

ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

ШИРОКИХ Олександр

ТОВ «Любимівка»

<https://orcid.org/0009-0006-6237-6558>

e-mail: kaf_mev@ukr.net

Зростаюча складність внутрішніх та зовнішніх умов функціонування аграрного сектору, зокрема мінливість клімату, сезонні коливання продуктивності, нестабільність логістичних ланцюгів, зумовлюють потребу у впровадженні гнучких, адаптивних механізмів управління якістю. Доведено, що традиційні статичні моделі контролю не забезпечують своєчасного реагування на зміни та не дозволяють ефективно прогнозувати й мінімізувати ризики, що впливають на кінцеві показники діяльності підприємств. Запропоновано авторську систему динамічного моделювання, яка базується на поєднанні механізмів моніторингу, оцінювання ризиків і прогнозування відхилень у функціонуванні бізнес-процесів. Ідентифіковано ключові змінні моделі, що охоплюють технологічні, людські, організаційні та природно-економічні аспекти діяльності агропідприємства. Для кожної змінної визначено економічний зміст, одиницю виміру та джерело даних, що дозволяє застосувати модель у практичних завданнях оперативного і стратегічного контролінгу. В рамках застосування системно-динамічного підходу до моделювання ідентифіковано сукупність підсилюючих та балансувальних петель зворотного зв'язку. Наявність таких петель дозволяє формувати поведінкові сценарії бізнес-процесів та аналізувати вплив інвестицій у навчання, інновації, стандартизацію процесів, сезонне навантаження та погодні фактори на якість кінцевого продукту та ефективність операцій. Продемонстровано можливості інтеграції моделі у сучасне програмне забезпечення для проведення симуляцій, що підвищує точність прийняття управлінських рішень і зменшує рівень невизначеності у плануванні розвитку підприємств. Результати дослідження мають практичну цінність для менеджменту агропромислових підприємств, оскільки запропонована модель сприяє підвищенню стійкості бізнес-процесів, забезпечує цілісність контролю та дозволяє ефективно адаптуватися до змін ринкового середовища.

Ключові слова: якість бізнес-процесів, агропромислове підприємство, динамічне моделювання, управління, інновації, стратегічний розвиток, системна динаміка.

<https://doi.org/10.31891/mdes/2025-16-49>

Стаття надійшла до редакції / Received 20.04.2025

Прийнята до друку / Accepted 02.05.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

В умовах зростаючої глобальної конкуренції управління якістю є критично важливим фактором для підвищення ефективності бізнес-процесів та забезпечення стабільних показників діяльності підприємства, який ще більше актуалізується для агропромислового сектору економіки через складність внутрішніх і зовнішніх умов його функціонування. З одного боку, коливання кліматичних показників, сезонні зміни продуктивності та нестабільність логістичних ланцюгів вимагають гнучких підходів до управління процесами, що забезпечують якість агропромислової продукції й ефективність операцій. З іншого боку, традиційні статичні моделі контролю і вдосконалення бізнес-процесів не враховують швидкоплинність впливу зовнішніх факторів і не забезпечують своєчасної реакції на відхилення від цільових параметрів. Відповідно й реалізація дієвих керівних впливів можливо виключно за рахунок поширення адаптивних механізмів вироблення рішень, які засновані на динамічних прогнозних моделях, які виробляють сценарії розвитку подій й тим самим забезпечують можливість оперативного коригування стратегічних рішень.

Відповідно вельми актуальним постає розробка аналітично обґрунтованих динамічних моделей, в рамках яких відбуватиметься сполучення механізмів моніторингу з оцінюванням ризиків та прогнозуванням процесів й можливих відхилень їх виходів від заявлених характеристик. Ефективна реалізація таких механізмів забезпечить високу якість бізнес-процесів, яка в підсумку сприятиме зростанню ефективності господарювання та створенню умов для сталого розвитку агропромислових підприємств.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Існує широкий перелік наукових та практичних розробок, присвячених організації управління бізнес-процесами та використанню їх моделювання для покращення ефективності та результативності керівних впливів. Такі учені-економісти як М. Григорак [3], Л. Гелей зі співавтором [2], В. Стіхл [17], Н. Міхандієв зі співавтором [14], Дж. Фреунд зі співавтором [11], Н. Шматько [6] та цілий ряд інших дослідників створили вагоме підґрунтя для визначення змісту та стадій перебігу

бізнес-процесів, їх класифікації та деталізованого представлення в рамках інформаційних систем, розгортання системи контрольних індикаторів та показників аналізу перебігу бізнес-процесів тощо. Розгляд менеджменту бізнес-процесів неможливий без окремого та детального розгляду аспектів їх якості, оскільки концепт «якість бізнес-процесів» на даний момент має різні точки його представлення, оскільки усвідомлення різними дослідниками значно змінювалися в ході еволюції змісту даного концепту. Як вірно наголошує С. Бондаренко [1], управління якістю на підприємствах пройшло етапи контролю якості, управління якістю, стандартизації управління якістю та екологізації управління якістю, коли головна орієнтація управлінського процесу зміщується на охороні довкілля, виконанні екологічних вимог та забезпечення реалізації цілей сталого розвитку [7]. Орієнтація на екологізацію управління якістю бізнес-процесів не віднімає необхідність слідування стандартам якості, кожен з яких робить акцент на окремі складові даного концепту. Орієнтуватися тут доречно на вимоги ISO 9000 [4], як ключового стандарту визначення якості процесів, так і на різні варіанти сучасної методології підтримки якості, такі як методологія досконалості процесів (від англ. «Six Sigma» або «Lean Six Sigma» [19]) або цілісної культури якості (від англ. «Total Quality Management», TQM [18]). Ключовим питанням при застосуванні наявних стандартів або парадигм управління якістю постає необхідність вироблення таких керівних впливів, які забезпечуватимуть безперервне покращення бізнес-процесів та які будуть адаптовані до умов діяльності конкретного суб'єкта господарювання.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті постав розв'язок теоретико-методичних основ формування контурів управління якістю бізнес-процесів, заснованих на динамічному моделюванні рівня якості в узгодженні з ключовими характеристиками діяльності агропромислового підприємства.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Описана еволюція концепцій управління якістю від фокусу на кінцевому продукті до всеосяжного управління бізнес-процесами відображає прагнення підприємств до постійного вдосконалення та адаптації до мінливих вимог ринку. Відповідно, в основу досягнення поставленої мети дослідження пропонується покласти базову гіпотезу щодо тісної пов'язаності рівня якості бізнес-процесів агропромислового підприємства з іншими характеристиками його господарської діяльності. Розвиток даної гіпотези дозволяє сформулювати похідні гіпотези (визначаються як елементи множини $\{Г\}$), які становитимуть основу для подальшого моделювання якості бізнес-процесів. Наведена на рис. 1 схема зв'язку між такими гіпотезами утворює основу для удосконалення контурів управління.



Рис. 1. Система гіпотез щодо моделювання та організації управління якістю бізнес-процесів агропромислового підприємства (авторська розробка)

Доведення та подальше використання описаної на рис. 1 системи гіпотез в контурах управління потребує детальної ідентифікації об'єкту управління для бізнес-процесів та для якості бізнес-процесів. Дійсно, хоча наявне теоретичне підґрунтя і дозволило дослідникам створювати відповідні контури управління безпосередньо якістю бізнес-процесів, наявне певне зміщення акцентів, коли чітко не виділено розбіжності між управлінням бізнес-процесами та управлінням якістю бізнес-процесів. Так, наприклад, І. Репіна [5, с.68] під управлінням якістю бізнес-процесів розуміє «систематичний підхід щодо їх планування, контролю та оптимізації» за для «відповідності вимогам та стандартам».

В англійській літературі, що підтверджується роботами, наприклад, Дж. Джестона зі співавтором [13] та Ф. Мурмура зі співавторами [15], управлінням якістю бізнес-процесів (від англ. «Business Process Quality Management», BPQM) в переважній більшості випадків виступає складовою управління бізнес-процесами (від англ. «Business Process Management», BPM), оскільки BPM має більше охоплення та розгортається на всі аспекти менеджменту процесів (тоді як BPQM зосереджується на контролі якості та безперервному покращенні бізнес-процесів). Зазначені автори розглядають метою BPQM забезпечення ефективності та продуктивності бізнес-процесів при обов'язковому додержанні вимог різних стандартів якості. При цьому існує певного розу суперечливі та дискусійні підходи, коли BPM розглядається як інструмент досягнення стандартів якості або коли BPM розглядається як форма управління якістю процесів без виокремлення BPQM як окремої складової.

Таке зіставлення дозволяє передбачити, що управлінням якістю бізнес-процесів та управлінням бізнес-процесами в цілому все ж таки мають різні об'єкти та цілі. Метою управління бізнес-процесами постає оптимізація логіки його роботи, послідовності дій та ступеню залученості виконавців. Управлінням якістю бізнес-процесів при цьому передбачає додержання високого або заданого рівня результативності процесу та його відповідності очікуванням. В зору уваги контурів управлінням якістю попадають такі характеристики та вимоги як запобігання дефектам, зниження варіабельності характеристик, зростання рівня задоволеності клієнтів тощо. Тобто, якщо управлінням бізнес-процесами основну увагу акцентує на архітектуру та потоки робіт, то управлінням якістю бізнес-процесів акцентується в першу чергу на стабільність результатів роботи процесу, а також, по-друге, на відповідність стандартам.

Для розмежування зазначених понять пропонується в процесі моделювання якості бізнес-процесів орієнтуватися на відображений у табл. 1 перелік змінних, який окрім їх простого переліку також містить пояснення економічного змісту кожної змінної. Доречність виділення саме наведених у табл. 1 змінних пояснюється їх зв'язком з переліченими на рис. 1 гіпотезами дослідження (наведена референція до відповідного елементу множини $\{I\}$). Представлені у табл. 1 змінні оказують вплив одна на одну, організовуючи тим самим кола причинно-наслідкових зв'язків. Орієнтуючись на розробки класиків моделювання системної динаміки, таких як Дж. Форрестер [10] та Дж. Стерман [16], наголосимо на існуванні позитивного та від'ємного циклів каузальних зв'язків, візуальне відображення яких представлено на рис. 1. Особливістю наведеної на рис. 2 схеми причинно-наслідкових зв'язків є те, що кожен з наведених циклів підсилення (реалізації закону зростаючої віддачі, $\{R\}$) та балансування (повернення до заданої траєкторії, $\{B\}$) може бути інтегрований з системою контролінгу.

Таблиця 1

Пояснення змінних, які використовуються при моделюванні управлінням якістю бізнес-процесів агропромислового підприємства

Змінна моделі	$\{I\}$	Докладна характеристика	Одиниця виміру	Джерело даних
Інвестиції в навчання та знання	I_1	Обсяг ресурсів (грошових, часових, людських), спрямованих на підвищення кваліфікації працівників. Характеризує рівень організації менеджменту знань. Включає навчання персоналу новим агротехнологіям, стандартам якості, логістиці, IT-інструментам. Розкриває наявність знань щодо бажаних компетенцій	тис. грн на місяць / рік	Фінансовий облік, бюджети та витрати на навчання (HR-бюджети)
Стандартизація процесів	I_1	Рівень уніфікованості виконання операцій відповідно до внутрішніх або міжнародних стандартів. Стандарти знижують варіативність і підвищують контрольованість якості бізнес-процесів.	% процесів, що мають затверджені SOP	Внутрішній аудит, ISO 9001
Якість бізнес-процесів	I_{1-6}	Інтегральна змінна, що відображає узгодженість, ефективність та надійність виробничих, логістичних і управлінських процесів	Інтегральний індекс [0..1] або оцінка балів	Опитування, експертна оцінка, KPI

Змінна моделі	Γ	Докладна характеристика	Одиниця виміру	Джерело даних
Задоволеність клієнтів	$\Gamma_{1,2}$	Відоображає ступінь відповідності очікуванням замовників щодо якості продукції, строків поставки, сервісу тощо. Прямая залежність від якості	Бал за шкалою Лікерта	Анкетування клієнтів
Дохід	Γ_2	Грошовий потік, отриманий від реалізації продукції. Залежить від обсягу продажів, цін, репутації, рівня клієнтської лояльності.	тис. грн / рік	Фінансова звітність (форма №2)
Репутація на ринку	Γ_2	Сприйняття підприємства з боку ринку як надійного і технологічного. Формується через відгуки і відповідність стандартам.	Рейтинг або індекс репутації [0..1]	CRM-система, опитування
Інвестиції в інновації	Γ_2	Ресурси, спрямовані на впровадження нових технологій, техніки, автоматизацію, цифрові системи (ERP, IoT, agroIT).	тис. грн на рік	Фінплан, CAPEX, IT-звітність
Технологічна спроможність процесів	Γ_3	Здатність процесів стабільно досягати заданих параметрів якості за різних умов. Відоображає технічну та інженерну оснащеність агропромислового виробництва	Індекс здатності [0..1]	Технічний аудит, виробнича статистика
Точність моніторингу	Γ_3	Якість отримання, фіксації та обробки інформації про стан бізнес-процесів (наприклад, вологість зерна, обсяг залишків, час доставки)	% точності або середня похибка ($\pm\%$)	Дані з сенсорів, контролю якості
Коригування процесів	Γ_3	Зміни в налаштуваннях або операційних параметрах у відповідь на відхилення в якості або результативності.	Кількість коригувань на місяць	Моніторинг, журнал змін
Зворотний зв'язок за даними	Γ_3	Інформація, що повертається в систему управління з датчиків, облікових систем, CRM тощо для ухвалення рішень. Декларується орієнтація на «data-driven-management» [8] підхід	Частота циклів зворотного зв'язку (на тиждень)	Дані ERP-системи
Несприятливі погодні умови	Γ_4	Екзогенна змінна, що включає посухи, заморозки, сильні дощі тощо. Має прямий вплив на урожай, строки і логістику.	Індекс погодного ризику [0..1]	Дані метеостанцій
Мінливість урожайності	Γ_4	Різниця в обсягах і якості врожаю між плановими та фактичними показниками внаслідок погодних умов або агро-факторів.	Стандартне відхилення, % до плану	Агрономічний облік
Порушення процесів	Γ_4	Випадки збоїв у плановій роботі (затримки поставок, поломки, неявка персоналу тощо).	Кількість збоїв	Виробничий облік
Логістична буферизація	Γ_4	Ресурси, створені для зменшення ризику зривів: резерви транспорту, складські запаси, дублювання маршрутів.	Кількість резервного транспорту	Логістичний облік
Рівень запасів	Γ_6	Кількість товарів або сировини, що зберігаються на складах. Включає як запаси безпеки, так і звичайні обігові ресурси	Дні забезпеченості запасами	ERP-система, логістика
Ризик псування	Γ_6	Ймовірність втрати якості продукції внаслідок надмірного зберігання, невідповідних умов або порушення регламентів	Відсоток зіпсованої продукції	Облік втрат на якість
Оптимізація запасів	Γ_6	Система управління обсягом запасів з метою зменшення витрат і рівня зіпсованої продукції без втрати безперервності постачання	Днів обігу до цільового або індекс	KPI логістики
Сезонне навантаження	Γ_5	Збільшення обсягу роботи в періоди посівної, збору врожаю або перед відвантаженням партій	Людино-годин на місяць	Табелі, планування виробництва
Втома працівників	Γ_5	Фізичне та психологічне виснаження через інтенсивну або тривалу роботу. Підвищує помилки, знижує уважність.	Середній бал за опитуванням	Опитування, доля лікарняних
Рівень помилок	Γ_5	Частота технологічних, логістичних або управлінських помилок, які впливають на якість продукції чи процесу.	Кількість помилок та доля браку	Контроль якості
Найм тимчасового персоналу	$\Gamma_{5,6}$	Кількість залучених працівників на короткостроковий період для компенсації сезонного або аврального навантаження.	Кількість працівників	Кадрова статистика

Представлена на рис. 2 модель системної динаміки відоображає зв'язки між представленими у табл. 1 змінними. При цьому з точки зору формування звітності за процесами та за параметрами якості бізнес-процесів менеджмент підприємства може інтерпретувати означені у табл. 1 змінні як індикатори системи контролінгу. Для цього в табл. 1 відоображено одиниці виміру змінних та наведено джерела даних для отримання відомостей. Окремі з введених показників потребують додаткового обґрунтування, надання якого виходить за рамки мети статті. Так, наприклад, в основу введеного параметру логістичної буферизації покладено теорію обмежень Е. Голдрата зі співавтором [12], яка

передбачає в основу визначення кількісного значення даної змінної брати дані з системи «обліку проходу» (від. англ. «Throughput accounting» [9]) відповідно до принципів побудови логістичного ланцюга «барaban-буфер-мотузка». Вироблення ж керівних впливів в системі управління якістю бізнес-процесів має враховувати задекларовану на рис. 2 каузальність, докладний опис якої наведено у табл. 2

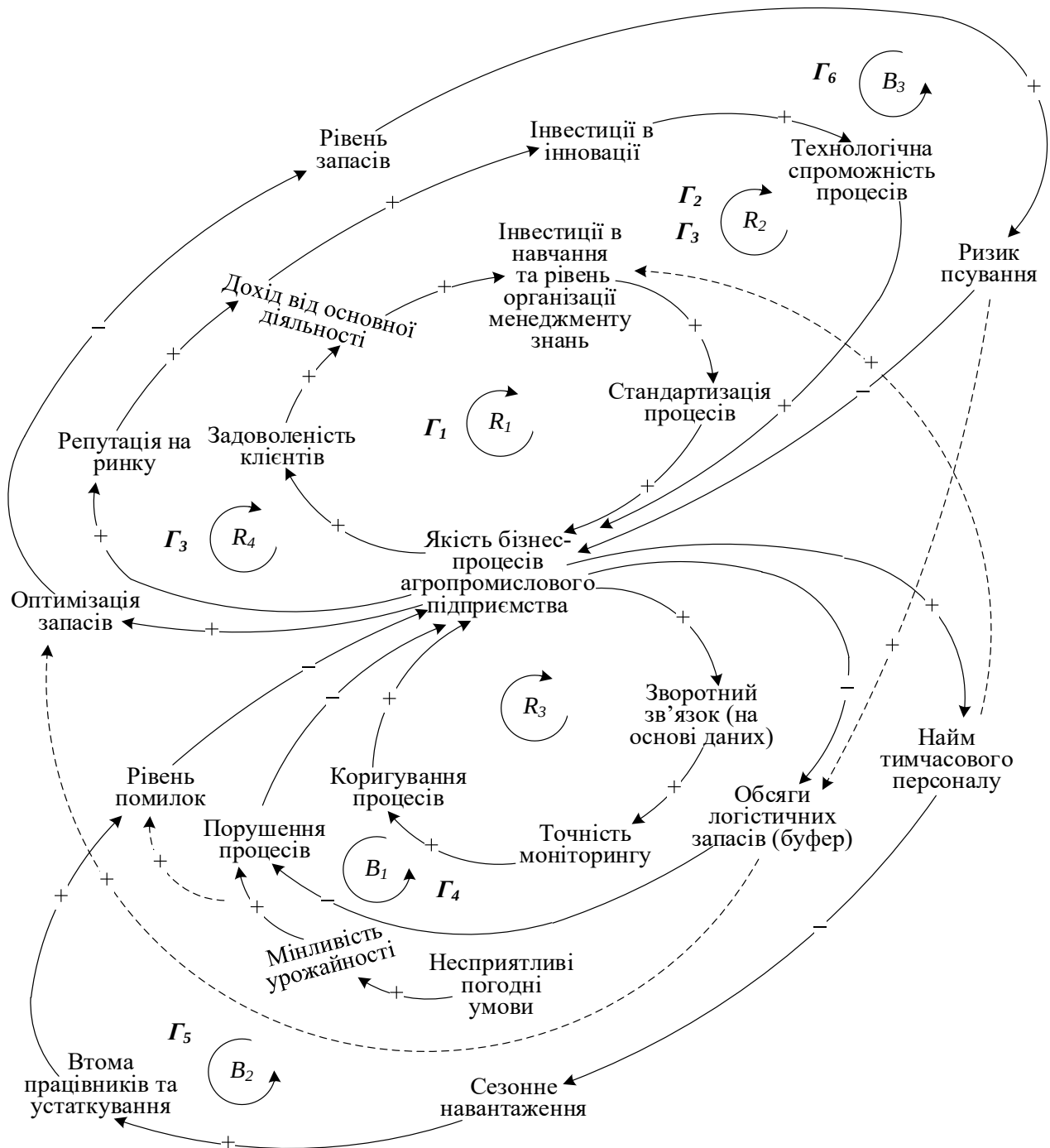


Рис. 2. Системно-динамічна модель управління якістю бізнес-процесів агропромислового підприємства (авторська розробка)

В табл. 2 описані наведені безпосередньо на рис. 2 петлі зворотних зв'язків, які виступають основою для динамічного моделювання якості бізнес-процесів агропромислового підприємства. При цьому можливим в рамках моделювання визначення переходів між окремими циклами балансувальних або підсилюючих зв'язків. Так, наприклад визначення зв'язку між рівнем псування запасів та маркетинговою репутацією дозволяє зв'язати петлі B_3 та R_2 , так само як найм відображення впливу кількості найнятого тимчасового персоналу на обсяг інвестицій в навчання забезпечить зв'язок B_2 та R_1 .

Окремі з таких зв'язків на рис. 2 відображені пунктирною лінією, але їх кількість може збільшуватися з огляду на вимоги до системи моделювання.

Таблиця 2

**Деталізація причинно-наслідкових зв'язків контурів забезпечення
якості бізнес-процесів агропромислового підприємства (авторська розробка)**

Назва петлі та корелююча гіпотеза	Залучені змінні та зв'язки між ними	Пояснення логіки включення змінних	Принцип підтримки якості бізнес-процесів
Г ₁ , R ₁ . Підсилююча. «Стандартизація через навчання». Самопідсилення в рамках: ресурси → здатність → результат → ресурси	Інвестиції в навчання (+) → Стандартизація процесів (+) → Якість бізнес-процесів (+) → Задоволеність клієнтів (+) → Дохід (+) → повернення до: Інвестиції в навчання	Чим більше вкладень у навчання та чим краще стандартизовані процеси, тим менші відхилення від заданих орієнтирів, підвищується якість, зростає лояльність клієнтів і дохід, що дозволяє більше інвестувати у навчання	В агровиробництві велика плинність кадрів і питома вага сезонних робітників. Їх системне навчання та створення бази знань є основою для забезпечення стабільної якості агропромислової продукції
Г ₂ , R ₂ . Підсилююча. «Інноваційна репутація» Репутаційно-інноваційна спіраль прискорює розвиток компетенцій і якості	Якість бізнес-процесів (+) → Репутація на ринку (+) → Дохід (+) → Інвестиції в інновації (+) → Технологічна спроможність процесів (+) → назад до Якість бізнес-процесів	Вища якість підсилює реноме та збільшує дохід, що дозволяє інвестувати в інноваційні технології, такі як прецизійне землеробство, IoT-сенсори, які ще більше покращують процеси.	Ринок агропродукції чутливий до репутації та наявності сертифікатів. Інновації мають пряму цінність для зростання частки ринку
Г ₃ , R ₃ . Підсилююча «Коригування за результатами моніторингу»	Точність моніторингу (+) → Коригування процесів (+) → Якість бізнес-процесів (+) → Зворотний зв'язок (+) → назад до Точність моніторингу	Точніші показники (вологість зерна, температура зберігання) дають змогу швидко коригувати процес і одразу підвищувати якість	Сезонні та погодні коливання вимагають безперервного відстеження і коригування бізнес-процесів
Г ₃ , R ₄ . Підсилююча «Цифровізації та інноваційного оновлення»	Інвестиції в інновації (+) → Точність моніторингу (+) → Корегування процесів (+) → Якість бізнес-процесів (+) → Репутація на ринку (+) → Дохід (+) → Інвестиції в інновації	Інновації покращують системи вимірювання та управління якістю, а це — основа для сталого зростання доходів.	Показує, як інноваційні технології та цифровізація створюють ланцюг самопідсилення: від даних до доходу
Г ₄ , B ₁ . Балансувальна «Адаптації до погодних умов»	Несприятлива погода (+) → Мінливість врожайності (+) → Порушення процесів (+) → Якість бізнес-процесів (-) → Логістична буферизація (-) → Порушення процесів (-) → на початок	Моделює вплив погоди на мінливість врожаю й зриви графіка поставок продукції. Падіння якості спонукає менеджмент збільшувати логістичні буфери (додаткові склади чи транспорт)	Агropідприємства критично залежать від погоди, не лише в рамках отримання врожаю, а й при реалізації зобов'язань щодо поставки продукції
Г ₅ , B ₂ . Балансувальна «Втома при сезонному навантаженні»	Сезонне навантаження (+) → Втома працівників (+) → Рівень помилок (+) → Якість бізнес-процесів (-) → Найм тимчасового персоналу (-) → назад на початок циклу	Пік польових робіт перевантажує персонал, зростає втома і помилки. Погіршення якості стимулює найм тимчасових працівників, розвантажуючи основний штат	Сезонність робить трудові ресурси «вузьким місцем» тоді як балансування навантаження дозволяє зменшити кількість помилок та виконати планові замовлення
Г ₆ , B ₃ . Балансувальна «Оптимізації обсягу запасів»	Рівень запасів (+) → Ризик псування (+) → Якість бізнес-процесів (-) → Оптимізація запасів (-) → Рівень запасів	Надмірні запаси підвищують ризик псування (особливо для швидкопсувної продукції й комбікормів).	Підвищення якості через оптимізацію втрат врожаю в рамках логістики «поля-склад-переробка»

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Наведена модель описує загальну логіку впливу особливостей діяльності агропромислового підприємства на рівень якості його бізнес-процесів через декларацію набору балансувальних та підсилюючих петель зворотних зв'язків. Наведення методики виміру змінних моделі дозволяє її реалізувати в циклах стратегічного або оперативного контролінгу діяльності підприємства. Перевага моделі полягає в її комплексності, оскільки вона одночасно охоплює технологічні

(інновації, моніторинг), людські (навчання, втома) та природно-логістичні аспекти (погода, запаси) діяльності агропідприємства. Описані балансувальні петлі зворотних зв'язків дають змогу тестувати стратегічні сценарії (наприклад, «скільки буферних складів потрібно, щоб утримати якість за посухи?»). Підсилювальні петлі в свою чергу показують довгострокові ефекти інвестицій. Практична реалізація моделі в спеціалізованому програмному забезпеченні (наприклад, Vensim або AnyLogic) дозволить менеджменту агропідприємств через проведення симуляцій скорочувати невизначеність та підвищувати ефективність програм поліпшення якості бізнес-процесів. Для переведення моделі в таке програмне забезпечення необхідно провести її параметризацію, встановивши силу означених на рис. 2 зв'язків. Так, наприклад, для зв'язку між інвестиціями в навчання та стандартизацією процесів силу зв'язку можна визначати на основі оцінювання питомої ваги бракованої продукції до та після впровадження програм навчання. Також відстеження зв'язку між втомою працівників та рівнем помилок сила зв'язку може визначатися на основі вивчення питомої ваги помилок в роботі на початку та в кінці робочого дня. Також розроблена модель може бути використана для проведення моделювання з використанням методу Монте-Карло. Для цього для змінних задаються діапазони розподілу і моделюється їх вплив на кінцевий показник якості бізнес-процесів. Описані процедуру моделювання та параметризації моделі становитимуть перспективи подальших розробок автора.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондаренко С.М. Екологізація управління якістю бізнес-процесів на підприємстві. *Економіка та суспільство*. 2022. № 41. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1591/1531>
2. Гелей Л.О., Редченко К.І. Управління бізнес-процесами підприємств роздрібною торгівлі. Львів: СПОЛОМ, 2015. 224 с.
3. Григорак М.Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність : монографія. К.: Сік Груп Україна, 2017. 513 с.
4. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 30 с.
5. Репіна І.М., Теплюк М.А. Управління якістю бізнес-процесів на підприємстві. *Актуальні проблеми економіки*. 2023. № 5. С. 65-72.
6. Шматко Н.М. Проектно-процесний підхід до забезпечення стійкості розвитку великомасштабної економіко-виробничої системи. *Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2018. № 2(14). С. 93-98.
7. Adams C.A. The Sustainable Development Goals, integrated thinking and the integrated report. London: IIRC and ICAS, 2017. 52 p.
8. Anderson C. Creating a Data-Driven Organization. Practical Advice from the Trenches. USA: O'REILLY, 2015. 300 p.
9. Bragg S.M. Throughput accounting. A guide to constraint management. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007. 195 p.
10. Forrester J.W. World Dynamics. Cambridge: Pegasus Communications, 1971. 144 p.
11. Freund J., Rücker B. Real-Life BPMN with introductions to CMMN and DMN. Analyze, improve and automate business processes in your company. USA: Comunda, 2016. 300 p.
12. Goldratt E.M., Cox J. The goal. A Process of Ongoing Improvement. USA: The North River Press, 2004. 393 p.
13. Jeston J., Nelis J. Management by Process: A practical road-map to sustainable Business Process Management. Amsterdam: Elsevier Inc., 2008. 324 p.
14. Mehandjiev N., Grefen P. Dynamic Business Process Formation for Instant Virtual Enterprises. New York: Springer, 2010. 266 p.
15. Murmura F., Musso F., Bravi L., Pierli G. The role of quality management systems in fostering the international competitiveness of companies. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2024. Vol. 41. № 7. P. 1979-1999.
16. Sterman J.D. Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill, 2000. 1008 p.
17. Stiehl V. Process-Driven Applications with BPMN. Springer International Publishing, 2014. 345 p.
18. Suhardi A.R. Implementation of supply chain management and strategic processes in total quality management to improve operational performance. *Quality Innovation Prosperity*. 2024. № 28(3). P. 139-162.

19. Tetteh E.G., Uzochukwu B.M. Lean Six Sigma Approaches in Manufacturing, Services, and Production. USA: IGI Global, 2015. 366 p.

REFERENCES:

1. Bondarenko S. M. (2022) Ekologizatsiya upravlinnya yakistiu biznes-protseviv na pidpriemstvi [Greening of business process quality management at the enterprise]. Ekonomika ta suspilstvo, no. 41. (in Ukrainian)
2. Gelei L. O., Redchenko K. I. (2015) Upravlinnya biznes-protseivy pidpriemstv rozdrubnoi torhivli [Business process management of retail enterprises]. Lviv: SPOLOM. (in Ukrainian)
3. Hryhorak M. Yu. (2017) Intelktualizatsiya rynku lohistychnykh posluh: kontseptsii, metodolohii, kompetentnist [Intellectualization of the logistics services market: concept, methodology, competence]. Kyiv: SIK Hrup Ukraina. (in Ukrainian)
4. DSTU ISO 9001:2015. Systemy upravlinnya yakistiu. Vymohy [Quality management systems. Requirements]. Kyiv: DP "UkrNDNTs", 2016. (in Ukrainian)
5. Repina I. M., Tepliuk M. A. (2023) Upravlinnya yakistiu biznes-protseviv na pidpriemstvi [Business process quality management at the enterprise]. Aktualni problemy ekonomiky, no. 5, pp. 65–72. (in Ukrainian)
6. Shmatko N. M. (2018) Proektno-protseivnyi pidkhid do zabezpechennya stiikosti rozvytku velykomasshtabnoi ekonomiko-vyrobnychoi systemy [Project-process approach to ensuring sustainable development of large-scale economic-production systems]. Ekonomichnyi visnyk Zaporizkoi derzhavnoi inzhenernoi akademii, no. 2(14), pp. 93–98. (in Ukrainian)
7. Adams C. A. (2017) The Sustainable Development Goals, integrated thinking and the integrated report. London: IIRC and ICAS. (in English)
8. Anderson C. (2015) Creating a Data-Driven Organization. Practical Advice from the Trenches. USA: O'REILLY. (in English)
9. Bragg S. M. (2007) Throughput accounting. A guide to constraint management. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. (in English)
10. Forrester J. W. (1971) World Dynamics. Cambridge: Pegasus Communications. (in English)
11. Freund J., Rücker B. (2016) Real-Life BPMN with introductions to CMMN and DMN. Analyze, improve and automate business processes in your company. USA: Comunda. (in English)
12. Goldratt E. M., Cox J. (2004) The goal. A Process of Ongoing Improvement. USA: The North River Press. (in English)
13. Jeston J., Nelis J. (2008) Management by Process: A practical road-map to sustainable Business Process Management. Amsterdam: Elsevier Inc. (in English)
14. Mehndijev N., Grefen P. (2010) Dynamic Business Process Formation for Instant Virtual Enterprises. New York: Springer. (in English)
15. Murmura F., Musso F., Bravi L., Pierli G. (2024) The role of quality management systems in fostering the international competitiveness of companies. International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 41, no. 7, pp. 1979–1999. (in English)
16. Sterman J. D. (2000) Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill. (in English)
17. Stiehl V. (2014) Process-Driven Applications with BPMN. Springer International Publishing. (in English)
18. Suhardi A. R. (2024) Implementation of supply chain management and strategic processes in total quality management to improve operational performance. Quality Innovation Prosperity, no. 28(3). (in English)
19. Tetteh E. G., Uzochukwu B. M. (2015) Lean Six Sigma Approaches in Manufacturing, Services, and Production. USA: IGI Global. (in English)

DYNAMIC MODELING OF BUSINESS PROCESS QUALITY MANAGEMENT IN AGRI-INDUSTRIAL ENTERPRISES

SHYROKYKH Oleksandr
LLC "Lyubymivka"

The growing complexity of internal and external factors in the agricultural sector, including climate variability, seasonal fluctuations in productivity, and instability in supply chains, has created a strong demand for flexible and adaptive approaches to quality management. This study demonstrates that conventional static control models cannot respond effectively to changes and do not provide sufficient tools for forecasting and minimizing risks that affect overall business performance. An original dynamic modeling framework is proposed, integrating monitoring, risk assessment, and forecasting deviations in business process operations. The model identifies a set of key variables reflecting technological, human, organizational, and environmental-economic aspects of agri-industrial enterprises. Each variable is described in terms of its economic relevance, unit of measurement, and data source, which makes the model applicable to operational and strategic control tasks. The study identifies several reinforcing and balancing feedback loops within the system dynamics framework. These feedback structures enable the development of behavioral scenarios and allow for a detailed analysis of how investments in employee training, innovation, process standardization, seasonal workload, and weather-related conditions affect product quality and operational efficiency. The model can be integrated into contemporary simulation software, enhancing the accuracy of managerial decision-making and reducing uncertainty in enterprise development planning. The findings of the study offer practical value for agri-industrial enterprise management. The proposed model supports business process resilience, ensures comprehensive quality control, and facilitates effective adaptation to a dynamic market environment.

Keywords: business process quality, agri-industrial enterprise, dynamic modeling, management, innovation, strategic development, system dynamics.