

ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

щодо співставлення рівнів готовності технологій
за різними підходами
(Матриця рівней готовності технології)

У сучасному світі інновацій технології проходять складний шлях від ідеї до впровадження. Але для успішної інтеграції на ринок важливо оцінити готовність не тільки самої технології, але й інші ключові аспекти, такі як виробничі можливості, комерціалізація та правовий захист.

ЦІЛІ СТВОРЕННЯ МАТРИЦІ:

МАТРИЦЯ СПІВСТАВЛЕННЯ РІВНІВ ГОТОВНОСТІ
дозволяє об'єднати декілька важливих підходів до оцінки технологій:

TRL (*Technology Readiness Level*) –
технологічна готовність;

MRL (*Manufacturing Readiness Level*) –
виробнича готовність;

CRL (*Commercial Readiness Level*) –
готовність до комерціалізації;

IRL (*Integration Readiness Level*) –
готовність до інтеграції;

IPRL (*Intellectual Property Readiness Level*) –
готовність прав інтелектуальної власності.

- можливість планування та контролю процесу розробки та впровадження технологій на різних етапах готовності за існуючими методиками;
- використання аналітичного інструменту співвідношення різних рівнів готовності технологій за існуючими методиками від формулювання ідеї до впровадження;
- надання чітких критеріїв, які можуть стати допоміжним інструментом при прийнятті рішень щодо подальших кроків у розвитку технології;
- ефективніший розподіл ресурсів (фінанси, персонал) на різних етапах розробки та впровадження технології;
- можливість оцінки проєкту потенційними інвесторами на різних етапах готовності за існуючими методиками.

IP OFFICE | ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

ЦІЛЬОВА АУДИТОРІЯ (ДЛЯ КОГО?):

Науковці та дослідники можуть використовувати як аналітичний інструмент визначення рівня готовності технології за існуючими методиками, а також для планування процесу розробки, розподілу ресурсів, комунікації та визначення пріоритетних завдань.

Менеджери можуть відслідковувати прогрес розробки та приймати управлінські рішення з урахуванням рівня готовності технології за різними методиками.

Інвестори оцінюють потенціал технології та приймають рішення щодо інвестицій за існуючими методиками від формулювання ідеї до впровадження.

Маркетологи можуть використовувати задля модернізації стратегії виходу на ринок.

ПРЕДМЕТ МАТРИЦІ – рівні готовності (ЩО?):

Рівень готовності технологій (TRL) – це система, яка була розроблена NASA у 1970-х роках і використовується для оцінки зрілості технології. Вона змінюється від TRL 1, що представляє базову концепцію, до TRL 9, що означає, що технологія була запущена у виробництво.¹

- TRL1:** Сформульовано базові принципи технології;
- TRL2:** Сформульовано технологічні рішення;
- TRL3:** Проведено першу оцінку ефективності застосування ідеї і технології, концепцію доведено експериментально;
- TRL4:** Перевірено прототип в лабораторії, технологію перевірено в лабораторії;
- TRL5:** Перевірено прототип в робочому середовищі користувача, технологію перевірено у відповідному робочому середовищі (на виробництві);
- TRL6:** Здійснено випуск дослідного зразка продукту, включаючи тестування в робочому середовищі користувача;
- TRL7:** Проведено демонстрацію пілотного виробництва на малій партії;
- TRL8:** Виробництво з використанням технології повністю перевірене, затверджене і готове до запуску;
- TRL9:** Запуск виробництва з використанням технології.

1 ISO 16290:2013. Space systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment. URL: www.iso.org/standard/56064.html

IP OFFICE | ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

Рівень готовності виробництва (MRL) – це система, що використовується для оцінки зрілості виробничого процесу і була розроблена Міністерством оборони США в 2005 році. MRL коливається від початкової концепції виробництва (MRL 1) до повномасштабного виробництва (MRL 10).²

MRL1: Визначено основні виробничі завдання;

MRL2: Визначено виробничі концепції;

MRL3: Розроблено виробниче підтвердження концепції;

MRL4: Здатність виробляти технологію в лабораторних умовах;

MRL5: Здатність виробляти прототипи компонентів у виробничих умовах;

MRL6: Здатність створити прототип системи або підсистеми у виробничих умовах;

MRL7: Здатність виробляти системи, підсистеми або компоненти у репрезентативному для виробництва середовищі;

MRL8: Продемонстрована спроможність пілотної серії; готовність до початку початкового виробництва з низькими темпами;

MRL9: Продемонстровано малосерійне виробництво; наявні можливості для початку повномасштабного виробництва;

MRL10: Продемонстровано повномасштабне виробництво та впроваджено практики ощадливого виробництва.

На відміну від *TRL та MRL, які є стандартизованими, загальноживаними і визнаними* *всесвітньою спільнотою*, такі рівні готовності як *CRL, IRL та IPRL, є самостійними науковими дослідженнями/розробками окремих авторів або груп авторів* і характеризують окремі аспекти розробки технології.

Рівень готовності до комерціалізації (CRL) – це система, що використовується для оцінки рівня виходу технології на ринок.³

CRL1: Початкове розуміння комерційних можливостей та окреслення потенційної прибутковості з обмеженим/відсутнім знанням ринку;

CRL2: Початковий аналіз ринку. Усвідомлення потенційних можливостей застосування технології;

CRL3: Поглиблення розуміння ринку, обмежень і конкуруючих технологій;

CRL4: Узгодження характеристик технології з потребами ринку. Базовий аналіз конкурентів;

CRL5: Розуміння цільових користувачів. Комплексний аналіз конкурентів. Встановлення початкових контактів з постачальниками, партнерами та клієнтами. Розробка бізнес-моделі;

2 Ashkavand M., Jentsch S., Eggers N., Birth-Reichert T. Readiness levels – Indicators for systems engineering evaluation – An overview.2023. DOI: 10.13140/RG.2.2.35948.03202.

3 WHAT IS CRL?. GRANTED CONSULTANCY. URL: grantedltd.co.uk/funding-blog/what-is-crl/

IP OFFICE | ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

CRL6: Перетворення визначених потреб на потреби продукту. Залучення тестових партнерів/клієнтів. Повне розуміння всіх сертифікаційних і регуляторних вимог;

CRL7: Залучення перших/тестових користувачів;

CRL8: Початкові продажі цільовим клієнтам. Розробка стратегії до комерціалізації для масштабування;

CRL9: Досягнуто широкомасштабного виробництва.

Рівень готовності до інтеграції (IRL) – це система, яка використовується для оцінки готовності технологій до інтеграції. IRL визначає ступінь сумісності та ефективності взаємодії між різними технологіями або системами.⁴

IRL1: Визначено зв'язок між технологіями;

IRL2: Існує певний рівень взаємодії між технологіями;

IRL3: Існує сумісність між технологіями для впорядкованої та ефективної інтеграції;

IRL4: Існує достатня деталізація якості та забезпечення інтеграції між технологіями;

IRL5: Існує достатній контроль між технологіями, необхідний для встановлення, управління та завершення інтеграції;

IRL6: Інтеграційні технології можуть бути використані для цільового застосування;

IRL7: Інтеграція технологій перевірена і підтверджена з достатньою деталізацією, щоб бути дієвою.

Рівень готовності прав інтелектуальної власності (IPRL) – це система, що використовується для оцінки зрілості інтелектуальної власності, пов'язаної з технологією.⁵

IPRL1: Сформовано гіпотези щодо об'єктів права інтелектуальної власності (далі – ОПІВ);

IPRL2: Ідентифіковано різні форми можливих ОПІВ в межах проекту;

IPRL3: Детальний опис можливих ключових ОПІВ;

IPRL4: Підтверджена патентоспроможність;

IPRL5: Розроблено стратегію використання ОПІВ для бізнесу. Подано заявку на реєстрацію;

IPRL6: ОПІВ зареєстровано;

IPRL7: За необхідності зареєстровані додаткові ОПІВ;

IPRL8: Реалізація стратегії використання ОПІВ для бізнесу;

IPRL9: Підтримка дії охоронних документів.

⁴ Sauser B., Gove R., Forbes E., Ramirez-Marquez J. (2010). Integration maturity metrics: Development of an integration readiness level. Information Knowledge Systems Management. 9. 17-46. DOI: 10.3233/IKS-2010-0133

⁵ IPR Readiness Level – IPRL. KTH Innovation Readiness Level. URL: https://kthinnovationreadinesslevel.com/wp-content/uploads/sites/9/2021/02/IPR-Readiness-Level_E.pdf

IP OFFICE | ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

ЕТАПИ РОЗРОБКИ:

- Фундаментальне дослідження фокусується на базовому науковому підході і має на меті отримання нових знань без конкретного практичного застосування;
- Прикладне дослідження передбачає, що знання, застосовуються для вирішення конкретних проблем або розроблення нових технологій;
- Науково-технічна (експериментальна) розробка включає процес перетворення наукових концепцій і результатів прикладних досліджень у прототипи та робочі моделі;
- Комерціалізація передбачає отримання прибутку від впровадження технології або її реалізації для використання та забезпечення її подальшого широкого застосування.

Відповідність етапу розробки технології до рівнів готовності

[таблиця 1]

| Етап | Рівні готовності | | | | |
|----------------------------|------------------|--------|-------|-------|--------|
| Фундаментальне дослідження | TRL1 | MRL1 | CRL1 | IRL1 | IPRL1 |
| | TRL2 | MRL 2 | | IRL2 | |
| Прикладне дослідження | TRL3 | MRL 3 | CRL 2 | IRL 3 | IPRL 2 |
| | | | CRL 3 | IRL 4 | IPRL 3 |
| | | | CRL 4 | | |
| Експериментальна розробка | TRL 4 | MRL 4 | CRL 5 | IRL 5 | IPRL 4 |
| | TRL 5 | MRL 5 | | IRL 6 | IPRL 5 |
| | TRL 6 | MRL 6 | | IRL 6 | IPRL 6 |
| | | MRL 7 | | | IPRL 7 |
| Комерціалізація | TRL 7 | MRL 8 | CRL 7 | IRL 7 | IPRL 8 |
| | TRL 8 | MRL 9 | CRL 8 | | IPRL 9 |
| | TRL 9 | MRL 10 | CRL 9 | | |

Джерело: складено на основі попередньої інформації, джерела [1-5]

IP OFFICE | ІНФОРМАЦІЙНА ДОВІДКА

Матриця відповідності етапу розробки технології до рівнів готовності

[таблиця 2]

| Етап | Стандартизовані та загальновизнані концепції рівней готовності | | | | |
|----------------------------|---|---|--|--|--|
| | Рівень готовності технологій | Рівень готовності виробництва | Рівень готовності до комерціалізації | Рівень готовності до інтеграції | Рівень готовності прав інтелектуальної власності |
| Фундаментальне дослідження | <p>TRL1: Сформульовано базові принципи технології</p> <p>TRL2: Сформульовано технологічні рішення</p> | <p>MRL 1: Визначено основні виробничі завдання</p> <p>MRL 2: Визначено виробничі концепції</p> | <p>CRL1: Початкове розуміння комерційних можливостей та окреслення потенційної прибутковості з обмеженим/відсутнім знанням ринку</p> | <p>IRL1: Визначено зв'язок між технологіями</p> <p>IRL2: Існує певний рівень взаємодії між технологіями</p> | <p>IPRL1: Сформовано гіпотези щодо ОПІВ</p> |
| Прикладне дослідження | <p>TRL3: Проведено першу оцінку ефективності застосування ідеї і технології, концепцію доведено експериментально</p> | <p>MRL 3: Розроблено виробниче підтвердження концепції</p> | <p>CRL2: Початковий аналіз ринку. Усвідомлення потенційних можливостей застосування технології</p> <p>CRL3: Поглиблення розуміння ринку, обмежень і конкуруючих технологій</p> <p>CRL4: Узгодження характеристик технології з потребами ринку. Базовий аналіз конкурентів</p> | <p>IRL3: Існує сумісність між технологіями для впорядкованої та ефективної інтеграції</p> <p>IRL4: Існує достатня деталізація якості та забезпечення інтеграції між технологіями</p> | <p>IPRL2: Ідентифіковано різні форми можливих ОПІВ в межах проєкту</p> <p>IPRL3: Детальний опис можливих ключових ОПІВ</p> |
| Експериментальна розробка | <p>TRL4: Перевірено прототип в лабораторії, технологію перевірено в лабораторії</p> <p>TRL5: Перевірено прототип в робочому середовищі користувача, технологію перевірено у відповідному робочому середовищі (на виробництві)</p> <p>TRL6: Здійснено випуск дослідного зразка продукту, включаючи тестування в робочому середовищі користувача</p> | <p>MRL 4: Здатність виробляти технологію в лабораторних умовах</p> <p>MRL 5: Здатність виробляти прототипи компонентів у виробничих умовах</p> <p>MRL 6: Здатність створити прототип системи або підсистеми у виробничих умовах</p> <p>MRL 7: Здатність виробляти системи, підсистеми або компоненти у репрезентативному для виробництва середовищі</p> | <p>CRL5: Розуміння цільових користувачів. Комплексний аналіз конкурентів. Встановлення початкових контактів з постачальниками, партнерами та клієнтами. Розробка бізнес-моделі</p> <p>CRL6: Перетворення визначених потреб на потреби продукту. Залучення тестових партнерів/клієнтів. Повне розуміння всіх сертифікаційних і регуляторних вимог</p> | <p>IRL5: Існує достатній контроль між технологіями, необхідний для встановлення, управління та завершення інтеграції</p> <p>IRL6: Інтеграційні технології можуть бути використані для цільового застосування</p> | <p>IPRL4: Підтверджена патентоспроможність</p> <p>IPRL5: Розроблено стратегію використання ОПІВ для бізнесу. Подано заявку на реєстрацію</p> <p>IPRL6: ОПІВ зареєстровано</p> <p>IPRL7: За необхідності зареєстровані додаткові ОПІВ</p> |
| Комерціалізація | <p>TRL7: Проведено демонстрацію пілотного виробництва на малій партії</p> <p>TRL8: Виробництво з використанням технології повністю перевірене, затверджене і готове до запуску</p> <p>TRL9: Запуск виробництва з використанням технології</p> | <p>MRL 8: Продемонстрована спроможність пілотної серії; готовність до початку початкового виробництва з низькими темпами</p> <p>MRL 9: Продемонстровано малосерійне виробництво; наявні можливості для початку повномасштабного виробництва</p> <p>MRL 10: Продемонстровано повномасштабне виробництво та впроваджено практики ощадливого виробництва</p> | <p>CRL7: Залучення перших/тестових користувачів</p> <p>CRL8: Початкові продажі цільовим клієнтам. Розробка стратегії до комерціалізації для масштабування</p> <p>CRL9: Досягнуто широкомасштабного виробництва</p> | <p>IRL7: Інтеграція технологій перевірена і підтверджена з достатньою деталізацією, щоб бути дієвою</p> | <p>IPRL8: Реалізація стратегії використання ОПІВ для бізнесу</p> <p>IPRL9: Підтримка дії охоронних документів</p> |