

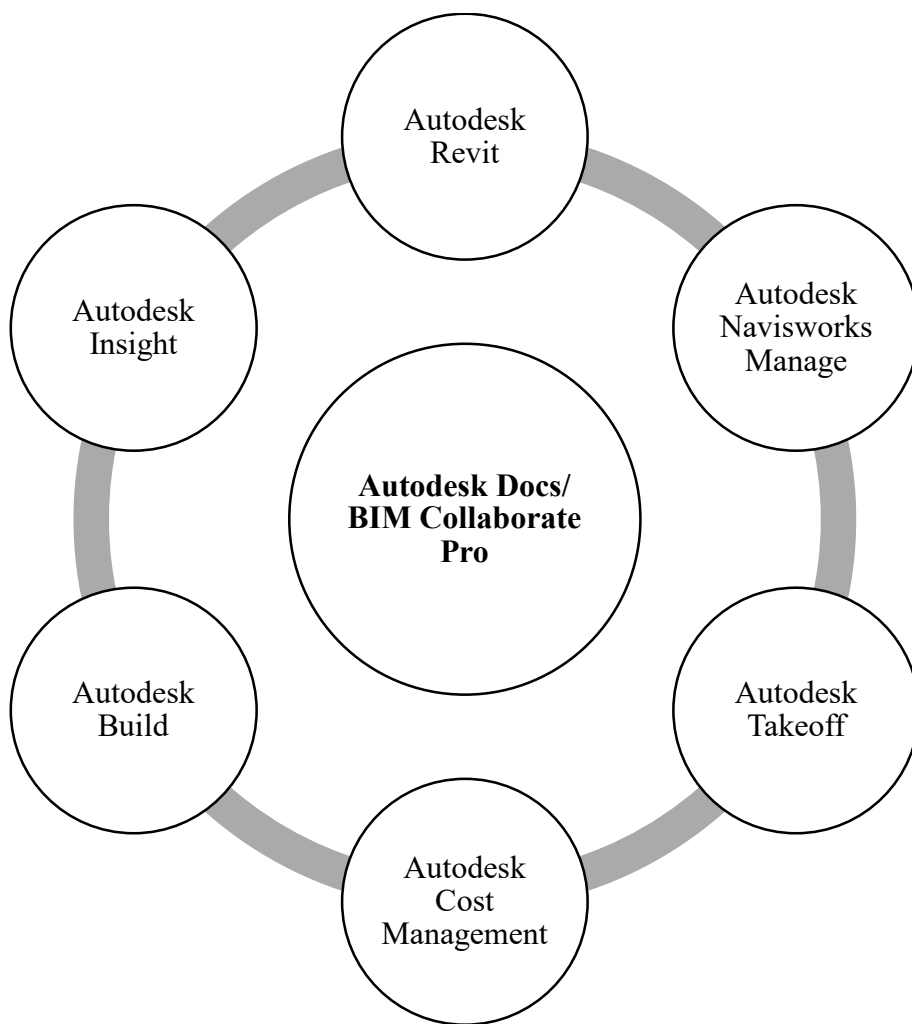


Рис. 3.2. Програмно-технологічна архітектура BIM-середовища ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ»

*Джерело: складено автором самостійно.*

Для кожного проєкту необхідно створити структуровану систему папок і шаблонів, у якій чітко визначені рівні доступу для архітекторів, кошторисників, керівників об'єктів та зовнішніх підрядників. Така організація забезпечить прозорість інформаційних потоків і надасть керівництву можливість відстежувати стан реалізації проєктів у реальному часі.

BIM Collaborate Pro доповнює Autodesk Docs, забезпечуючи хмарну координацію моделей та спільну роботу проєктних команд. Цей модуль відповідає за синхронізацію змін між різними спеціалістами, дозволяє проводити візуальні перевірки моделей і фіксувати рішення безпосередньо в системі [58]. Усі оновлення, внесені в Autodesk Revit, автоматично публікуються у Docs, де стають доступними для всіх учасників без потреби у ручній передачі файлів.

Ключовим елементом тут виступає BIM-менеджер, який координує взаємодію між усіма учасниками проєктів, забезпечує узгодженість моделей і дотримання внутрішніх стандартів моделювання.

На початковому етапі немає потреби створювати окрему посаду: функції BIM-менеджера може виконувати головний інженер проєкту або один із досвідчених інженерів, який має практичні навички роботи з Revit і Navisworks та розуміє специфіку внутрішніх процесів компанії. Його основним завданням має стати організація спільної роботи команд у цифровому середовищі, перевірка узгодженості моделей і забезпечення зворотного зв'язку між проєктними та виробничими ланками.

BIM-менеджер виконує роль центру управління даними, координуючи інформаційні потоки. Його діяльність спрямована на створення єдиних правил взаємодії, що зменшує кількість неузгоджень, прискорює погодження технічних рішень і забезпечує контроль якості даних без додаткових управлінських рівнів.

У межах кожної проєктної команди доцільно призначити відповідального за ведення інформаційної моделі — BIM-координатора. Це не нова штатна одиниця, а працівник, який уже виконує технічні функції (наприклад, проєктувальник, виконроб або інженер технічного нагляду). Його завдання — забезпечувати правильність структури моделі, контроль рівня деталізації та актуальність параметрів. Він фіксує зміни, що виникають у процесі будівництва, і передає оновлену інформацію до спільного середовища даних.

Така система не збільшує навантаження на персонал, оскільки частина рутинних процесів, таких як: перевірка колізій, оновлення креслень, формування відомостей — автоматизується засобами екосистеми Autodesk. Завдяки цьому працівники зосереджуються не на технічних операціях, а на аналізі даних та прийнятті рішень.

Система підготовки персоналу до впровадження BIM на ТОВ «СЕВЕН СІ АЙ» має базуватись на поступовому формуванні компетенцій і внутрішній стандартизації процесів. На початковому етапі функції BIM-координаторів доцільно покласти на фахівців діючих об'єктів, які володіють досвідом роботи з

галузі загалом поширення таких практик означає зниження кількості помилок, підвищення рівня відповідності державним будівельним нормам та зменшення кількості рекламацийних звернень на експлуатаційних етапах.

Потенціал модернізації будівельних підприємств посилюється також використанням технологій Інтернету речей, які створюють можливість отримувати оперативні дані безпосередньо з будівельного майданчика. На відміну від традиційної системи звітності, що ґрунтується на ручному введенні інформації, IoT-технології дозволяють, для прикладу, автоматично фіксувати температуру й вологість бетону, фактичні обсяги роботи техніки, рівень споживання ресурсів, переміщення інструментів, а також контроль доступу працівників на об'єкт.

Рекомендовано використовувати IoT у взаємодії з BIM, щоб пов'язувати отримані показники з конкретними елементами конструкції, а також інтегрувати IoT із ERP, що забезпечить автоматичне оновлення графіків робіт та обсягів фактичного виконання.

Однак навіть найефективніше застосування окремих цифрових рішень не забезпечить системного ефекту, якщо вони залишатимуться роз'єднаними. Саме тому наступним кроком цифрової трансформації будівельних підприємств має стати формування цілісної інтегрованої моделі, у якій усі інструменти функціонують як взаємопов'язані елементи єдиного управлінського контуру.

У цьому контексті доцільно розглядати побудову ємерджентної системи інноваційних організаційно-управлінських технологій — інтегрованого цифрового середовища, де BIM, ERP та супутні аналітичні, комунікаційні й контрольні рішення взаємодіють у спільному просторі даних. Саме таке поєднання створює управлінські властивості, яких жодна з технологій не забезпечує окремо: автоматичну узгодженість показників між виробничими, фінансовими та технічними модулями, наскрізну простежуваність процесів, оперативний контроль за виконанням робіт і повну синхронізацію інформації на всіх рівнях управління.

Логіка функціонування такої системи може бути представлена у вигляді трирівневої моделі (рис. 3.4).

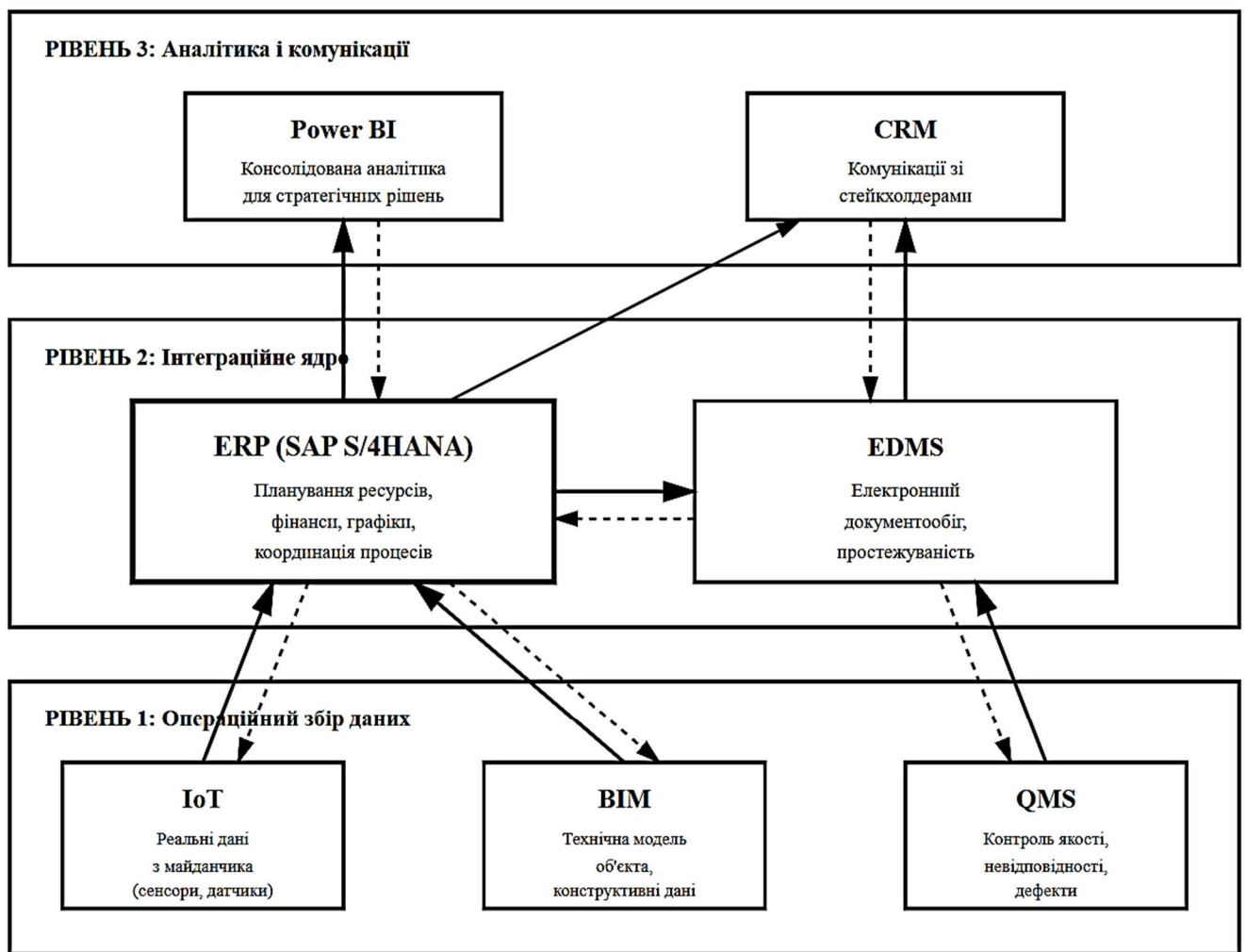


Рис. 3.4. Емерджентна система інноваційних організаційно-управлінських технологій у будівництві

*Джерело: складено автором самостійно.*

На операційному рівні формується первинний інформаційний потік, що відображає реальний хід будівництва. Дані, отримані з польових сенсорів, цифрових моделей і систем контролю якості, передаються до інтеграційного рівня, у якому ERP виконує роль ядра координації виробничих, матеріальних і фінансових процесів, тоді як EDMS та CRM забезпечують супровід документальних процедур і взаємодію з учасниками проєкту.

На аналітичному рівні відбувається консолідація й інтерпретація даних для підтримки управлінських рішень. Інструменти бізнес-аналітики формують єдине аналітичне середовище, що дозволяє поєднати операційні, технічні та фінансові показники та перетворити їх на комплексну інформаційну основу для планування, моніторингу та прогнозування. У такій архітектурі кожен компонент зберігає

власну спеціалізовану функцію, а їх взаємодія забезпечує виникнення нової якості управління, яка недосяжна у разі їх ізольованого використання.

Водночас, варто зауважити, що ефективне функціонування та подальший розвиток емерджентної системи в межах будівельної галузі України залежить не лише від технічних можливостей підприємств, а й від розв'язання низки зовнішніх проблем, що були визначені у підрозділі 2.3. Йдеться насамперед про нестачу кваліфікованих кадрів, застарілі вимоги будівельних норм, фрагментарність державних реєстрів, низьку доступність фінансування та відсутність єдиних стандартів цифрової взаємодії між учасниками будівельного процесу.

Впровадження емерджентної цифрової системи на рівні окремого підприємства дає можливість частково компенсувати ці обмеження, проте її повний потенціал може розкритися лише за умов системних змін.

Першим кроком має стати модернізація нормативно-правової бази у сфері проєктування, будівництва й експлуатації об'єктів будівництва. Необхідно розробити та прийняти національний стандарт використання BIM-моделей як юридично значимого елементу проєктної документації, який би визначав мінімальні вимоги до структури й рівнів деталізації моделі, форматів обміну даними, правового статусу цифрової моделі при експертизі й введенні об'єкта в експлуатацію. Прийняття такого нормативу сприятиме легалізації цифрової моделі та стимулюватиме замовників та генпідрядників до її застосування.

Другим напрямом є модернізація державних електронних сервісів у сфері будівництва, що має забезпечити їхню сумісність із цифровими інструментами підприємств. На сьогодні державні платформи працюють переважно як документообіг чи архів, але не підтримують автоматизований обмін структурованими даними з BIM- або ERP-системами. Необхідно створити відкриті програмні інтерфейси, які дозволять інтегрувати корпоративні системи підприємств із державними реєстрами, автоматично передавати дані про проєкт, кошторис, статус робіт чи зміни документації, без ручного перенесення.

Впровадження таких рішень знизить транзакційні витрати, скоротить строки узгоджень і підвищить прозорість інформації — досвід західних країн показує