agile – сукупність гнучких підходів до управління розробкою та операційними процесами, орієнтованих на швидку адаптацію до змін, інкрементальне створення цінності та постійний зворотний зв'язок.
2. Kanban – метод управління потоком робіт, що базується на візуалізації статусів задач, обмеженні незавершеної роботи (WIP) та оптимізації проходження задач між етапами.
3. Scrum (фреймворк Scrum) – ітеративний фреймворк управління розробкою, який передбачає спринти, визначені ролі та регулярні події (Planning, Retrospective тощо). У роботі використовується для порівняння з Kanban.
4. Lean – підхід до організації роботи, спрямований на зменшення втрат, усунення зайвих кроків та оптимізацію потоку створення цінності.
5. Pull System – система «витягування», у якій робота виконується лише тоді, коли з'являється ресурс. Протилежність push-моделі.

Ролі та процесні елементи волонтерського проєкту «ДрукАрмія»:

1. Мейкер (Maker) – учасник волонтерського проєкту, який здійснює виготовлення 3D-виробів на власному обладнанні відповідно до технічних вимог заявки. Мейкери працюють у децентралізованій моделі та самостійно визначають рівень і час залучення до виконання задач.
2. Куратор – учасник проєкту, відповідальний за верифікацію запитів, контроль якості виготовлених виробів та дотримання процесних правил Kanban-системи. Куратор координує потік задач між етапами та забезпечує відповідність результатів встановленим стандартам.
3. Розподілена мережа мейкерів – сукупність незалежних учасників проєкту, які володіють власними виробничими потужностями та працюють без централізованого виробничого майданчика. Така модель забезпечує масштабованість і гнучкість, але потребує формалізованих механізмів координації та контролю якості.

4. **Кураторський контроль якості (Quality Gate)** – процесний етап, на якому виготовлений виріб проходить перевірку перед передачею в логістику. Реалізується у формі фото- або фізичної верифікації та виступає механізмом зниження ризиків браку в умовах децентралізованого виробництва.

5. **WIP-ліміт (Work In Progress Limit)** – обмеження максимально допустимої кількості задач, що можуть одночасно перебувати на певному етапі процесу. Використовується для запобігання перевантаженню системи та стабілізації потоку.

6. **Потік робіт (Flow)** – послідовність проходження задач через визначені етапи процесу від моменту створення запиту до його завершення та доставки результату кінцевому споживачу.