

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема: «Гнучке управління створенням системи електронної індикації
Avionics G-1000 для встановлення в класичну кабіну екіпажу літака»

Ступінь вищої освіти – магістр

Спеціальність – 073 «Менеджмент»

Освітня програма «Agile-технології розробки програмного забезпечення»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Керівник: викладач
Олег МУШИНСЬКИЙ

Керівник: доцент, к.т.н.
Веніамін ГІТІС

Виконав: здобувач
групи МЕН/Agile-23м
Дмитро ВОЙТЕНКО

м. Київ – 2024 рік

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри інформаційного
менеджменту, математики та статистики
Денис БАЛДИК
«___»___20__р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ВОЙТЕНКО ДМИТРО МИКОЛАЙОВИЧ**

Тема роботи	Гнучке управління створенням системи електронної індикації avionics g-1000 для встановлення в класичну кабіну екіпажу літака
Номер та дата наказу про затвердження теми	№56-3 від 27 червня 2024
Коротка постановка завдання	Впровадження гнучкого підходу до управління створенням системи електронної індикації Avionics G-1000, призначеної для авіаційних інженерів, для підвищення ефективності, безпеки та відповідності сучасним вимогам в авіаційній діяльності
Посилання на джерела інформації (не більше п'яти найменувань, які рекомендує науковий керівник)	Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling / Harold Kerzner. – New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2003 Мушинський О.Ю. Системна модель оцінювання продуктивності проектних команд. Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проектами та програмами: Збірник праць Міжнародної науково-практичної конференції (Коблево, 9-13 вересня 2024 р.). - Харків: ХНУРЕ, 2024. - С. 163-166
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 теорій і методів Agile технологій.

Дата видачі завдання «14» липня 2024 р.

Керівник

Олег МУШИНСЬКИЙ

Керівник

Веніамін ГІТІС

Здобувач

Дмитро ВОЙТЕНКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання	Примітка
Підготовчий етап			
1	Вибір напрямку дослідження та керівника	01.07.2024 р.	Виконано
2	Формування теми та призначення керівника	08.07.2024 р.	Виконано
3	Затвердження теми кваліфікаційної роботи	09.07.2024 р.	Виконано
4	Затвердження завдання на кваліфікаційну роботу	15.07.2024 р.	Виконано
Основний етап			
5	Розробка концепції кваліфікаційної роботи	22.07.2024 р.	Виконано
6	Підбір та вивчення джерел інформації з напрямку дослідження. Огляд існуючих аналогів.	29.07.2024 р.	Виконано
7	Затвердження розширеної постановки завдання. Підготовка та подання керівнику розділу 1 кваліфікаційної роботи	18.09.2024 р.	Виконано
8	Проектування інформаційної системи. Підготовка та подання керівнику розділу 2 кваліфікаційної роботи	18.09.2024 р.	Виконано
9	Реалізація інформаційної системи. Підготовка та подання керівнику розділу 3 кваліфікаційної роботи	25.09.2024 р.	Виконано
10	Підготовка та подання керівнику першого варіанту всієї кваліфікаційної роботи	01.10.2024 р.	Виконано
11	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням зауважень керівника та представлення керівнику доопрацьованого варіанту кваліфікаційної роботи	04.10.2024 р.	Виконано
Завершальний етап			
12	Представлення рукопису для перевірки на плагіат	07.10.2024 р.	Виконано
13	Підготовка презентації та доповіді на передзахист	07.10.2024 р.	Виконано
14	Передзахист кваліфікаційної роботи	08-11.10.2024 р.	Виконано
15	Технічна самоекспертиза роботи на відповідність вимогам до оформлення та виправлення недоліків	08-11.10.2024 р.	Виконано
16	Експертиза роботи керівником та зовнішнім експертом	14.10.2024 р.	Виконано
17	Доопрацювання доповіді та презентації для захисту	18.10.2024 р.	Виконано
18	Захист кваліфікаційної роботи	21-25.10.2024 р.	Виконано

Керівник

Олег МУШИНСЬКИЙ

Керівник

Веніамін ГІТІС

Здобувач

Дмитро ВОЙТЕНКО

АНОТАЦІЯ

Войтенко Д.М. Гнучке управління створенням системи електронної індикації Avionics G-1000 для встановлення в класичну кабіну екіпажу літака.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи за спеціальністю 073 – Менеджмент (освітня програма – Agile-технології розробки програмного забезпечення), СО Магістр. – ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», Навчально-науковий інститут інформаційних та комунікаційних технологій, кафедра інформаційного менеджменту, математики та статистики, Київ, 2024р.

Розглядається процес розробки системи електронної індикації для модернізації кабіни літака Ан-32 за допомогою гнучких методологій управління проектами. У роботі аналізується застосування Agile-підходів, таких як Scrum, для управління командою розробників та інтеграції сучасної авіоніки в класичну кабіну. Основна увага приділяється інкрементальній розробці продукту, його тестуванню та інтеграції з існуючими авіаційними системами, а також сертифікації за міжнародними авіаційними стандартами.

Ключові слова: Avionics G-1000, Agile, Scrum, інкрементальна розробка, система індикації, електронна авіоніка, авіаційні комунікації, тестування, сертифікація.

Табл. 8. Рис.8. Бібліограф.:30 найм.

ANNOTATION

Voitenko D.M. Flexible management of the development of an electronic indication system avionics g-1000 for installation in a classic aircraft crew cabin.

Project explanatory note by specialty 073 - Management (educational program - Agile software development technologies). – «KROK» University, Educational and Scientific Institute of information and communication technologies, Department of Information Management, Mathematics and Statistics, Kyiv, 2024

The process of developing an electronic indication system for modernizing the cockpit of the An-32 aircraft using flexible project management methodologies is considered. The work analyzes the application of Agile approaches, such as Scrum, to manage the development team and integrate modern avionics into the classic cockpit. The focus is on the incremental development of the product, its testing, and integration with existing aviation systems, as well as certification according to international aviation standards.

Keywords: Avionics G-1000, Agile, Scrum, incremental development, indication system, electronic avionics, aviation communications, testing, certification.

Tabl.8. Fig.8. Bibliography: 30 Items.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ДИЗАЙН БІЗНЕСУ ЗІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ AVIONICS ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В «КЛАСИЧНУ КАБІНУ ЕКІПАЖУ» ЛІТАКА	10
1.1 Опис предметної області системи, що розробляється.....	10
1.2 Постановка мети та цілі проєкту	14
1.3 Виклики та перспективи	15
1.4. Аналіз конкурентів.....	16
1.5 Визначення вимог для системи електронної індикації AVIONICS	19
Висновки розділу 1	21
РОЗДІЛ 2. ГНУЧКЕ УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ПРОДУКТУ СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ AVIONICS ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В «КЛАСИЧНУ КАБІНУ ЕКІПАЖУ» ЛІТАКА	22
2.1. Обґрунтування вибору фрейму гнучкого управління проєкту.....	22
2.2 Планування проєкту з розробки продукту.....	25
2.3. Моніторинг виконання проєкту.....	41
Висновки до розділу 2.....	47
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМАНДИ З РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ AVIONICS ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В «КЛАСИЧНУ КАБІНУ ЕКІПАЖУ» ЛІТАКА	49
3.1 Огляд інкременту продукту	49
3.2 Ретроспектива роботи команди	52
3.3. Сучасний інструментарій менеджера в Agile-середовищі.....	55
Висновки розділу 3	60
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

ВСТУП

Актуальність теми. В «класичній кабіні пілотів» основна інформація яка потрібна для пілотування відображається завдяки великій кількості різних приладів, сигналізаторів та електромеханічних приладів. В такій кабіні пілотів відсутня інтеграція сучасних технологій. Це призводить до затримок у прийнятті рішень під час польоту, оскільки пілоти отримують важливу інформацію через застарілі електромеханічні прилади. Наприклад, система не забезпечує адекватного моніторингу критичних параметрів літака, що підвищує ризик невідповідності у швидкості реакції екіпажу. Актуальність модернізації системи індикації зростає через посилення міжнародних стандартів безпеки та вимог до авіаційної техніки. Впровадження нових технологій дозволить не лише покращити реакцію екіпажу на зміни в польотних умовах, але й гарантує безпечніше виконання завдань, оскільки інкременти системи пропонують доступ до важливих даних у режимі реального часу. Міністерство оборони Республіки Індія володіє значним флотом літаків Ан-32, які використовуються для важливих військових і гуманітарних місій. Відсутність сучасних індикаційних систем обмежує їхню ефективність і негативно впливає на результативність операцій. Необхідність модернізації стає особливо актуальною в умовах зростаючого тиску на забезпечення безпеки та надійності.

Останні інциденти, пов'язані з недостатньою інформацією для пілотів, вказують на необхідність термінового впровадження нових технологій для уникнення потенційних аварій. Також невиконання цієї модернізації може призвести до фінансових втрат, оскільки застарілі системи не тільки знижують ефективність, але й можуть спричинити серйозні аварії, що загрожують життю пілотів та пасажирів. Таким чином, реалізація IT-проєкту зі створення системи

електронної індикації Avionics G-1000 є критично важливою для підвищення ефективності, безпеки та відповідності сучасним вимогам в авіаційній діяльності.

Вирішення цієї актуальної проблеми вимагає прояву компетентності з гнучкого управління процесами створення інноваційних програмних продуктів, а також застосування сучасних підходів в управлінській діяльності. Це визначило мету і задачі дослідження.

Мета дослідження. Виявити особливості та реалізувати функції гнучкого управління створенням системи електронної індикації AVIONICS G-1000 для встановлення в «класичну кабіну екіпажу» літака.

Завдання дослідження. Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- обґрунтувати візію створюваного продукту для бізнесу;
- детально описати особливості гнучкого управління створенням системи електронної індикації AVIONICS G-1000 для встановлення в «класичну кабіну екіпажу» літака з використанням обраного фреймворку;
- дослідити діяльність команди розробки продукту та описати підходи для підвищення ефективності та результативності досягнення цілей бізнесу.

Об'єктом дослідження є процеси реалізації функцій менеджменту під час створення системи електронної індикації AVIONICS G-1000.

Предметом дослідження є процеси управління розробкою системи електронної індикації AVIONICS G-1000 з використанням Agile-підходів.

Методи дослідження. Для обґрунтування візії створюваного продукту для розв'язання проблеми в діяльності замовника, а також виявленні викликів у діяльності команди розробки у Agile-середовищі використані загальнонаукові методи аналізу, синтезу, критичного осмислення, системного підходу та аналізу. Для реалізації процесів гнучкого управління створенням продукту системи

електронної індикації AVIONICS G-1000 застосовано професійний інструментарій, зокрема, Jira, а також Excel.

Новизна результатів дослідження. Розробка та впровадження інноваційної системи електронної індикації Avionics G-1000 інтегрує сучасні технології в класичну кабіну екіпажу. Дослідження акцентує на важливості адаптації до нових стандартів безпеки, поліпшенні реакцій екіпажу завдяки реальному моніторингу критичних параметрів літака та зниженні ризиків, пов'язаних із використанням застарілих систем. Запропонована система забезпечує доступ до важливих даних, що підвищує загальну ефективність авіаційної діяльності.

Практичне значення результатів дослідження. Впровадження системи електронної індикації Avionics G-1000 забезпечить підвищення безпеки та ефективності польотів, оскільки пілоти отримують критично важливу інформацію в режимі реального часу. Ця система покращує реакцію екіпажу на зміни в умовах польоту, знижує ризики, пов'язані з використанням застарілих технологій, і підвищує оперативність виконання завдань Міністерства оборони Республіки Індія, що важливо для успішної реалізації військових і гуманітарних місій.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, які поділені на підрозділи, висновків до кожного розділу, загального висновку, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи 66 сторінок, обсяг основного тексту 56 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ДИЗАЙН БІЗНЕСУ ЗІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ AVIONICS G-1000 ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В «КЛАСИЧНУ КАБІНУ ЕКІПАЖУ» ЛІТАКА

1.1 Опис предметної області системи, що розробляється

Авіація, як галузь, що постійно розвивається, потребує інноваційних рішень. Одним з таких є модернізація кабін екіпажу, зокрема, шляхом встановлення сучасних систем електронної індикації. Система Avionics G-1000 представляє собою новий стандарт в цій галузі, пропонуючи пілотам інтуїтивний інтерфейс, широкий спектр функцій та підвищену безпеку польотів.

В «класичній кабіні пілотів» основна інформація яка потрібна для пілотування відображається завдяки великій кількості різних приладів, сигналізаторів та електромеханічних приладів. Із часу виникнення авіації і відносно тривалий час індикація польотної інформації здійснювалась за допомогою електромеханічних приладів. Проте натепер найбільшого поширення набули системи електронної індикації. Цей проєкт дозволяє модернізувати систему індикації будь-якого регіонального літака чи гелікоптера з «класичною кабіною екіпажу» на систему електронної індикації. Під «класичною кабіною екіпажу» слід розуміти кабіну екіпажу обладнану електромеханічними приладами індикації.

Літаком для модернізації обрано літак Ан-32, ринок для модернізації котрого сягає 350 літаків.

Найперспективнішим замовником є Міністерство оборони Республіки Індія котра є одним із найбільших експлуатантів авіаційної техніки марки "Антонов", а саме військово-транспортних літаків Ан-32. Парк Ан-32 складає - 106 літаки. Міністерство оборони Республіки Індія проявляє зацікавленість в модернізації свого парку літаків Ан-32. Також як потенційних замовників слід

розглядати інших експлуатантів Ан-32 (військові та цивільні організації, які використовують літаки Ан-32).

Система електронної індикації буде складатись з двох підсистем системи електронної індикації польотної інформації (Electronic Flight Instrument System – EFIS) та системи електронної індикації параметрів загальнолітакових систем (Electronic Centralized Aircraft Monitor – ECAM) (рис.1.1). Система EFIS призначена для відображення пілотажнонавігаційної інформації, необхідної для керування літаком/гелікоптером і складається з навігаційного та пілотажного дисплеїв. Кожний з цих дисплеїв розміщується навпроти командира та першого пілота.

ЕСАМ – це окрема підсистема, призначена для відображення параметрів двигунів та інших загальнолітакових систем. Інформація відображається на двох дисплеях, розміщених посередині між командиром та другим пілотом.

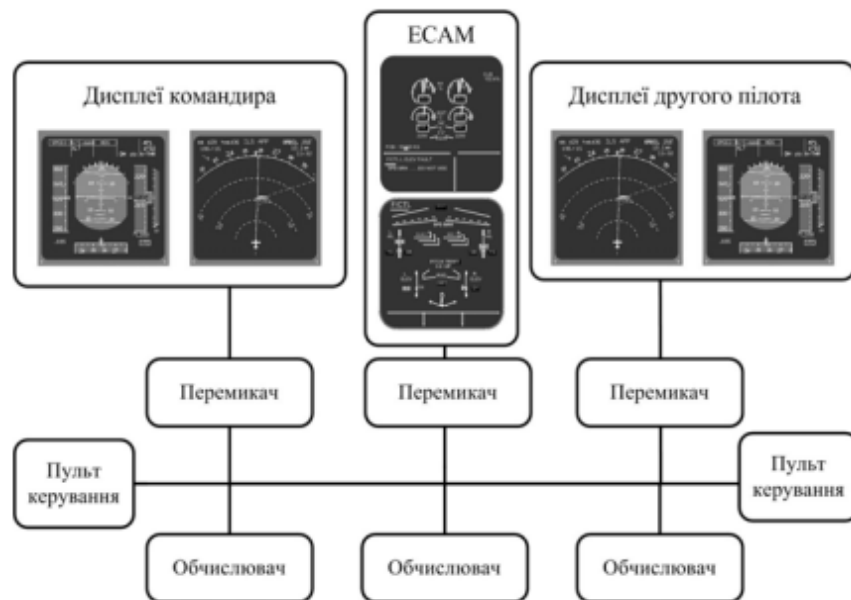


Рисунок 1.1 – Система електронної індикації

Джерело: [1]

Інженіринг системи електронної індикації AVIONICS G-1000 був здійснений компанією Прогрестех-Україна[14].

Основними напрямками діяльності Прогрестех-Україна є інжинірингові та консультаційні послуги в галузі авіабудування. Компанія Прогрестех-Україна надає інженерні послуги, розробляє програмне забезпечення для провідних підприємств високотехнологічних секторів економіки та створює додатки на iOS/Android. Основним партнером і замовником Прогрестех-Україна є компанія Boeing. Компанія Прогрестех-Україна у своєму штаті має більш як 1000 інженерів і програмістів та є найбільшим у Центральній і Східній Європі постачальником послуг для корпорації Boeing[14].

Інженерів Прогрестех-Україна залучено до реалізації всіх програм Boeing Commercial Airplanes, включно з виведенням на авіаційний ринок нових серій повітряних суден.

Інженерна команда Прогрестех-Україна на замовлення Boeing виконує роботи з аналізу міцності конструкцій основних компонентів планера, з моделювання елементів каркасу, систем та інтер'єрів літака.

Компанія також надає комплекс послуг із технологічної підтримки виробництва повітряних суден, у тому числі на об'єктах замовника. Здійснює підготовку експлуатаційної документації, бере участь у взаємодії з операторами авіаційної техніки.

Місія компанії Прогрестех-Україна:

- разом із замовниками послуг – розробляти і продукувати більш ефективні, безпечні й технологічні літаки;
- створювати нові робочі місця у сфері інженерних і ІТ сервісів, інвестувати в модернізацію вищої технічної освіти, сприяти збереженню й розвитку інтелектуального кадрового потенціалу України;

- завдяки розширенню експорту послуг і підвищенню рентабельності бізнесу – невпинно збільшувати свій фінансовий внесок у зміцнення обороноздатності держави, у поточну підтримку національної економіки, у відновлення й розбудову інфраструктури України[15].

Бізнес модель зі створення системи електронної індикації Avionics G-1000 для встановлення в «класичну кабіну екіпажу» літака представлено на рис.1.2.[5], [8].

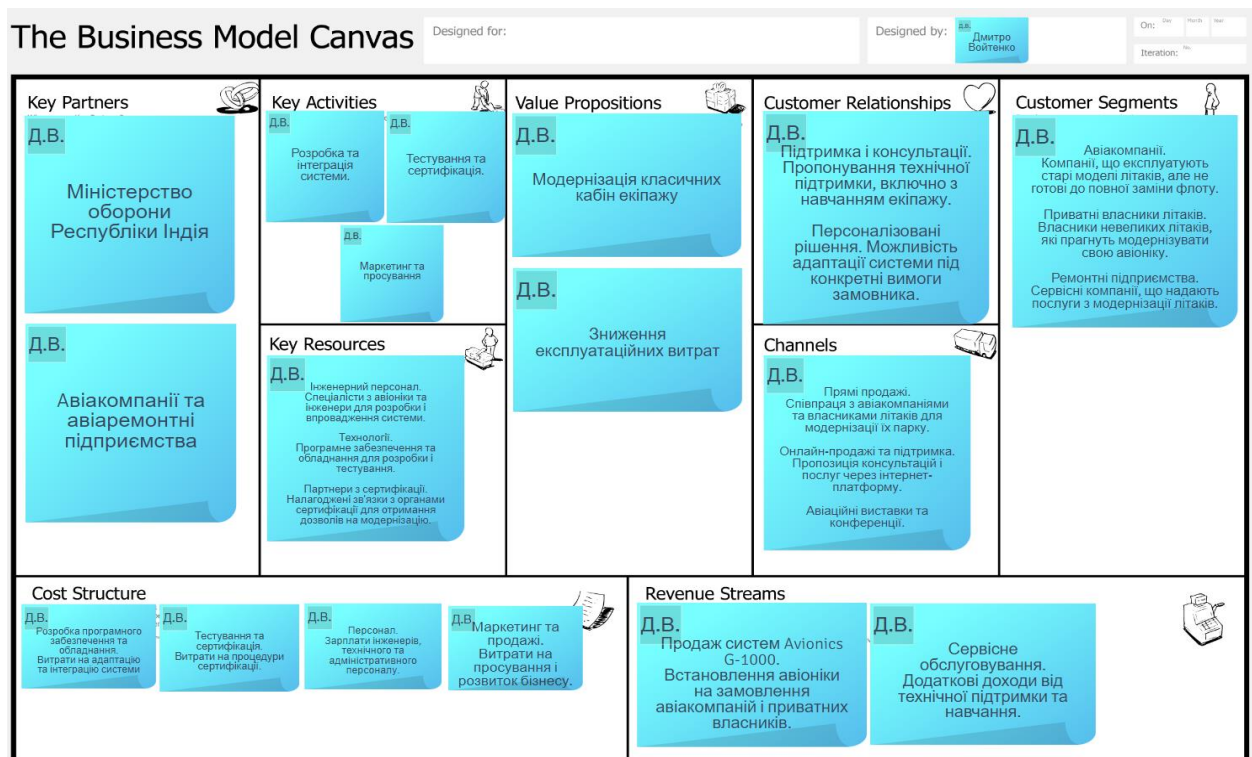


Рисунок 1.2 – Бізнес модель

Джерело: Розроблено автором

1.2 Постановка мети та цілі проєкту

Для створення системи електронної індикації Avionics G-1000 використовується гнучке управління проєктом (Agile). Цей підхід дозволяє ефективно управляти процесом розробки, забезпечувати швидку адаптацію до змін, оптимізувати тестування та інтеграцію, а також підвищувати якість продукту. Agile підходить для складних проєктів з високою невизначеністю, де важливий зворотний зв'язок з користувачами і постійне покращення продукту.

Метою проєкту є розробка системи для модернізації системи індикації на літаку Ан-32, замінюючи традиційні електромеханічні прилади на сучасні електронні дисплеї.

Згідно неї було визначено наступні цілі проєкту:

- Збільшити обсяг інформації, що надається пілоту. Це може включати інформацію про стан систем літака, погодні умови, навколишній трафік та іншу важливу інформацію, яка може допомогти пілоту приймати кращі рішення.
- Знизити навантаження на пілота. Це може бути досягнуто за рахунок автоматизації деяких завдань, наприклад, попередження про небезпеку, а також за рахунок покращення ергономіки кабіни пілотів.
- Підвищити надійність системи індикації. Це може бути досягнуто за рахунок використання нових компонентів та технологій, а також за рахунок покращення процесів тестування та обслуговування.
- Зменшити вартість експлуатації системи індикації. Це може бути досягнуто за рахунок використання енергоефективних компонентів, а також за рахунок зменшення потреби в обслуговуванні.
- Можливість оновлення. Система електронної індикації може бути оновлена з часом, щоб враховувати нові стандарти та вимоги безпеки.

1.3 Виклики та перспективи

Інтеграція системи Avionics G-1000 з існуючою авіонікою літака – це один з найскладніших аспектів модернізації кабіни екіпажу. Це пов'язано з тим, що кожен літак має свою унікальну конфігурацію авіоніки, яка може значно відрізнятися від стандартної.

Було визначено основні виклики інтеграції:

1. Сумісність інтерфейсів.

- Апаратна сумісність. Необхідно забезпечити, щоб нові пристрої G-1000 могли підключатися до існуючих шин даних, використовуючи відповідні адаптери або протоколи.
- Програмна сумісність. Програмне забезпечення G-1000 має взаємодіяти з іншими системами літака, обмінюючись даними та виконувати необхідні функції.
- Протоколи зв'язку. Різноманітність протоколів зв'язку в авіації (ARINC 429, ARINC 629, MIL-STD-1553 та інші) вимагає ретельного аналізу та розробки відповідних інтерфейсів.

2. Функціональна сумісність.

- Дублювання функцій. Деякі функції можуть дублюватися як у старій, так і в новій системі, що потребує ретельного аналізу та оптимізації.
- Втрата функцій. При модернізації можуть бути втрачені деякі функції старої системи, що необхідно враховувати при розробці нової конфігурації.
- Розширення функціоналу. Нова система G-1000 може надавати додаткові функції, які потрібно інтегрувати в загальну систему управління літаком.

3. Рішення для забезпечення сумісності

- Глибокий аналіз існуючої системи. Перед початком робіт необхідно провести детальний аналіз авіоніки літака, щоб визначити всі можливі точки інтеграції та потенційні проблеми.
- Використання універсальних інтерфейсів. Застосування стандартних інтерфейсів (наприклад, ARINC 429/629) спрощує інтеграцію з різними системами.
- Використання адаптерів. В деяких випадках може знадобитися придбання додаткових адаптерів(блоків перетворення сигналів типу «аналог-цифра») для підключення нових пристроїв до існуючих шин даних.
- Тестування. Ретельне тестування системи в лабораторних умовах та під час льотних випробувань.
- Сертифікація.

Сертифікація системи Avionics G-1000 після її інтеграції з існуючою авіонікою літака є критично важливим етапом, який вимагає дотримання строгих вимог авіаційних регуляторних органів. Основні виклики сертифікації:

- Тривалість, процес сертифікації може бути тривалим і дорогим.
- Складність, сертифікаційні вимоги є досить складними і вимагають високої кваліфікації від фахівців.
- Регуляторні вимоги можуть змінюватися в процесі сертифікації.

Успішна реалізація проекту може відкрити нові можливості для модернізації інших типів літаків та розширення ринку.

1.4. Аналіз конкурентів

Основними конкурентами на ринку електронних систем індикації є:

- CMC Electronics;
- Garmin Ltd.;

- ООО «ПФК» «СТОРК».

Аналіз конкурентів виконано за наступними критеріями:

- досвід роботи;
- імідж;
- тенденції розвитку.
- потенціал розвитку

За результатами аналізу можна зробити наступні висновки:

1. СМС Electronics має найбільший досвід роботи на ринку електронних систем індикації.

Компанія заснована в 1948 році і має понад 75 років досвіду роботи в цій галузі.

СМС Electronics постачає свої системи індикації для широкого кола клієнтів, включаючи військово-повітряні сили, цивільну авіацію та космічну галузь.

Компанія має сильні позиції на ринках Північної Америки та Європи.

2. Garmin Ltd. має сильний бренд і широкий спектр продуктів.

Компанія Garmin заснована в 1985 році і є одним з провідних світових виробників навігаційних пристроїв.

Garmin Ltd. постачає свої системи індикації для широкого кола клієнтів, включаючи військово-повітряні сили, цивільну авіацію, морську галузь та автомобільну промисловість.

Компанія має сильні позиції на ринках Північної Америки, Європи та Азії.

3. ООО «ПФК» «СТОРК» має сильні позиції на ринку України.

Компанія «СТОРК» заснована в 1994 році і є одним з провідних виробників електроніки в Україні.

«СТОРК» постачає свої системи індикації для військово-повітряних сил, сухопутних військ та військово-морських сил України. Компанія має сильні позиції на ринку України.

Таблиця 1.1 – Оцінка конкурентів за основними критеріями

Критерій	СМС Electronics	Garmin Ltd.	ООО «ПФК» «СТОРК»
Досвід роботи	5	4	3
Імідж	5	5	3
Тенденції розвитку	4	5	3
Потенціал розвитку	4	5	3

Примітка: Оцінка здійснена за шкалою від 1 до 5, де 5 – найвищий показник.

Аналіз оцінок:

- СМС Electronics має найбільший досвід роботи на ринку електронних систем індикації, високий імідж, стабільні тенденції розвитку та значний потенціал розвитку.
- Garmin Ltd. відзначається сильним брендом, широким спектром продуктів, високими темпами розвитку та найбільшим потенціалом розвитку завдяки диверсифікації ринків.
- ООО «ПФК» «СТОРК» має менший досвід роботи та імідж на міжнародному ринку, проте займає сильні позиції в Україні. Тенденції та потенціал розвитку обмежені переважно локальним ринком.

Згідно з оцінками, Garmin Ltd. має найвищі показники за більшістю критеріїв, що свідчить про її сильні позиції на світовому ринку та високий потенціал розвитку. СМС Electronics також має високі оцінки завдяки значному досвіду та іміджу. ООО «ПФК» «СТОРК» хоча і має менші показники в

порівнянні з міжнародними конкурентами, проте є вагомим гравцем на українському ринку електронних систем індикації.

1.5 Визначення вимог для системи електронної індикації AVIONICS G-1000

Система електронної індикації є складовою частиною бортового обладнання та призначена для відображення екіпажу пілотажної, навігаційної, оглядової інформації, даних про метеорологічні утворення за напрямом польоту, підстилаючу поверхню в передній півсфері, даних про повітряний рух навколо літака та інших даних системи попередження зіткнення, інформації про функціонування бортового обладнання, відмови та несправності систем та комплексів з можливістю управління режимами індикації, а також формування тональних сигналів звукової частоти та мовних повідомлень.

Система електронної індикації має забезпечувати вирішення наступних завдань:

- формування символічних та графічних кадрів на підставі обробки кодової інформації, що надходить каналами інформаційного обміну та лініями разових команд;
- зміни інформаційних кадрів за допомогою пультів управління, або автоматично при настанні заздалегідь зумовленої події;
- відображення аварійної, що попереджає та повідомляє сигналізації екіпажу, формування звукових сигналів у вигляді мовних повідомлень;
- встановлення висоти прийняття рішення та мінімальної висоти зниження;
- пріоритет ручного керування перед автоматичним;
- індикацію поточних та заданих значень пілотажних та навігаційних параметрів польоту;

- сигналізацію про досягнення пілотажними та навігаційними параметрами польоту гранично-допустимих значень;
- індикацію плану польоту та поточної навігаційної обстановки у горизонтальній та вертикальній площинах.

Система електронної індикації має складатись з наступних елементів:

- багатофункціональний індикатор(дисплей), 5 шт.
- розподільча коробка, 1 шт.
- пульт керування режимами індикації, 2 шт.
- пульт трекболу, 2шт.

Багатофункціональний індикатор(дисплей) має відповідати вимогам вказаним у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Вимоги для багатофункціонального індикатора

Об'єкт	Вимога
Екран	<ul style="list-style-type: none"> - співвідношення сторін екрану, діагональ 4:3, 10.4 дюйма; - роздільна здатність 768x1024; - кути огляду ± 85 ; - сумісний з окулярами нічного бачення MIL-STD-3009.
Електроживлення	- від мережі постійного струму 27 В (18..31 В);
Навколишнє середовище	<ul style="list-style-type: none"> - діапазон робочих температур -30..+60 С; - вологість до 96% без конденсації; - знижений атмосферний тиск до 20 кПа.
Інтерфейси вводу/виводу:	<ul style="list-style-type: none"> - ARINC 42932 входи та 16 виходів; - ARINC 708A 2 входи; - RS-422/485 Tx/Rx 2 канали; - RS-232 Tx/Rx 2 канали;

Шрифти та знаки, що використовуються для видачі візуальної інформації, повинні виконуватися шрифтом, еквівалентним шрифту наведеному в ARP 4256.

Параметри шрифту для відображення тексту:

- висота основного шрифту, 4мм;
- висота додаткового шрифту, 3мм;
- відстань між символами у рядк, ,6 мм;
- відстань між рядками, 2мм.

При відтворенні зображень використовуватися загальні кольори для графічної інформації (відображення міток , лічильників , цифр, сполучних мнемоліній та інших елементів).

Висновки розділу 1

У першому розділі було розглянуто аналіз ринку і конкурентів. Він показав, що впровадження новітніх технологій, таких як система Avionics G-1000, може значно підвищити ефективність і безпеку польотів. Зазначено, що ринок таких систем є перспективним, із зростаючим попитом на інноваційні рішення в авіації.

У процесі проєктування було визначено ключові вимоги до системи, а також основні виклики, пов'язані з інтеграцією нової системи з існуючими системами літака. Було розглянуто різні підходи для забезпечення сумісності та сертифікації системи, що є критично важливим для успішної реалізації проєкту.

Аналіз предметної області показав що проєкт створення та впровадження системи електронної індикації Avionics G-1000 в класичну кабіну екіпажу літака є перспективним з технічної, економічної та експлуатаційної точок зору

РОЗДІЛ 2. ГНУЧКЕ УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ПРОДУКТУ СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ AVIONICS G-1000 ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В «КЛАСИЧНУ КАБІНУ ЕКІПАЖУ» ЛІТАКА

2.1. Обґрунтування вибору фрейму гнучкого управління проєкту

Для реалізації проєкту зі створення та впровадження системи електронної індикації Avionics G-1000 у «класичну кабіну екіпажу» літака було обрано підхід гнучкого управління (Agile) через його численні переваги та відповідність специфіці проєкту.

Нижче наведені ключові обґрунтування для вибору саме цього підходу.

1. Високий рівень невизначеності та складності проєкту

Проєкт з модернізації класичної авіоніки до сучасної системи Avionics G-1000 передбачає інтеграцію новітніх технологій у старі платформи. Це викликає ряд технічних викликів та непередбачуваних ситуацій на етапах проєктування, тестування та впровадження. Використання гнучкого підходу дозволяє швидко реагувати на зміни вимог та технічних умов, що є важливим для такого типу проєктів.

2. Етапність та ітераційність впровадження

Agile-підхід дозволяє поділити роботу над проєктом на короткі ітерації (спринти), що полегшує управління проєктом і забезпечує можливість регулярного перегляду результатів на кожному етапі. Це особливо важливо при впровадженні системи електронної індикації Avionics G-1000 у «класичну кабіну екіпажу» літака, оскільки різні компоненти системи можуть потребувати поетапного тестування і впровадження для сумісності з існуючими системами літаків.

3. Гнучкість у зміні вимог.

Проектні вимоги можуть змінюватись в залежності від технічних нововведень, зворотного зв'язку від клієнтів або нових регуляторних вимог. Agile-підхід, завдяки своїй гнучкості, дозволяє швидко адаптувати планування та стратегії впровадження під змінні умови. Це зменшує ризики затримок і забезпечує можливість адаптації до зовнішніх і внутрішніх змін.

4. Постійний зворотний зв'язок і взаємодія з клієнтом

Гнучкі підходи заохочують регулярний зворотний зв'язок з кінцевими користувачами або замовниками, що дозволяє оперативно вносити коригування в дизайн продукту. У випадку інтеграції системи Avionics G-1000 це важливо, оскільки потреби пілотів і технічного персоналу можуть змінюватися в залежності від конкретних умов експлуатації.

5. Зниження ризиків через часте тестування

Agile забезпечує постійне тестування компонентів системи протягом усього циклу розробки. Це дозволяє виявляти та виправляти помилки на ранніх стадіях, що знижує загальний ризик для проєкту. Оскільки система Avionics G-1000 є критично важливою для безпеки польотів, такий підхід допоможе уникнути значних проблем на етапі інтеграції та сертифікації.

6. Інтеграція міждисциплінарних команд

Гнучке управління заохочує співпрацю між різними командами (розробники програмного забезпечення, інженери, техніки, користувачі), що полегшує інтеграцію та впровадження складних технічних рішень. Для проєкту модернізації літаків це важливо, оскільки потребує злагодженої роботи між авіаційними інженерами, ІТ-фахівцями та операторами літаків.

7. Прозорість процесів і контроль термінів

Управління проєктом в рамках гнучкого підходу забезпечує прозорість для всіх учасників завдяки регулярним зустрічам, оновленням і ретроспективам. Це дозволяє команді тримати процес під контролем і вчасно реагувати на можливі

проблеми або затримки, що особливо важливо для проєктів з жорсткими регуляторними вимогами в авіаційній галузі.

Гнучке управління проєктом (Agile) є оптимальним вибором для створення системи електронної індикації Avionics G-1000, оскільки дозволяє врахувати всі технічні виклики, забезпечує гнучкість у реагуванні на зміни та покращує комунікацію між учасниками проєкту. Такий підхід гарантує ефективне виконання проєкту в умовах високої невизначеності, знижує ризики та підвищує якість кінцевого продукту.

Вибір відповідного фреймворку гнучкого управління для проєкту модернізації авіоніки літака з використанням системи Avionics G-1000 є критично важливим рішенням. Він безпосередньо впливає на успішність проєкту, його адаптивність до змін та ефективність команди.

Вибір Scrum як фреймворку гнучкого управління для проєкту Avionics G-1000 є обґрунтованим рішенням, оскільки цей фреймворк дозволяє ефективно управляти складністю проєкту, забезпечити адаптивність до змін та високу якість кінцевого продукту [9], [16]. В компанії Прогресстех-Україна вже усталена культура гнучкої розробки, і Scrum є основою для виконання більшості проєктів. Цей досвід свідчить про те, що команда здатна ефективно працювати в умовах невизначеності та швидко адаптуватися до змін.

Scrum, як ітеративний і інкрементний фреймворк, забезпечує високий рівень прозорості та контролю над проєктом. Регулярні спринти, щотижневі зустрічі та використання артефактів Scrum (беклог, таскборд, Burndown Chart) дозволяють відстежувати прогрес, виявляти ризики та вносити необхідні корективи на ранніх етапах [9], [16].

2.2 Планування проєкту з розробки продукту

Розробка етапів проєкту та переліку робіт

Перед початком проєкту було визначено основні етапи та сформовано пакети робіт проєкту. Розбивка проєкту на чітко визначені етапи допомагає впорядкувати роботу та чітко окреслити цілі на кожному етапі. Чіткий план допомагає команді зосередитися на виконанні поточних завдань, не відволікаючись на інші аспекти проєкту. Після завершення кожного етапу була виконана оцінка досягнутого прогреса та внесені необхідні корективи.

Для формування пакетів робіт було використано стандарт з розробки WBS-структури [2].

Таблиця 2.1 – Перелік робіт

Етапи роботи	Код, назва (зміст робіт)
Розробка концепції проєкту.	1.1. Обґрунтування проєкту 1.2. Формування мети та цілей проєкту 1.3. Маркетингові дослідження 1.4. Аналіз конкурентів та дослідження досвіду українських та міжнародних компаній. 1.5. Оцінка ринкового потенціалу 1.6. Оцінка технічних можливостей 1.7. Оцінка прогресу та внесення необхідних коректив.
Організація процесів з виконання проєктних робіт	2.1. Побудова організаційної структури проєкту 2.2. Розподіл проєктних робіт між працівниками проєкту 2.3. Пошук персоналу 2.4. Розробка календарного графіку виконання робіт 2.5. Видання завдань персоналу 2.6. Оцінка прогресу та внесення необхідних коректив.

Таблиця 2.1 – Перелік робіт

Розробка продукту	3.1 Створення прототипів 3.2 Тестування та виявлення слабких сторін 3.3. Оцінка та обґрунтування доцільності впровадження в серійне виробництво 3.4. Створення серійного виробу
-------------------	--

Після визначення змісту робіт було сформовано команду проєкту. Команда проєкту - це група людей, об'єднаних спільною метою успішно реалізувати проєкт. Її склад, структура та ефективність роботи значно впливають на загальний результат[10].

Ролі та відповідальність у команді проєкту:

- керівник проєкту: забезпечує загальне керівництво проєктом, приймає рішення, делегує завдання, контролює хід виконання та несе відповідальність за досягнення цілей проєкту;
- члени команди: виконують конкретні завдання, передбачені планом проєкту, володіють необхідними навичками та досвідом у своїй сфері.

Організаційна структура проєкта(OBS) представлена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Організаційна структура проєкта

Код	Перелік робіт	Виконавець
01.1	Планування та організація проєкту. Управління командою. Контроль та моніторинг виконання проєкту. Ефективна комунікація з усіма зацікавленими сторонами проєкту (командою, керівництвом, клієнтами, партнерами).	Керівник проєкту

Таблиця 2.2 - Організаційна структура проєкта

01.2	<p>Ведення календаря керівника проєкта та планування його зустрічей.</p> <p>Організація та координація зустрічей, нарад та телефонних конференцій.</p> <p>Підготовка звітів, презентацій та інших документів, пов'язаних з проєктом.</p> <p>Слідкування за кореспонденцією та ведення діловодства проєкту.</p>	Асистент керівника проєкту
02.1	<p>Розробка схемотехнічних рішень.</p> <p>Аналіз технічних завдань та вимог до електронного пристрою.</p> <p>Вибір та обґрунтування компонентної бази схеми.</p> <p>Розробка принципових схем, розрахунки параметрів елементів.</p> <p>Створення функціональних блоків та модулів схеми.</p> <p>Проектування топології друкованих плат.</p> <p>Розробка технічної документації.</p>	Інженер схемотехнік
02.2	<p>Розробка системної архітектури.</p> <p>Реалізація та інтеграція системи.</p>	Інженер з системної архітектури
02.3	<p>Розробка концептуальних та детальних проєктів авіаційних систем, включаючи їх компоненти, підсистеми та інтерфейси.</p> <p>Створення креслень, схем та іншої технічної документації</p>	Інженер конструктор з проєктування авіаційних систем
03.1	<p>Розробка програмного забезпечення</p> <p>Підтримка програмного забезпечення</p> <p>Документування програмного забезпечення</p>	Інженер програміст

Таблиця 2.2 - Організаційна структура проекту

03.2	Розробка програми тестування обладнання. Проведення тестування та випробувань для виявлення та усунення помилок.	Інженер з тестування
04.1	Розробка плану сертифікації. Оцінка відповідності отриманих даних вимогам сертифікації. Складання сертифікаційних звітів. Надання рекомендацій щодо усунення невідповідностей (за необхідності). Співпраця з органами з сертифікації.	Інженер з сертифікації
04.2	Контроль якості роботи на всіх етапах проекту. Впровадження та дотримання стандартів якості.	Інженер з якості
05.1	Планування Sprint Організація Sprint Review Організація Sprint Retrospective Навчання Scrum-методології	Scrum-майстер
06.1	Налаштування та адміністрування мережевого обладнання. Підтримка та обслуговування мережевої інфраструктури. Забезпечення безпеки мережі	Системний адміністратор мережі
07.1	Ведення бухгалтерського обліку Контроль за фінансовими операціями	Бухгалтер
08.1	Правовий супровід діяльності	Юрист

Команду проекту було створено з діючих співробітників компанії «Прогрестех-Україна» на період реалізації проекту, після його завершення команду було розпущено.

Процес підбору учасників команди відбувався наступним чином:

- було складено список необхідних для проєкту навичок та досвіду;
- було визначено потенційних кандидатів;
- проведено співбесіди з кандидатами.
- Формування команди:
 - ознайомлення членів команди з цілями, завданнями та етапами проєкту;
 - розподіл ролей та відповідальності між учасниками команди;
 - забезпечення команди необхідними ресурсами, інструментами та доступом до інформації.

Календарне планування проєкту.

Календарне планування проєкту має кілька ключових цілей:

1. Забезпечення чіткої послідовності виконання робіт.

Розбивка проєкту на чіткі етапи з визначеними термінами дозволяє візуалізувати весь процес та чітко уявити, скільки часу займе кожен етап.

Це допомагає уникнути дублювання роботи та затримки виконання завдань.

2. Ефективне використання ресурсів.

Календарний план допомагає визначити, коли і які ресурси будуть потрібні для виконання кожного етапу проєкту.

Це дозволяє раціонально розподіляти ресурси та уникати їх перевантаження.

3. Контроль ходу виконання проєкту.

Завдяки календарному плану можна відстежувати прогрес виконання проєкту та порівнювати його з запланованими термінами.

4. Підвищення відповідальності учасників проєкту.

Коли кожен учасник проєкту чітко знає, які завдання йому потрібно виконати та коли, це підвищує його відповідальність за результат.

5. Мотивація учасників проекту.

Чіткий план роботи та візуалізація прогресу дозволяють учасникам проекту бачити результати своєї роботи, що може їх мотивувати на подальші досягнення.

6. Полегшення спілкування з зацікавленими сторонами.

Календарний план може бути використаний для інформування зацікавлених сторін про хід виконання проекту.

Це допомагає їм краще розуміти процес роботи та вчасні очікувати результатів.

7. Зниження ризиків проекту.

Завчасне виявлення проблем та вжиття заходів щодо їх усунення дозволяє знизити ризики зриву проекту або перевищення бюджету.

8. Підвищення шансів на успішне завершення проекту.

Добре спланований та контрольований проект має значно більші шанси на успішне завершення в строк і в рамках бюджету.

Для планування використано графік Ганта результати приведено на рис. 2.1.

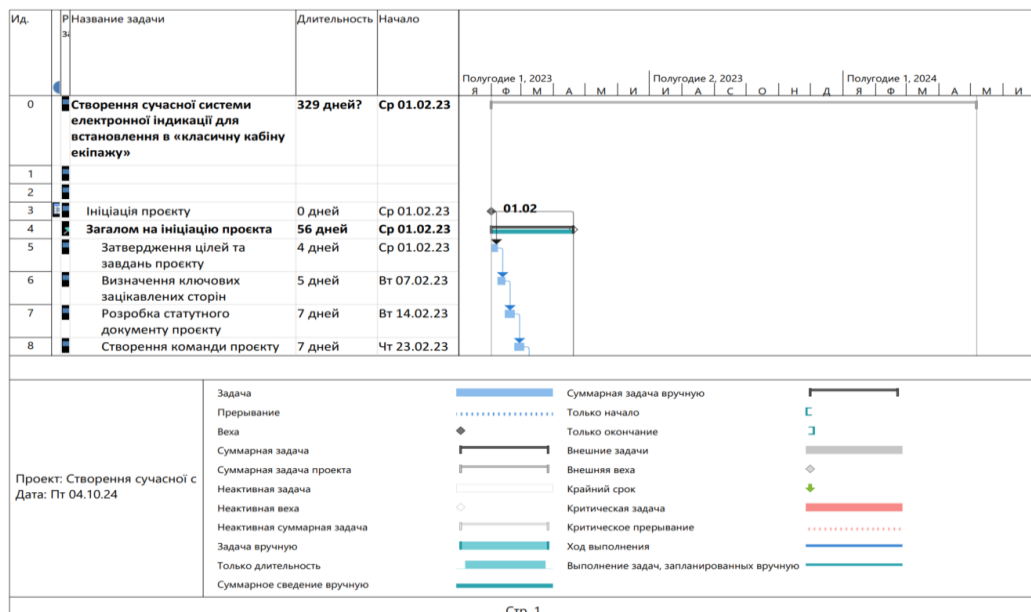


Рисунок 2.1 – Діаграма Ганта сторінка 1 з 5

Джерело [Розроблено автором]

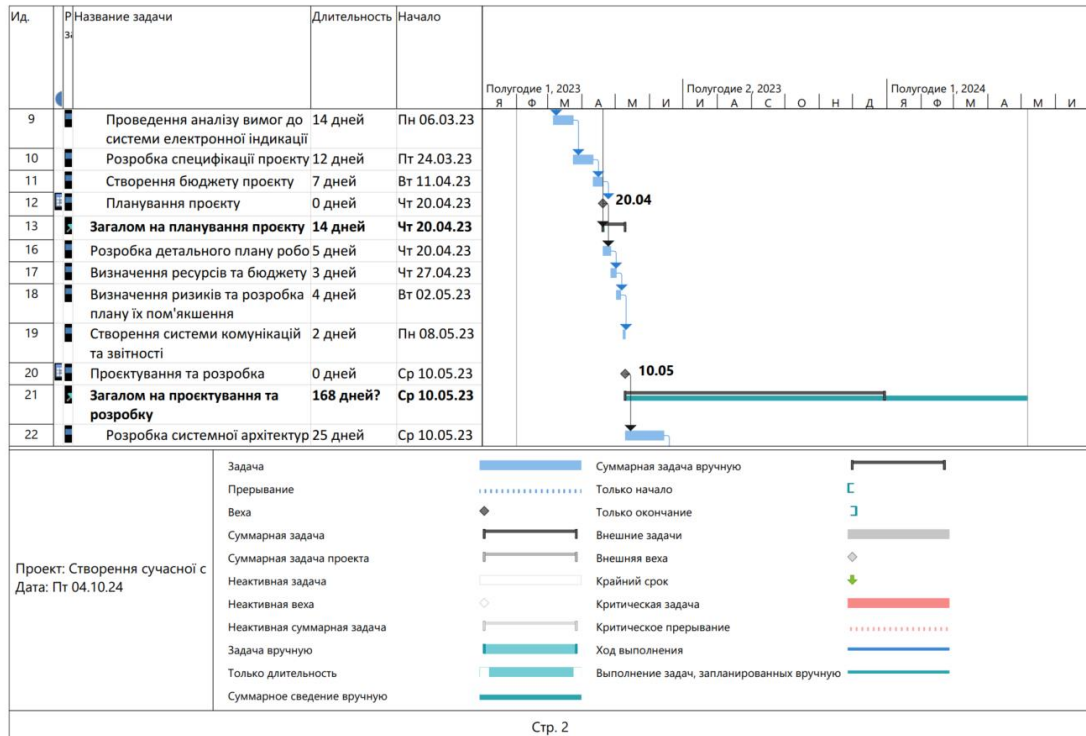


Рисунок 2.1 – Діаграма Ганта сторінка 2 з 5
Джерело [Розроблено автором]

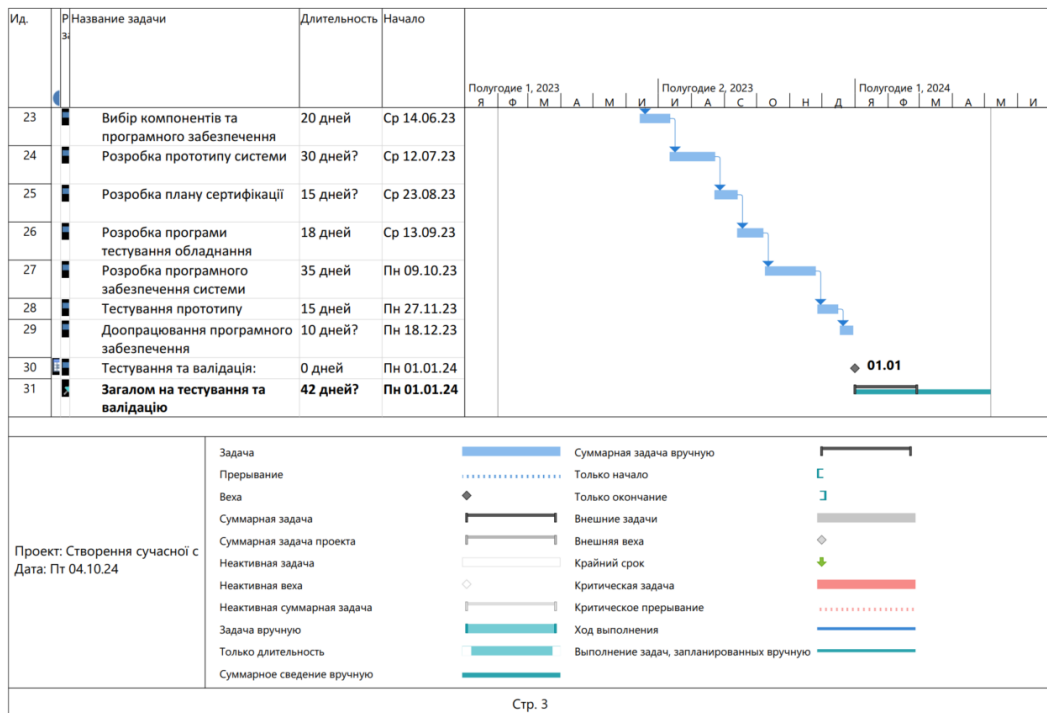


Рисунок 2.1 – Діаграма Ганта сторінка 3 з 5
Джерело [Розроблено автором]

Ієрархічну структуру робіт (WBS) наведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3 - Ієрархічна структура робіт

Код	Види робіт	Тривалість дні	Дата початку	Дата кінця
01	Ініціація проекту: - Затвердження цілей та завдань проекту - Визначення ключових зацікавлених сторін (власник проекту, команда розробників, команда тестувальників, пілоти, представники авіакомпаній) - Створення команди проекту - Розробка статутного документу проекту - Проведення аналізу вимог до системи електронної індикації - Вивчення технічних характеристик "класичної кабіни екіпажу" - Розробка специфікації проекту - Створення бюджету проекту	56	1.02.2023	19.04.2023
02	Планування проекту: - Розробка детального плану роботи - Визначення ресурсів та бюджету - Визначення ризиків та розробка плану їх пом'якшення - Створення системи комунікацій та звітності	14	20.04.2023	09.05.2023

Таблиця 2.3 - Ієрархічна структура робіт

03	Проектування та розробка: <ul style="list-style-type: none"> - Детальне проектування системи електронної індикації - Розробка системної архітектури - Вибір компонентів та програмного забезпечення - Розробка прототипу системи - Розробка плану сертифікації - Розробка програми тестування обладнання - Розробка програмного забезпечення системи - Тестування прототипу - Доопрацювання програмного забезпечення 	168	10.05.2023	29.12.2023
04	Тестування та валідація: <ul style="list-style-type: none"> - Проведення попередніх випробувань системи - Доопрацювання системи за результатами випробувань - Проведення лабораторних випробувань системи - Виявлення та виправлення помилок - Проведення наземних випробувань системи - Отримання відгуків від пілотів 	42	01.01.2024	27.02.2024
05	Впровадження та підтримка <ul style="list-style-type: none"> - Встановлення системи в "класичну кабіну екіпажу" - Виправлення незначних помилок, виявлених під час експлуатації - Надання технічної підтримки пілотам 	42	28.02.2024	25.04.2024
06	Завершення проєкту: <ul style="list-style-type: none"> - Підготовка звіту про проєкт - Проведення урочистої події з нагоди завершення проєкту 	7	26.04.2024	06.05.2024

Згідно з календарним планом, проєкт модернізації системи індикації літака розрахований на 329 днів, тобто 47 тижні.

План поділено на 6 етапів:

1. Ініціація проєкту (56 днів): цей етап включає в себе затвердження цілей та завдань проєкту, визначення ключових зацікавлених сторін та розробку плану проєкту.
2. Планування проєкту (14 днів): цей етап включає в себе розробку детального плану роботи, визначення ресурсів та бюджету, а також визначення ризиків та розробку плану їх пом'якшення.
3. Проєктування та розробка (168 днів): цей етап включає в себе детальне проєктування системи індикації, розробку програмного забезпечення та обладнання, а також тестування прототипу.
4. Тестування та валідація (42 дні): цей етап включає в себе проведення попередніх випробувань системи, а також лабораторних та наземних випробувань.
5. Впровадження та підтримка (42 дні): цей етап включає в себе установку системи в літак, надання технічної підтримки пілотам та виправлення незначних помилок.
6. Завершення проєкту (7 днів): цей етап включає в себе підготовку звіту про проєкт, а також проведення урочистої події з нагоди завершення проєкту.

Календарний план є чітким, лаконічним та детальним. Він враховує всі ключові етапи проєкту та передбачає достатньо часу для кожного з них.

Ресурсне забезпечення проєкту.

Мета ресурсного забезпечення проєкту полягає в тому, щоб забезпечити проєкт необхідними ресурсами в потрібний час і в потрібній кількості для його успішного виконання.

Ефективне ресурсне забезпечення дозволяє:

- знизити ризики проєкту, нестача ресурсів може призвести до затримок, перевищення бюджету та інших проблем. Ретельне планування та управління ресурсами допомагає мінімізувати ці ризики;
- підвищити ефективність роботи, коли у команди є необхідні ресурси, вона може працювати ефективніше та продуктивніше;
- покращити моральний дух команди, коли члени команди знають, що у них є все необхідне для виконання своєї роботи, вони більш мотивовані та задоволені;
- забезпечити своєчасне завершення проєкту.

Визначення потреб у ресурсах.

Людські ресурси:

- керівник проєкту;
- команда розробників (програмісти, інженери, конструктори);
- команда тестувальників.

Матеріально-технічні ресурси:

- комп'ютери та програмне забезпечення для розробки програмного забезпечення;
- вимірювальні прилади та обладнання для лабораторних випробувань а також наземних випробувань.

Фінансові ресурси:

- заробітна плата членів команди проєкту;
- витрати на розробку програмного забезпечення;
- витрати на вимірювальні прилади та обладнання;
- витрати на встановлення системи в "класичну кабіну екіпажу".

Визначення сукупної потреби в людських ресурсах визначається за допомогою таблиці по кожному виду професії (табл. 2.4.)[7].

Таблиця 2.4 - Визначення потреби у людських ресурсах

Вид ресурсу	Необхідна кількість у день, чол.	Тривалість використання ресурсу	Термін початку використання ресурсу
Керівник проєкту	1	329 дні	0
Асистент керівника проєкту	1	329 дні	0
Інженер схемотехнік	6	259 дні	70
Інженер з системної архітектури	8	259 дні	70
Інженер конструктор з проєктування авіаційних систем	8	259 дні	70
Інженер програміст	5	189 дні	140
Інженер з тестування	4	105 дні	224
Інженер з сертифікації	3	259 дні	70
Інженер з якості	1	259 дні	70
Scrum-майстер	1	98 дні	70
Системний адміністратор мережі	1	259 дні	70
Бухгалтер	1	329 дні	0
Юрист	1	56 дні	0

Загалом, для реалізації проєкту знадобився 41 фахівець. Найбільша потреба у фахівцях була на етапі проєктування та розробки (39 чол.). Це пов'язано з тим, що на цьому етапі виконувалась найскладніша та трудомістка робота.

Також значна потреба у фахівцях була на етапі впровадження та підтримки (38 чол.). Це пов'язано з тим, що на цьому етапі виконувався монтаж нової системи індикації, навчання пілотів та введення системи в експлуатацію.

На етапах ініціації, планування, тестування та валідації та завершення проєкту потреба у фахівцях була меншою (від 4 до 6 чол.). Це пов'язано з тим, що на цих етапах виконувалась менш складна та трудомістка робота.

Важливо зазначити, що потреба у фахівцях змінювалась протягом проєкту. Це пов'язано з тим, що деякі роботи бути виконані швидше, ніж очікувалося, а інші потребували більше часу.

Для того, щоб ефективно управляти потребою у фахівцях, необхідно:

- регулярно відстежувати хід виконання проєкту та вносити необхідні корективи до планування;
- сформувати резерв фахівців на випадок непередбачених обставин;
- забезпечити фахівців необхідними інструментами та матеріалами;
- мотивувати фахівців та забезпечити їм належні умови праці.

Кошторис проєкту.

Кошторис проєкту слугує для визначення та планування всіх витрат, пов'язаних з реалізацією проєкту. Він є важливим інструментом для:

1. Планування та контролю витрат:

Дозволяє чітко визначити всі статті витрат, необхідних для реалізації проєкту, та їх розмір.

Сприяє кращому плануванню бюджету проєкту та контролю за його виконанням.

Дозволяє виявити потенційні перевитрати або недофінансування на ранніх етапах проєкту.

2. Прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень:

Забезпечує інвесторів та інші зацікавлені сторони чіткою інформацією про загальну вартість проєкту та структуру витрат.

Дозволяє порівняти різні альтернативні інвестиційні можливості та вибрати найефективнішу.

Сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо інвестування в проєкт.

3. Оцінки ефективності проєкту:

Дозволяє порівняти фактичні витрати з запланованими та оцінити ефективність використання ресурсів.

Сприяє кращому розумінню того, як кошти витрачаються на проєкт, та виявленню резервів для економії.

Дозволяє зробити висновки для майбутніх проєктів.

Кошторис проєкту наведено в Таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Кошторис проєкту

№	Назва ресурсу	К-сть	Вартість, тис. грн.	Загальна вартість, тис. грн.
Витратна частина				
1	Інвестиційні витрати			
1.1	Програмне забезпечення	40	200	8 000
1.2	Обладнання для лабораторії	1	2 000	2 000
2	Поточні витрати			
2.1	Заробітна платня	16	400	6 400
2.2	Розхідні матеріали, канцелярія	16	5	80
3	Непередбачувані витрати			1 648
	Всього інвестицій			18 128
4	Витрати на виробництво			
4.1	Витрати на виробництво комплетів системи електронної індикації перший рік	35	3 000	105 000
4.2	Витрати на виробництво комплетів системи електронної індикації другий рік	71	3 000	213 000
	Бюджет витратної частини проєкту			336 128
Дохідна частина				

Таблиця 2.5 – Кошторис проєкту

5	Комплект системи електронної індикації, перший рік	35	12 000	420 000
6	Комплект системи електронної індикації, другий рік	71	12 000	852 000
	Дохід без урахування податків			1 272 000

Примітка. Дані, наведені в цьому розділі, є лише інформативними та не є комерційною таємницею або конфіденційною інформацією. Використання цих даних погоджено з компанією "Прогресстех - Україна".

Економічна ефективність проєкту.

Економічна ефективність проєкту оцінюється за допомогою методу чистої теперішньої вартості (NPV) та за внутрішньою нормою прибутку (IRR)[7].

NPV метод ґрунтується на принципі приведення майбутніх грошових потоків до їхньої теперішньої вартості.

IRR метод ґрунтується на визначенні такої норми дисконту, при якій NPV проєкту дорівнює нулю.

Для розрахунку необхідно визначити такі параметри:

Інвестиції: 18 128 000 грн. (загальні витрати на проєкт).

Витрати на виробництво: 1-й рік 105 000 000 грн.

2-й рік 213 000 000 грн.

Очікувані грошові потоки: 1-й рік 420 000 000 грн.

2-й рік 852 000 000 грн.

Ставка дисконтування: 10% (середньозважена вартість капіталу).

Тривалість проєкту: 2 роки.

За розрахунками ми отримали наступні показники:

- чиста приведена вартість (NPV) проєкту становить 19 811 621 грн.;

- внутрішня норма рентабельності (IRR) проекту становить 134%

Отримані показники NPV та IRR свідчать про високу економічну ефективність та привабливість для інвесторів.

Позитивне значення NPV свідчить про те, що проект генерує більше грошей, ніж витрачає, а отже, є прибутковим.

IRR 134% означає, що проект очікує на 134% річної прибутковості. Це дуже високий показник, який свідчить про те, що проект є дуже рентабельним.

Примітка. Дані, наведені в цьому розділі, є лише інформативними та не є комерційною таємницею або конфіденційною інформацією. Використання цих даних погоджено з компанією "Прогресстех - Україна".

2.3. Моніторинг виконання проекту

Scrum-фреймворк забезпечує чітку структуру для управління та моніторингу процесу розробки складних систем, таких як система електронної індикації Avionics G-1000 для інтеграції в «класичну кабіну екіпажу» літака. Використання Scrum дозволяє ефективно контролювати прогрес проекту, забезпечуючи прозорість, гнучкість і можливість регулярної оцінки результатів [16].

Ключові аспекти моніторингу:

1. Product Backlog. Усі вимоги та завдання щодо створення системи Avionics G-1000 були структуровані в Product Backlog, який включав технічні специфікації, вимоги до функціональності, інтеграції з класичною авіонікою, сертифікаційні вимоги та інші компоненти. Моніторинг здійснювався через постійне оновлення та пріоритизацію завдань Product Owner-ом, що дозволяло зосереджувати увагу на найбільш важливих компонентах [13]. Приклад Product Backlog представлено на рис. 2.2.

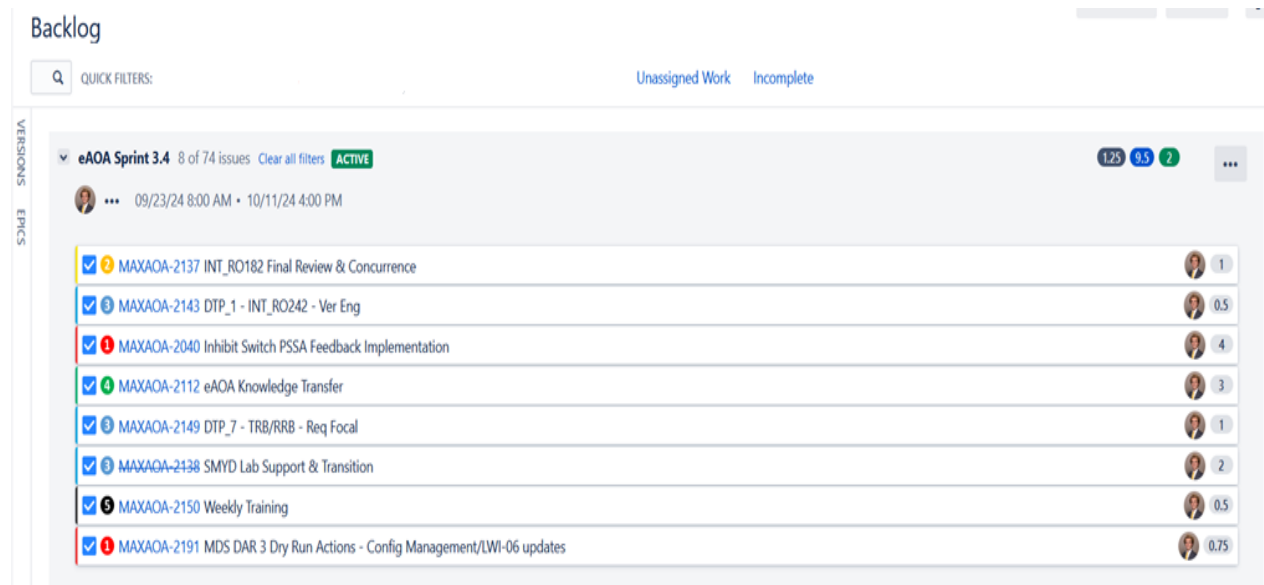


Рисунок 2.2 – Product Backlog

Джерело [Розроблено автором]

Daily Scrum. Щоденні короткі зустрічі, на яких кожен учасник команди відповідав на три ключові запитання: що було зроблено вчора, що буде зроблено сьогодні і які є перешкоди на шляху до виконання завдань. Моніторинг завдяки Daily Scrum забезпечував щоденне відстеження прогресу виконання завдань та оперативне виявлення проблем, що могли вплинути на терміни[17], [18]. Приклад Daily Scrum представлено на рис. 2.3.

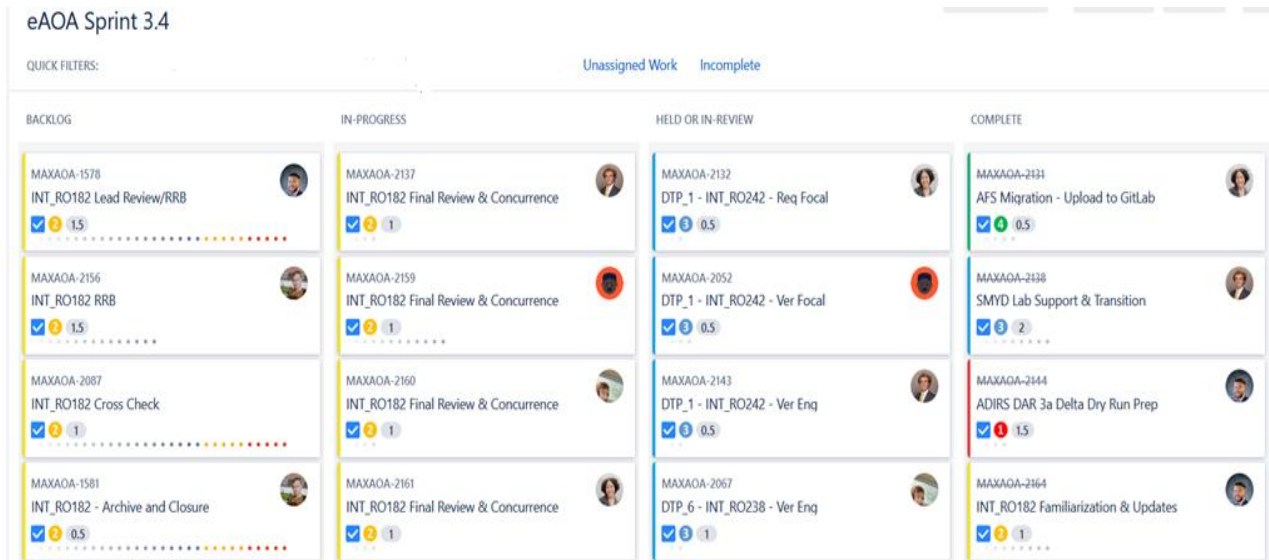


Рисунок 2.3 – Приклад Daily Scrum

Джерело [Розроблено автором]

Sprint Planning. Під час планування кожного спринту команда визначала обсяг роботи, який міг бути виконаний протягом конкретного періоду часу (зазвичай 2 тижні). Обиралися елементи з Product Backlog і створювався план для досягнення чітко визначених цілей спринту. Моніторинг полягав у визначенні завдань і очікуваних результатів, які фіксувалися і контролювалися на кожному етапі для дотримання встановлених термінів[19], [20].

Sprint Review. Наприкінці кожного спринту команда проводила огляд результатів, представляючи готові інкременти продукту. Моніторинг здійснювався через оцінку досягнення цілей спринту та відповідність результатів очікуванням замовника і кінцевих користувачів, що дозволяло контролювати прогрес у впровадженні окремих функцій системи.

Sprint Retrospective. Після завершення кожного спринту команда аналізувала процес роботи для визначення можливих покращень у наступних ітераціях. Моніторинг ретроспективи допомагав контролювати якість процесів і

впроваджувати оптимізації для підвищення ефективності виконання завдань у майбутніх спринтах[21].

Burndown Chart. Графік Burndown Chart — один із ключових інструментів Scrum для моніторингу — показував, скільки завдань залишалось до виконання в межах поточного спринту або всього проєкту. Моніторинг через цей графік дозволяв візуально відстежувати прогрес і оперативно оцінювати, наскільки команда встигає виконати заплановані завдання у встановлені строки[22]. Приклад Burndown Chart представлено на рис. 2.4

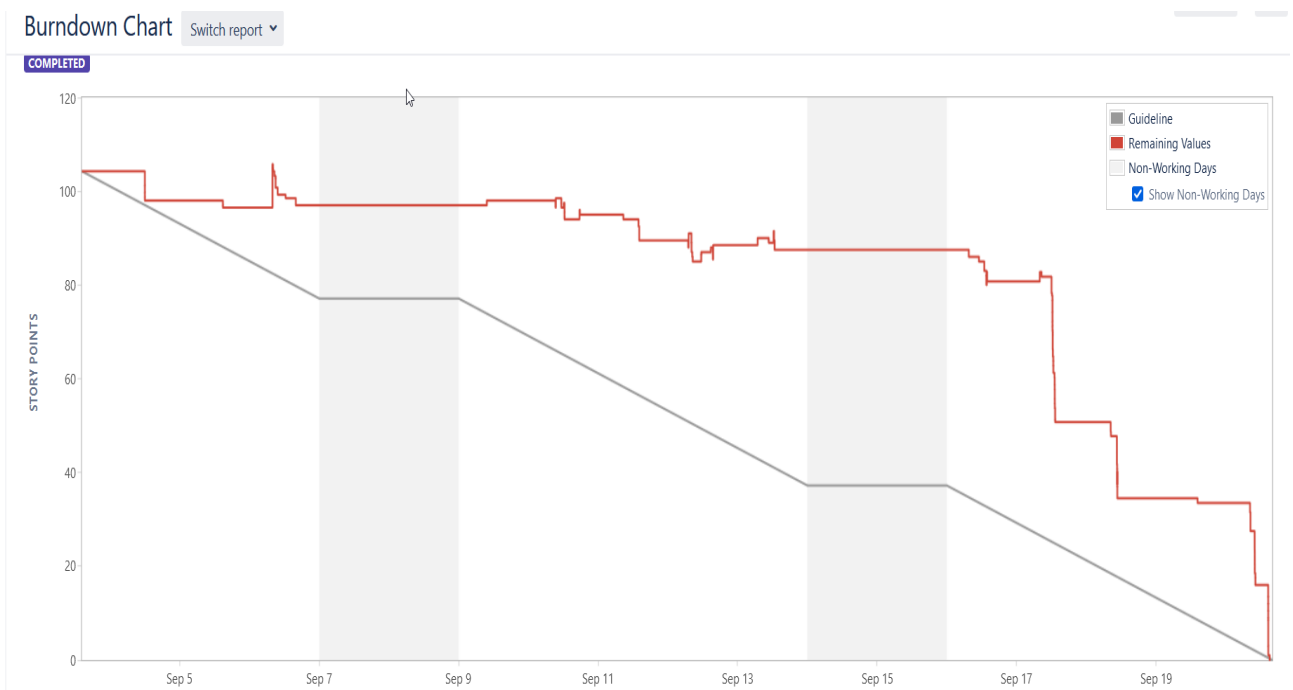


Рисунок 2.4 – Приклад Burndown Chart

Джерело [Розроблено автором]

Increment. По завершенні кожного спринту команда повинна була підготувати робочий інкремент — частину системи Avionics G-1000, яка могла бути продемонстрована або протестована. Ці інкременти поступово формували

завершений продукт. Моніторинг інкрементів дозволяв контролювати якість виконаних завдань і відповідність системи вимогам проекту[16], [23].

Переваги Scrum для моніторингу проекту Avionics G-1000. Регулярні оновлення і звітування забезпечували постійну прозорість процесу виконання робіт. Швидка адаптація до змін дозволяла оперативно змінювати пріоритети завдяки коротким спринтам у разі появи нових вимог або технічних труднощів. Зниження ризиків відбувалося завдяки частому тестуванню та перегляду інкрементів, що дозволяло своєчасно виявляти помилки або недоліки у розробці. Залучення клієнта через постійний зворотний зв'язок із кінцевими користувачами та стейкхолдерами гарантувало, що система Avionics G-1000 відповідатиме їхнім очікуванням.

Моніторинг виконання проекту створення системи електронної індикації Avionics G-1000 за допомогою Scrum-фреймворку є ефективним інструментом управління, що забезпечує прозорість, регулярну оцінку результатів та гнучкість у реагуванні на зміни. Це дозволяє команді досягати стабільного прогресу в умовах високої складності проекту і гарантувати високу якість кінцевого продукту.

В компанії Прогрестех-Україна інструментом для управління проектами обрано Jira. Тому що Jira є потужним і гнучким інструментом для управління проектами, який надає широкі можливості для підтримки різних методологій, включаючи Scrum, що робить його ідеальним вибором для складних проектів, таких як розробка системи електронної індикації Avionics G-1000 [11].

Основні переваги Jira[11].

1. Підтримка методології Scrum.

Jira розроблена для того, щоб повністю підтримувати процеси Scrum. Вона забезпечує всі необхідні інструменти для створення і управління беклогами, спринтами, історіями користувача.

2. Прозорість і контроль над проектом.

За допомогою Jira ми отримуємо повний огляд усіх етапів розробки. В реальному часі бачити, які завдання виконуються, які проблеми виникають і які ресурси використовуються. Це важливо для відстеження прогресу та вчасної корекції курсу розробки.

3. Автоматизація робочих процесів.

Jira пропонує інструменти для автоматизації задач та робочих процесів, що допомагає команді зосередитися на ключових завданнях, мінімізуючи час на рутинні операції. Це підвищує продуктивність і ефективність.

4. Гнучкість налаштувань.

Jira легко адаптується під конкретні потреби команди. Вона дозволяє налаштовувати робочі процеси, структурувати завдання, створювати кастомізовані поля і звіти. Це особливо корисно для специфічних проектів, таких як розробка складних систем авіоніки.

5. Аналітика і звіти.

Jira пропонує потужні інструменти аналітики, такі як Burndown Chart, Velocity Chart, звіти по виконанню спринтів та інші. Це дозволяє оперативно оцінювати ефективність роботи команди і виявляти проблеми на ранніх стадіях.

6. Інтеграції з іншими інструментами.

Jira була інтегрована з GitHub, що спростило обмін інформацією між командами і забезпечило зручний доступ до різних ресурсів проекту.

7. Масштабованість.

Jira підходить як для малих команд, так і для великих підприємств, де необхідно управляти багатьма командами та проектами одночасно. Вона забезпечує централізоване управління і контроль, що дозволяє зручно масштабувати проектні процеси.

Jira є ідеальним інструментом для управління проєктами, які базуються на Scrum, завдяки своїй потужності, гнучкості та здатності забезпечувати прозорість у всіх етапах розробки. Вибір Jira дозволив ефективно керувати проєктом зі створення системи електронної індикації Avionics G-1000, оптимізувати процеси та забезпечити успішне досягнення цілей[11].

Висновки до розділу 2

В розділі було обрано фреймворк Scrum для ефективного управління проєктом з розробки системи Avionics G-1000, що дозволило структурувати процес роботи та забезпечити регулярний контроль над виконанням завдань. Формування Product Backlog стало важливим етапом, оскільки всі вимоги та завдання щодо створення системи були чітко визначені й впорядковані за пріоритетом.. Постійне оновлення беклогу забезпечувало гнучкість у роботі, дозволяючи адаптуватися до змін у вимогах замовника та технічних умовах.

Регулярні зустрічі (Daily Scrum, Sprint Planning, Sprint Review, Sprint Retrospective) забезпечили прозорість процесів та швидку комунікацію між членами команди, що дозволило уникати затримок та вирішувати потенційні проблеми на ранніх етапах.

Механізм зворотного зв'язку, вбудований у Scrum-фреймворк, дозволив не лише контролювати виконання завдань, а й оперативно вносити корективи в план робіт, що значно підвищило швидкість адаптації до нових умов та знизило ризики технічних помилок.

Інструмент моніторингу Burndown Chart забезпечив чітке бачення прогресу виконання завдань на кожному етапі, що дозволило команді вчасно коригувати свій підхід і забезпечити виконання всіх завдань у встановлені строки.

Для моніторингу виконання проєкту було обрано інструмент Jira, який дозволив ефективно організовувати й автоматизувати робочі процеси, та

забезпечувати прозорість у всіх етапах розробки. Інтеграція Jira з іншими системами, такими як GitHub, полегшила обмін інформацією між командами та забезпечила гнучкість і масштабованість управління проєктом.

Проєкт демонструє високу економічну ефективність, показники чистої приведеної вартості (NPV) та внутрішньої норми рентабельності (IRR) свідчать про його прибутковість і рентабельність для інвесторів.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМАНДИ З РОЗРОБКИ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ІНДИКАЦІЇ AVIONICS G-1000 ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ В «КЛАСИЧНУ КАБІНУ ЕКІПАЖУ» ЛІТАКА

3.1 Огляд інкременту продукту

Інкрементальна розробка — це основна характеристика Agile-методології, яка передбачає поступове вдосконалення продукту через завершені етапи, кожен з яких додає нові функції до продукту[10], [16], [24].

Інкремент продукту в рамках розробки системи електронної індикації Avionics G-1000 є функціональною частиною, що поступово створюється і вдосконалюється протягом кожного спринту. Інкременти включають інтеграцію ключових компонентів, таких як системи відображення польотної інформації (EFIS) та моніторингу загальнолітакових систем (ECAM), що забезпечують пілотам доступ до важливих даних у режимі реального часу, покращуючи ефективність і безпеку польотів[10], [24].

Огляд інкременту продукту проводився після кожного спринту і відіграв ключову роль у процесі розробки. Цей процес полягав в перевірці того, що було створено під час спринту, демонстрації функціонального інкременту (частини продукту) команді, замовникам або стейкхолдерам. Його основна мета — оцінити, наскільки інкремент відповідає вимогам та очікуванням, отримати зворотний зв'язок та прийняти рішення щодо подальших дій[10], [24].

У випадку з системою Avionics G-1000, основні інкременти включали кілька критичних етапів розвитку.

1. Концептуальне проектування та первинний інкремент

На початкових етапах було сформовано концепцію системи індикації Avionics G-1000 для інтеграції в «класичну кабіну екіпажу».

Цей етап передбачав визначення функціональних вимог до системи, зокрема характеристик дисплеїв, необхідних для польотних даних і параметрів загальнолітакових систем. Створення прототипу системи індикації EFIS (Electronic Flight Instrument System), що включає дисплеї навігаційної інформації та пілотажних приладів. Проектування та розробку базових компонентів ЕСАМ (Electronic Centralized Aircraft Monitor) для моніторингу параметрів загальнолітакових систем.

2. Інтеграція з наявною авіонікою

Другий інкремент включав тісну інтеграцію з існуючими системами літака Ан-32.

Інтеграція комунікаційних протоколів, одним з основних викликів було забезпечення сумісності з різними стандартами авіаційних комунікацій, зокрема ARINC 429, ARINC 629 та MIL-STD-1553. Команда інтегрувала нові комунікаційні модулі для обробки польотних даних та інформації з датчиків. Розробка адаптерів для забезпечення коректної передачі даних з класичних приладів на нові дисплеї.

3. Тестування та симуляції польотів

Третій інкремент був зосереджений на тестуванні працездатності системи в умовах, наближених до реальних.

Використання авіаційних симуляторів дозволило відтворити реальні умови польотів без необхідності реальної експлуатації літака. Це дозволило оперативно виявляти помилки та відразу їх виправляти.

Паралельно з тестуванням відбувалась підготовка до сертифікації за міжнародними авіаційними стандартами (EASA, FAA).

4. Завершальний інкремент — впровадження системи на реальному літаку

Заключним етапом інкременту було встановлення системи Avionics G-1000 на реальний літак Ан-32.

Після монтажу система пройшла серію випробувань у реальних умовах польотів, що дозволило оцінити її працездатність, а також зробити необхідні налаштування для оптимальної роботи.

Підготовка документації для сертифікації, цей етап завершився підготовкою повної документації для сертифікаційних органів, що включала технічні специфікації, результати тестів та рекомендації з експлуатації.

Поступове впровадження інкрементів дозволило команді:

- знизити ризики, пов'язані з інтеграцією нової системи;
- забезпечити адаптацію до змін, оскільки кожен інкремент надавав можливість отримати зворотний зв'язок від кінцевих користувачів;
- прискорити процес сертифікації, оскільки тестування кожного інкременту проводилось одночасно з його розробкою.

Виклики, з якими зіткнулася команда:

- затрати часу, регулярні огляди потребували значних часових витрат, особливо для такого великого проєкту;
- недостатня завершеність інкременту, якщо інкремент був не повністю готовий або функції неповністю протестовані, це викликало затримки або невдоволення стейкхолдерів;
- залежність від зворотного зв'язку, не ефективний зворотний зв'язок уповільнював процес вдосконалення продукту.

Для покращення ситуації було вжито наступні кроки:

- за для зменшення часових витрат на огляди було упорядковано процес огляду, зосередившись на ключових функціях та питаннях, скорочуючи час на другорядні деталі;
- за для покращення завершеності інкрементів було оптимізовано планування, щоб точніше визначати обсяг завдань, які можна виконати за спринт. Також було залучено додаткові ресурси до процесу тестування

та збільшено автоматизацію тестування, щоб забезпечити повну перевірку функціональності;

- за для покращення зворотного зв'язку були налагоджені чіткі й регулярні канали комунікації між командою та стейкхолдерами, також було впроваджено систему пріоритизації зворотного зв'язку, щоб команда могла зосередитися на найбільш важливих аспектах продукту.

3.2 Ретроспектива роботи команди

Ретроспектива — це один з ключових процесів в Agile-методології, зокрема у Scrum, який допомагає командам регулярно аналізувати свою роботу після завершення кожного спринту. Основна мета ретроспективи — це постійне вдосконалення робочих процесів, ефективності команди та досягнення вищої якості результатів[12], [21].

Ретроспектива в рамках розробки системи електронної індикації Avionics G-1000 дозволила команді проаналізувати успіхи, виявляти проблеми та фокусуватись на покращеннях.

Важливо розуміти, що пройшло добре протягом спринту, щоб продовжувати використовувати ці практики в майбутньому. Успішна ретроспектива допомагає ідентифікувати труднощі та перешкоди, з якими зіткнулася команда. Це може стосуватися як технічних аспектів, так і командної динаміки[21].

В результаті ретроспективи команда знаходила конкретні рішення для підвищення продуктивності або якості роботи.

Згідно з Agile-маніфестом, постійне вдосконалення — це один з принципів, на яких базується робота гнучких команд[12]. Ретроспективи дозволяють формалізувати цей процес, роблячи його регулярним і контрольованим.

Нижче наведено шаблон для проведення ретроспективи

Overview

Date	
Meeting Facilitator	<i>Include the facilitator's name.</i>
Purpose	<i>Define the goal of the meeting.</i>
Attendees	<i>Include names of all attendees.</i>
Topics	<i>Reference the topics to be discussed.</i>

Discussion

What went well? 👍	What did not go as well? 🙄	What will we do differently? 😞
•	•	•
•	•	•
•	•	•

Рисунок 3.1 – Шаблон для проведення ретроспективи

Джерело [4]

Звіт про результати ретроспективи: аналіз проблем, рекомендації та оцінка досягнень

1. Аналіз технічних труднощів

Під час ретроспективи команда визначила декілька ключових проблем. Найбільшою технічною проблемою було забезпечення безперебійної роботи нових електронних систем з електромеханічними приладами класичних літаків. Ці труднощі викликали затримки в інтеграції та вимагали більше часу для налаштування програмної сумісності. Виявилось, що замовники часто змінювали свої вимоги на основі проміжних тестувань, що призводило до постійного коригування планів розробки.

2. Рекомендації та зміни для підвищення ефективності

На основі ретроспективи команда ухвалила кілька ключових рішень. Було вирішено вдосконалити планування спринтів шляхом чіткого визначення цілей на кожен етап та зменшення кількості завдань з високим рівнем невизначеності. Було запроваджено нові форми комунікації між технічними спеціалістами різних напрямків, що допомогло усунути затримки в передачі інформації та вирішенні проблем. Пілоти та технічний персонал почали брати участь у тестуваннях на ранніх етапах, що дозволило отримувати зворотний зв'язок на початку кожного інкременту.

3. Психологічні аспекти та мотивація команди

Значну увагу було приділено мотивації членів команди. Для зменшення стресу і підвищення продуктивності було вирішено організовувати неформальні зустрічі для обговорення труднощів і обміну досвідом. Щоб підтримувати мотивацію, керівник команди регулярно відзначав досягнення членів команди, що створювало позитивну атмосферу та заохочувало досягати нових успіхів.

4. Оцінка досягнень та недоліків

Після кожної ретроспективи команда фіксувала досягнення, зокрема зменшення кількості технічних помилок завдяки ранньому виявленню та підвищення швидкості реалізації інкрементів завдяки покращенню планування.

Регулярне проведення ретроспектив приносило команді такі переваги. По-перше, покращувалися процеси. Постійне оцінювання та вдосконалення робочих процесів дозволяло команді швидко адаптуватися до змін і підвищувати свою продуктивність. По-друге, зростала довіра та взаємодія в команді. Відкрите обговорення успіхів і невдач допомагало команді краще розуміти одне одного, що підвищувало рівень взаємодії. Швидке виявлення проблем та їх оперативне вирішення дозволяло уникати повторення помилок і покращувати кінцевий результат.

3.3. Сучасний інструментарій менеджера в Agile-середовищі

Для оцінювання продуктивності команди, що працювала над розробкою системи Avionics G-1000 для «класичної кабіни екіпажу» літака, було використано системну модель оцінювання продуктивності проектних команд запропонованою Мушинським О.Ю. в роботі [6]. Вона базується на чотирьохелементній моделі системи, яка використовується в науковій школі VARIORUM[28]. Модель оцінювання продуктивності поєднує в собі кількісні та якісні аспекти оцінювання, що дозволяє всебічно оцінити ефективність роботи команди та її учасників[26].

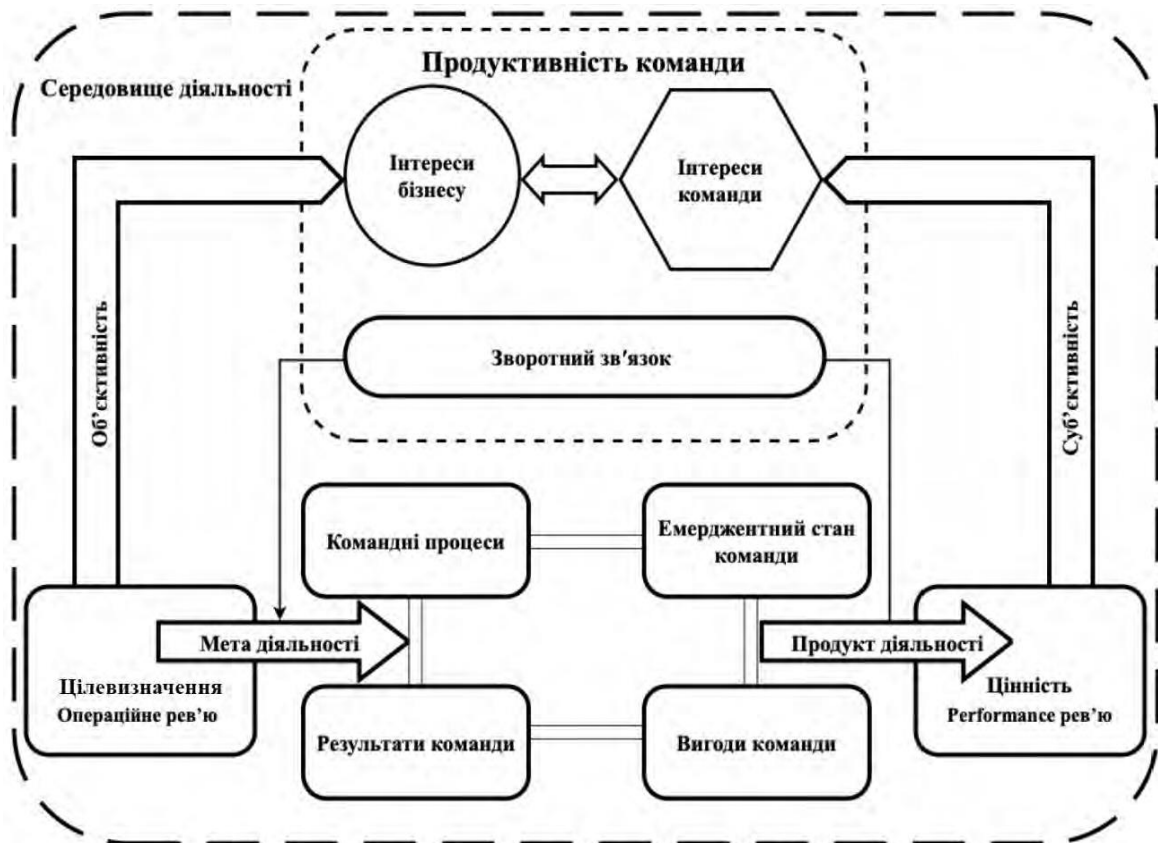


Рисунок 3.2 – Системна модель оцінювання продуктивності проектних команд

Джерело [6]

Модель містить в собі систему управління зі зворотним зв'язком, яка включає чотири ключові елементи: об'єкт управління, вхідні дані, вихідні дані та зворотний зв'язок. Об'єктом управління є команда, яка розробляє Avionics G-1000. Вхідні дані — це мета та завдання проєкту, встановлені на стратегічному рівні через методологію OKR (Objectives and Key Results). Вихідні дані відображають результати роботи команди[29]. Зворотний зв'язок забезпечує процес аналізу результатів з можливістю коригування робочих процесів для досягнення кращих результатів.

Етапи оцінювання продуктивності

Постановка цілей відбувається на стратегічному рівні з використанням OKR, що передбачає встановлення глобальних цілей і ключових результатів для їх досягнення. На тактичному рівні застосовується методологія SMART, яка допомагає встановити конкретні, вимірювані, досяжні, релевантні та обмежені у часі цілі[25], [29].

Оцінка результатів включає операційний огляд та огляд продуктивності. Операційний огляд здійснюється для аналізу результатів кожного спринту з акцентом на кількісних показниках, таких як час виконання і кількість завершених завдань. Огляд продуктивності — це довгостроковий аналіз досягнень команди, включаючи якість інкрементів та їх відповідність цільовим вимогам.

Зворотний зв'язок використовується для постійного покращення процесів. Команда застосовує інструменти огляду 360° (збір відгуків від усіх учасників і зацікавлених сторін) та методику COIN (аналіз контексту, спостереження за процесами, оцінка впливу результатів та планування подальших дій).

Оцінювання продуктивності ґрунтується на аналізі матеріальних, нематеріальних, об'єктивних та суб'єктивних показників.

Матеріальні показники включають час виконання завдань, кількість завершених завдань і дотримання строків. Час виконання завдань показує, скільки часу потрібно для завершення кожного завдання. Кількість завершених завдань є кількісним показником продуктивності за кожен спринт. Дотримання строків оцінює, наскільки команда встигає виконати ключові завдання у встановлені терміни.

Нематеріальні показники відображають якість виконаних завдань, задоволеність кінцевих користувачів і рівень командної взаємодії. Якість виконаних завдань оцінюється через відповідність роботи вимогам, надійність інтеграції з авіонічними системами літака та дотримання стандартів. Задоволеність кінцевих користувачів визначається через відгуки пілотів і технічного персоналу після тестування. Командна взаємодія оцінюється через ефективність комунікації та співпраці між учасниками команди.

Об'єктивні показники вимірюють реалізацію спринтів і прогрес розробки. Реалізація спринтів — це оцінка кількості успішно завершених спринтів з готовими інкрементами, готовими до тестування. Прогрес розробки вимірюється через кількість завершених інкрементів, які були успішно інтегровані і протестовані.

Суб'єктивні показники включають оцінку командної роботи та мотивації команди. Оцінка командної роботи базується на суб'єктивних відгуках учасників команди щодо їхнього внеску та взаємодії. Мотивація команди оцінюється через рівень залученості учасників до виконання завдань та бажання досягати високих результатів.

Процеси роботи команди та емерджентні стани також відіграють важливу роль в оцінюванні продуктивності. Вони оцінюють здатність команди організувати спільну роботу, координувати дії та ефективно використовувати ресурси. Оцінюється координація між різними спеціалістами (схемотехніками,

програмістами, тестувальниками) та ефективне використання ресурсів (часу, технічного обладнання, людських ресурсів).

Емерджентні стани включають когнітивні та мотиваційні аспекти взаємодії. Когнітивні стани відображають рівень залученості учасників у вирішення проблем і ухвалення рішень. Мотиваційні стани оцінюють готовність команди досягати поставлених цілей та якість виконання завдань.

Модель передбачає вимірювання сприйнятих результатів роботи команди та усвідомлених вигод. Сприйняті результати — це кількісні показники, які можна виміряти та співвіднести з OKR. Усвідомлені вигоди стосуються якісної оцінки результатів, що враховує очікування команди щодо успішності проєкту.

Огляд 360° включає зворотний зв'язок від усіх учасників проєкту, як внутрішніх, так і зовнішніх стейкхолдерів. Метод COIN дозволяє детально аналізувати контекст, спостерігати за процесами, оцінювати вплив результатів та планувати подальші кроки для покращення[30].

Нижче наведено показники продуктивності команди з розробки системи Avionics G-1000, табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Показники продуктивності команди

Показник продуктивності	Результат
Кількість завершених спринтів	24 спринта по 2 тижні кожен. Команда регулярно досягала поставлених цілей, що свідчить про стабільний темп роботи.
Виконання завдань вчасно	команда успішно завершила 90% завдань, що співвідносилось з їхніми ключовими показниками результативності (OKR). Цей показник демонструє ефективність планування та відповідність графіку.

Таблиця 3.1 - Показники продуктивності команди

Якість інкрементів	85% функцій успішно інтегровані та протестовані без критичних помилок. Це свідчить про високий рівень технічної підготовки та тестування інкрементів.
Тривалість одного спринту	2 тижні на один спринт. Стандартний цикл дозволяв зосередитись на чітких цілях та своєчасно отримувати зворотний зв'язок.
Огляд 360°	усі внутрішні та зовнішні стейкхолдери брали участь у зворотному зв'язку. 88% оцінили ефективність команди, зокрема її здатність вирішувати складні технічні проблеми в умовах невизначеності.
COIN аналіз	контекстні оцінки показали, що успіхи в комунікації між командами програмістів і технічних фахівців знижували кількість затримок у розробці.
Оцінка командної роботи	відгуки учасників показали, що 85% команди відчували свій вклад у процес розробки та були задоволені рівнем взаємодії. 75% команди відзначили ефективну координацію між різними спеціалістами (програмістами, тестувальниками).
Мотивація команди	90% учасників висловили високу залученість до процесу, особливо після успішної інтеграції критичних систем, таких як EFIS та ЕСАМ. Спільні досягнення мотивували команду до подальшої роботи. 88% відзначили, що регулярне визнання досягнень сприяло підтримці позитивної атмосфери в колективі.

Таблиця 3.1 - Показники продуктивності команди

Процеси та стани:	<p>у 85% випадків команда ефективно використовувала ресурси, що покращило загальну продуктивність.</p> <p>78% учасників активно брали участь у вирішенні технічних проблем. Наприклад, під час інтеграції системи з існуючими комунікаційними протоколами, участь усіх спеціалістів допомогла швидко вирішити технічні виклики.</p>
-------------------	---

Висновки розділу 3

У процесі розробки системи електронної індикації Avionics G-1000 для класичної кабіни екіпажу літака команда продемонструвала високі показники продуктивності. 90% завдань виконано вчасно, що свідчить про ефективність планування і управління. 85% функцій успішно інтегровані та протестовані без критичних помилок що підкреслює високий рівень технічної підготовки команди. Регулярні ретроспективи сприяли вдосконаленню робочих процесів, що в свою чергу підвищило мотивацію до 90%.

Позитивні відгуки від стейкхолдерів, зокрема 88% схвальних оцінок, підтверджують успішність команди в інтеграції критичних систем, таких як EFIS і ECAM. Успішна реалізація проекту продемонструвала, що гнучкі методи управління не лише підвищують якість продукту, але й знижують технічні ризики на етапі розробки, забезпечуючи адаптацію до змін вимог замовників. Команда також ефективно реагувала на виклики, включаючи технічні труднощі, завдяки чіткій комунікації та спільним зусиллям у вирішенні проблем, що виникали під час проектування та тестування.

ВИСНОВКИ

У першому розділі кваліфікаційної роботи було підтверджено робочу гіпотезу, що впровадження електронної системи індикації Avionics G-1000 в "класичну кабіну екіпажу" літака значно підвищує загальну ефективність польотів, покращує прийняття рішень екіпажем та підвищує рівень безпеки польотів завдяки інтеграції сучасних технологій.

Завдяки отриманим результатам підтверджено перспективність модернізації літаків, зокрема Ан-32, який експлуатується Міністерством оборони Індії та іншими замовниками. Аналіз конкурентного середовища показав, що ринок електронних систем індикації активно розвивається, і впровадження Avionics G-1000 є важливим елементом підвищення конкурентоспроможності авіаційної техніки. Завдяки визначенню ціннісної пропозиції та бізнес-моделі було отримано чітке розуміння ролі сучасних технологій у сфері авіації та їхньої вартості для ринку.

У другому розділі роботи були здобуті управлінські навички за допомогою методології Agile, використовуючи фреймворк Scrum для управління розробкою системи Avionics G-1000. Використання інструментів Jira дозволило створити повний беклог продукту, провести ітеративний процес планування та розподілити завдання серед членів команди з урахуванням їхніх пріоритетів і побажань замовника. Такий підхід дозволив підвищити ефективність роботи команди та забезпечити постійний зворотний зв'язок із замовником. Завдяки інструментам Scrum команда мала можливість швидко реагувати на зміни вимог або технічних умов. Як результат, було створено прототип продукту, який представляє цінність для ринку і відповідає вимогам авіаційної галузі. Основна ціль прототипу полягає в наданні екіпажу доступу до критичної інформації в реальному часі, що допомагає приймати обґрунтовані рішення під час польоту, підвищуючи загальну безпеку та ефективність польотів.

У третьому розділі було проведено самоаналіз менеджерських навичок і сформовано особистісний профіль менеджера. Завдяки проведеному самоаналізу вдалося виявити як сильні, так і слабкі сторони в управлінні командою. Це дозволило визначити напрямки для розвитку особистих управлінських якостей і технік самоменеджменту, які можуть бути корисними для подальшого професійного зростання. Аналіз сучасних методів психологічного управління людьми допоміг виділити ефективні техніки взаємодії з командою, а також налаштування комунікації всередині неї. Вивчені психологічні підходи в управлінні дали змогу оптимізувати робочі процеси та підвищити командну ефективність у реалізації складних технічних проєктів.

Підбиваючи підсумки роботи над трьома розділами, можна зазначити, що в процесі дослідження були отримані важливі знання і практичні навички щодо реалізації функцій гнучкого управління проєктами в авіаційній галузі. Основними перевагами гнучкого управління в процесі створення системи Avionics G-1000 є:

- прозорість процесу розробки — кожен етап ітерацій чітко задокументований і відслідковується через Jira, що дозволяє уникнути непорозумінь серед команди та замовника
- ранній і передбачуваний реліз продукту або його прототипу — завдяки ітераційному підходу, прототипи можуть бути випущені на кожному етапі, що дає можливість для раннього тестування і виявлення проблем
- гнучкість у внесенні змін — можливість швидко вносити зміни в систему на будь-якому етапі розробки без суттєвих затримок у термінах
- висока якість продукту — використання регулярного тестування та перегляду функцій забезпечило стабільну якість системи на кожному етапі розробки

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Харченко В.П., Остроумов І.В. Авіоніка: навчальний посібник. Київ: НАУ, 2013. 272 с.
2. Practice Standard for Work Breakdown Structures - Third Edition Режим доступу до ресурсу: <https://www.amazon.com/Practice-Standard-Work-Breakdown-Structures/dp/1628256192>
3. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling / Harold Kerzner. – [8 ed.]. – New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2003. 891 p.
4. Agile retrospective templates URL: <https://www.aha.io/roadmapping/guide/agile/what-is-an-agile-retrospective#:~:text=In%20short%2C%20an%20agile%20retrospective,later%20%E2%80%94%20easing%20up%20future%20work> (дата звернення 01.10.2024.).
5. Смерічевський С. Ф., Клімова О. І. Business model CANVAS як універсальна концепція управління бізнесом компанії. Інвестиції: практика та досвід №9, 2017. С.11-14
6. Мушинський О.Ю. Системна модель оцінювання продуктивності проєктних команд. Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами: Збірник праць Міжнародної науково-практичної конференції (Коблево, 9-13 вересня 2024 р.). Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 163-166
7. Мічківський С.М., Балдик Д.О., Орлова-Курилова О.В. Методичні рекомендації до виконання здобувачами вищої освіти проєктів. Київ: Університет «КРОК», 2024. 56 с.
8. Остервальдер О. Побудова бізнес-моделей: Настільна книга стратега і новатора. 2017. 288с.

9. What is scrum? URL: <https://www.atlassian.com/ru/agile/scrum> (дата звернення 01.10.2024.)

10. The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). 2021. 7th Edition. 274p.

11. 7 steps to get started in Jira URL: <https://www.atlassian.com/ru/software/jira/guides/getting-started/basics#step-1-create-a-project> (дата звернення 01.10.2024.)

12. Agile Manifesto. Основні принципи Agile-маніфесту. URL: <https://agilemanifesto.org/iso/uk/principles.html>

13. Radigan Dan. Product Backlog - What is it & How to create one URL: <https://www.atlassian.com/agile/scrum/backlogs>

14. Компанія Прогрестех-Україна URL: <https://progresstech.ua/>

15. Місія компанії Прогрестех-Україна URL: <https://progresstech.ua/content/mission>

16. Швабер Кен, Сазерленд Джефф. Повний навчальний посібник зі Скраму: правила гри. 2020. 16с. URL: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Ukrainian.pdf>

17. Radigan Dan. A guide to daily scrum meetings URL: <https://www.atlassian.com/agile/scrum/standups>

18. Pavlova Oleksandra. Що таке Daily Scrum? URL: <https://wearecommunity.io/communities/agileua/articles/1282>

19. Харді Ешлі-Христиан. Планування спринту: пам'ятайте, що це спринт, а не марафон URL: <https://www.scrum.ua/blog/articles/planuvannia-spryntu-pamiataite-shcho-tse-sprynt-a-ne-marafon>

20. Покрокова інструкція проведення Sprint Planning в Agile. URL: <https://pmtips.com.ua/post/sprint-planning-vse-shcho-potribno-znaty>

21. Незабитовський Дмитро, Червинський Олександр. 6 кроків до найкращих Agile ретроспектив ваших команд URL: <https://www.scrum.ua/blog/articles/6-kroktiv-do-naikrashchychkh-agile-retrospektyv-vashykh-komand>
22. Rehkopf Max. Learn how to use burndown charts in Jira. The guide to using burndown charts in Jira URL: <https://www.atlassian.com/agile/tutorials/burndown-charts>
23. Learn About the Scrum Artifact: Increment URL: <https://www.scrum.org/resources/what-is-an-increment>
24. Мартін Роберт. Чистий Agile. 2021. 224с.
25. High Potentials vs. High Performers: A Manager's Guide to Identify, Assess and Develop URL: <https://www.softwareadvice.com/resources/high-potentials-vs-high-performers-amanagers-guide/>
26. Micheli P. & Mari L. (2014). The theory and practice of performance measurement. *Management Accounting Research*, 25(2), 147–156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mar.2013.07.005>
27. Global Human Capital Trends. Deloitte Insights. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/human-capital-trends.html>
28. Россошанська О. Системні моделі представлення оцінювання економічної безпеки підприємств як феномену. *Управління проєктами та розвиток виробництва*. № 3(55). 2015. С. 158–174.
29. Kelly Allan. Succeeding with OKRs in Agile: How to create & deliver Objectives Key Results for teams URL: <https://leanpub.com/agileokrs2>
30. Stone Douglas, Heen Sheila. Thanks for the Feedback URL: <https://www.yakaboo.ua/ua/thanks-for-the-feedback.html>