

УДК 336.58.621

**ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ
КОНТРОЛЮ НА ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ**

Н. А. ЄФІМЕНКО Н. А., Т. М. ПОРТЯНКО

Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького

У статті запропоновано модель оцінювання якості контролю, яку можна буде використовувати для створення на фармацевтичному підприємстві ефективної інформаційної системи, врахувавши відхилення від виробничої програми і програмних модулів системи підтримки прийняття рішень

У сучасних ринкових умовах стабільна та успішна діяльність підприємства визначається рядом чинників, основним з яких є здатність задоволення потреб споживача високоякісною і безпечною продукцією. Раціональне використання всього потенціалу сучасного менеджменту, що об'єднує світовий досвід, дозволяє зберегти і зміцнити ринкові позиції, спираючись в основному на власні ресурси. Впроваджуючи міжнародні стандарти на системи менеджменту, фармацевтичні підприємства домагаються визнання за окремими аспектами своєї діяльності, в той же час, породжуючи неузгодженість в управлінні різними об'єктами всередині підприємства.

Об'єкти та методи дослідження

Окремими проблемами, які пов'язані зі створенням методів забезпечення оцінки та прогнозування рівня якості продукції займалися як закордонні, так і вітчизняні науковці, такі як: Тито Конті, В. Шухарт, Е. Демінг, Р. Каплан, Д. Нортон, Ю. Н. Адлег, А. М. Азоров, Б. В. Бойцов, В. Г. Версан, К. Т. Джурбаєв, А. С. Зенкін, В. І. Круглов, А. Д. Некіфоров, В. В. Окропилов, І. Н. Панін, М. З. Світкін, Г. І. Хімічева, В. К. Федюкін, Р. В. Бичовський, В. В. Кофман, П. Г. Столярчук, Н. А. Кусакін, С. Д. Мельничук та інші.

Постановка завдання

Оцінювання якості управління є важливою передумовою розробки релевантних та дієвих заходів із вдосконалення виробничого процесу на фармацевтичних підприємствах. Суттєвим фактором ефективності діагностики керівної підсистеми фармацевтичного підприємства є використання комплексного підходу в дослідженні. В зв'язку з цим, цілком очевидно, що оцінка якості управління фармацевтичним підприємством потребує розробки такої моделі, яка б давала можливість не тільки відображати якісні аспекти діяльності підприємства, а й уможлилювала кількісну та порівняльну оцінку цього процесу. Сучасному фармацевтичному підприємству в повній мірі відповідає задача job-shop [1, 3].

Результати та їх обговорення

Більшість виробничих операцій на фармацевтичному підприємстві мають безперервний цикл, цезумовлено особливостями технологічних процесів які відбуваються. Є виключення, наприклад, процес фасування готових лікарських засобів може припинятися та відтворюватися у будь-який час, але оскільки операції, які допускають перерви, є значно менше, то при плануванні будемо вважати, що будь-яка операція повинна оброблятися без перерв. Таким чином, задачу оперативно-календарного

планування сучасного фармацевтичного підприємства на прикладі ДП «Черкаси-ФАРМА» можна класифікувати як задачу job-shop, з виконанням операцій на будь-якій з одиниць обладнання заданого типу, без перерв у межах виконання операцій. В задачі присутні: G_k – тип обладнання, $k=1..K$. Існує R_k одиниць обладнання кожного типу, кожна одиниця обладнання позначається M_{kp} , $p=1..R_k$; J_i – роботи, $i=1..U$. Кожна робота J_i складається з N_i операцій, кожна операція позначається O_{ij} , $j=1..N_i$. Кожна операція O_{ij} може виконуватися на визначеному типі обладнання, відповідно, кожна операція характеризується набором чисел $\{i, j, k\}$, тобто номер роботи, до якої належить конкретна операція, номер за порядком всередині робіт та типом обладнання, на якому вона може виконуватися. Подальшим етапом, якщо буде необхідно уточнити, на якому типі обладнання може виконуватися операція O_{ij} , ця операція буде позначатися як O_{ijk} , де k – тип обладнання; $t(J_i)$ – час виконання роботи J_i ; t_{ij} – час виконання операції O_{ij} ; r_{ij} – час початку операції O_{ij} визначається процедурою (алгоритмом) планування. Робота J_i починається в момент r_{i1} , тобто на момент початку 1-ї операції цієї роботи; h_{kpn} – час звільнення обладнання M_{kp} . Під часом звільнення обладнання мається на увазі час, коли одна операція закінчила роботу на даній одиниці обладнання, при цьому в наступний момент часу ніяка інша операція ще не почалася. Так як обладнання може простоювати, то у кожній одиниці обладнання може бути декілька годин звільнення. Індекс n позначає порядковий номер кожного такого звільнення $n=1..L_{kp}$ при цьому індекс n буде будуватися таким чином, що кожний наступний час звільнення будь-якого обладнання буде більшим за попередній, тобто $h_{kp(n+1)} > h_{kpn}$; C_i – час закінчення роботи J_i (час закінчення наступної операції в цій роботі); d_i – необхідний час закінчення роботи J_i . Остання операція у роботі повинна закінчуватися не пізніше цього часу. Зручним інструментом візуального відображення виробничих процесів є циклограми. На циклограмі виробничих процесів за віссю x відкладається час у промислових годинах (промисловий час становить 100 хв.). На циклограмі все обладнання згруповано за типами, які назначені для виконання кожної операції (позначаються Op), номер обладнання всередині кожної операції позначається Eq . Операції відображаються у вигляді прямокутників. Довжина прямокутника відповідає терміну відповідної операції. Всередині прямокутника наводиться номер роботи, якій належить конкретна операція. Приклад циклограми виробничих процесів на ДП «Черкаси-ФАРМА» наведений на рис. 1.

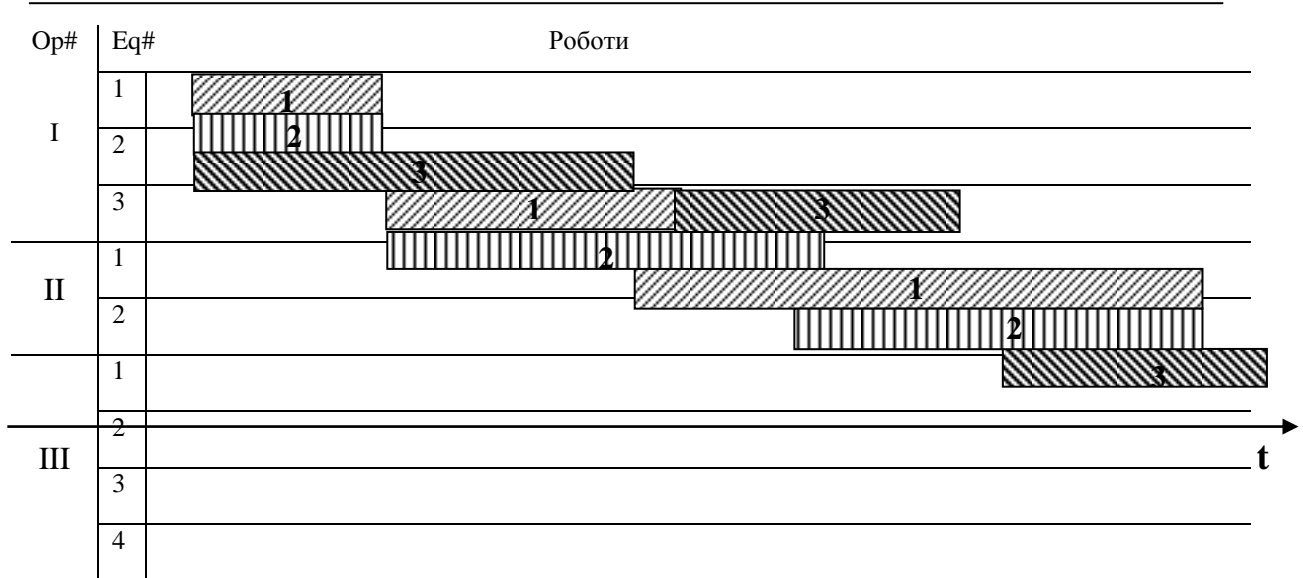


Рис. 1. Приклад циклограми виробничих процесів на фармацевтичному підприємстві

У різних алгоритмах, які існують на сьогоднішній день, планування виробництва, потрібний час закінчення робіт задаються єдиним числом d_i . При цьому мається на увазі, що якщо час закінчення роботи менший або рівний d_i , то такий графік є допустимим, якщо ж час закінчення роботи хоча б трохи перевищив d_i , то такий графік є повністю недопустимим. Таке формулювання питання в реальних умовах виробництва є рідкісним фактором. Як правило, існує декілька можливих значень потрібного часу закінчення кожної роботи. Ці значення належать інтервалу $\tilde{d}_i = [\tilde{d}_{iL}, \tilde{d}_{iR}]$, де \tilde{d}_{iL} є бажаним часом закінчення роботи J_i , \tilde{d}_{iR} – граничний термін закінчення роботи J_i . Значення часу закінчення роботи всередині інтервалу \tilde{d}_i не є рівнозначним – чим ближчий час закінчення до бажаного, тим вищою є задоволеність осіб, які приймають рішення (ОПР) щодо часу закінчення роботи, та навпаки, чим ближчим є час закінчення до гранично допустимого, тим нижчою є задоволеність. Таким чином, поняття потрібного часу закінчення робіт є не уточненим, та найбільш оптимальним методом його моделювання є функції приналежності. Функції приналежності можуть мати будь-який вигляд, але оскільки визначення інтервалу потрібного часу в багатьох випадках є погано визначеним суб'єктивним процесом, то в більшості випадків самим простим для ОПР методом завдання функцій приналежності є побудова лінійних функцій. При цьому лінійні функції з одного боку, як правило, здатні в повній мірі відобразити думку ОПР про відповідність потрібного часу своєю задоволеністю графіком робіт, з другого боку – вони є найбільш простими для алгоритмів роботи з нечіткими числами, що дозволяє знизити час роботи цих алгоритмів (із-за складності багатьох алгоритмів оперативного-календарного планування, час роботи алгоритму в багатьох випадках грає не останню роль в оцінці його ефективності). Для кількісної оцінки якості використовується інтервалом дійсних чисел $[0...1]$. Залежність якості операції від продовжуваності будемо описувати за допомогою функції при належності Q_{ij} :

$$Q_{ij} = f_Q(t_{ij}), \quad (1)$$

де Q_{ij} – значення параметру якості для операції Q_{ij} .

Як правило, якість операції є тим вищою, чим більшою є продовжуваність операцій в рамках деякого інтервалу часу, відповідно, функція f_Q є зростаючою на деякому інтервалі. Ця функція визначається за допомогою експериментів та в різних виробничих середовищах може мати різний вигляд, але в багатьох випадках залежність якості від продовжуваності є лінійною. При цьому функцію f_Q можна задати за допомогою нечіткого інтервалу $\tilde{t}_{ij} = [\tilde{t}_{ijL}, \tilde{t}_{ijR}]$. Q_{ij} рівне нулю при значеннях t_{ij} менших або рівних \tilde{t}_{ijL} та Q_{ij} рівне одиниці при значеннях t_{ij} більших або рівних \tilde{t}_{ijL} . На фармацевтичному виробництві кожна операція впливає на якість готового продукту, при цьому хороша якість однієї операції будь-якої роботи не може компенсувати погану якість іншої операції цієї роботи. Таким чином, будемо рахувати, що загальна якість $Q(J_i)$ роботи J_i відповідає найгіршому рівню якості операцій, які входять саме до цього процесу $Q(J_i) = \min(Q_{ij})$. При календарному плануванні фармацевтичного виробництва необхідно знайти компроміс, який забезпечить максимальну якість при максимальній задоволеності часу закінчення робіт – у сучасних ринкових умовах виконання виробничої програми у встановлені терміни також є важливим фактором, як і досягнення хорошої якості продукції. В зв'язку з цим задоволеність $S(J_i)$ ОПР плануванням роботи J_i визначається меншим зі значень параметрів якості роботи та задоволеності термінами виконання роботи $S(J_i) = \min[Q(J_i), D_i]$. Метою ОКП є найбільший ступінь задоволення якомога більшою кількістю робіт, при цьому критерієм ефективності календарного планування є ступінь задоволення S всім виробничим графіком, який розраховується як середнє арифметичне ступенів задоволеності усіма роботами:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^U S(J_i)}{U}. \quad (2)$$

При цьому також необхідно знати мінімальне значення S_{\min} задоволення $S(J_i)$ ОПР плануванням всіх робіт $S_{\min} = \min[S(J_i)]$ для $\forall i$. Значення S_{\min} , яке рівне нулю не допустимо, так як незалежно від середньої задоволеності S всім виробничим графіком, у графіку не повинно бути робіт, запланованих з якістю операцій, рівних нулю, або час закінчення яких перевищує гранично допустимі терміни. Таким чином, якщо S_{\min} рівне нулю, то виробничий графік вважається недопустимим. Серед усіх графіків з S_{\min} , яке є більшим за нуль, найбільш переважним є графік з найбільшим значенням S , тобто найбільшим середнім арифметичним ступенів задоволеності всіма роботами[3, 4]. Таким чином, цілями ОКП сучасного фармацевтичного виробництва є $S_{\min} > 0$, $S \rightarrow \max$. Така постановка задачі відрізняється від традиційної постановки, де критерієм ефективності у більшості випадків виступає час закінчення робіт, тобто $\max[r_{ij} + t(J_i)] \rightarrow \min$. В умовах сучасного

фармацевтичного виробництва основною метою планування є максимальне задоволення покупців якістю продукції, а також і якістю обслуговування. При цьому сама по собі задача мінімізації часу закінчення робіт у відриві задачі виконання робіт у встановлені терміни є менш актуальною. На ДП «Черкаси–ФАРМА» об'єктом ОКП щодо розробки та впровадження методики удосконалення оцінки якості є дільниця виготовлення ін фузійних розчинів (ДВІР). В цеху існує повний ланцюжок виробництва визначеного набору ліків.

Технологічна карта являє собою короткий опис технологічного процесу виготовлення готових лікарських засобів. В технологічній карті наводяться операції та порядок їх виконання, а також мінімальний та бажаний операції у промислових годинах. (При мінімальній продовжуваності якість операції прямує до нуля, при бажаній продовжуваності якість рівна одиниці, тобто мінімальна продовжуваність – це параметр \tilde{t}_{ijL} , бажана продовжуваність – параметр \tilde{t}_{ijR}). Таким чином, метою ОКП є визначення часу r_{ij} початку всіх операцій O_{ijk} , часу t_{ij} виконання операції O_{ijk} , які забезпечують найбільший ступінь задоволення S виробничим графіком, а також визначення обладнання M_{kp} , на якому повинна оброблятися кожна операція O_{ijk} . При цьому повинні виконуватися наступні обмеження:

1. Операція може починатися після того, як закінчилася попередня операція: $r_{ij} + t_{ij} \leq r_{i(j+1)}$.
2. Одне обладнання у будь-який проміжок часу може виконувати одну і лише одну операцію.
3. Виробничий графік повинен бути допустимим: $S_{\min} > 0$.

Перерви між операціями допустимі, але не бажані, так як вони призводять до необхідності зберігання напівфабрикатів – до цієї процедури у фармацевтичному виробництві пред'являються жорсткі вимоги. Пр. цьому по можливості (не перешкоджаючи основного критерію S) необхідно звести час між операційного простою до мінімуму, тобто необхідно забезпечити умову: $r_{i(j+1)} - (r_{ij} + t_{ij}) \rightarrow 0$.

Виробничий аналіз різних видів виробничих систем показує, що сучасне фармацевтичне виробництво в більшості випадків має середньо серійний характер із замовленнями залежного попиту та партійним методом організації. В результаті аналізу встановлено, що особливості фармацевтичного виробництва обумовлюють різні особливості його ОКП, такі як залежність якості продукції від продовжуваності операцій, безперервність операцій, міжопераційні перерви, методика розрахунку продовжуваності виробничого циклу, послідовний рух виробничих процесів, наявність одно типового обладнання для виконання однієї операції. Нечіткий характер мети та параметрів планування в реальних прикладах задач на прикладі ДП «Черкаси–ФАРМА» ОКП вказують на необхідність обліку цих факторів при виборі математичного апарату та побудови математичної моделі ОКП. Побудована математична модель, яка враховує нечіткий характер цілей та параметрів планування щодо впровадження методики удосконалення якості на ДП «Черкаси–ФАРМА». Очевидно, що в більшості випадків низька ефективність і конкурентоспроможність фармацевтичного підприємства є відображенням нерационального керівництва. Виходячи з цього в роботах провідних науковців було запропоновано рівень менеджменту суб'єктів господарювання оцінювати через призму якості трьох компонентів, які характеризують функціонування підприємства в цілому: якість управлінського персоналу; якість виконавчого персоналу; якість процесів, технологій та обладнання. В даній моделі, в основу якої

покладено відомі 14 постулатів якості Е. Демінга, якість управлінського персоналу вказує на ефективно задіяний потенціал суб'єкту управління, а два наступні показники вказують, по суті, на задіяний потенціал об'єкту управління, формування і розкриття якого відбувається внаслідок управлінського впливу. Трикомпонентна модель оцінки функціонування фармацевтичного підприємства дозволяє комплексно підійти до показника якості системи менеджменту, адже охоплює суб'єкт і об'єкт управління. Підготовка запропонованої моделі до просторового відображення передбачає введення трьох векторів якості, що відкладаються за відповідними координатними осями і вказують на рівень компонентів моделі та результуючого вектору якості, координатами якого виступають довжини компонентних векторів: вектор якості управлінського персоналу ($\overline{Q_m}$); вектор якості виконавчого персоналу ($\overline{Q_p}$); вектор якості процесів, технологій та обладнання ($\overline{Q_t}$); результуючий вектор якості ($\overline{Q_r}$).

З метою деталізації і підвищення об'єктивності оцінок, для кожного компоненту моделі якості пропонується використати 15 оціночних характеристик, які можуть обиратися відповідно до специфіки об'єкту дослідження, що забезпечить, водночас, гнучкість та детальність моделі. Оцінка кожної з 15 характеристик проводиться довільною кількістю експертів за 5-ти бальною шкалою: «дуже низька» – 1; «низька» – 2; «середня» – 3; «висока» – 4; «дуже висока» – (5). Результуючий бал (q) кожної оціночної характеристики є середнім арифметичним оцінок експертів. Унаочненням формування компонентних векторів якості управління ($\overline{Q_m}$), виконання ($\overline{Q_p}$) та технологій ($\overline{Q_t}$) є векторний ланцюг. Практична цінність моделі збільшується при поділі простору, в якому знаходиться результуючий вектор ефективності функціонування фармацевтичного підприємства на просторові зони. Найменший допустимий поділ передбачає виділення за кожною з осей, довжина якого відповідає максимально-можливій довжині компонентного вектора – 75 балів, двох однакових зон, внаслідок чого формується 8 підпросторів якості. Оперативне використання моделі уможлиблюється завдяки використанню сучасних інформаційних технологій. Розрахунок середніх балів для оціночних характеристик доцільно проводити на основі табличного процесора, адже пакети офісних програм широко розповсюджені, а збір і опрацювання експертних оцінок стає більш гнучким, не прив'язаним до конкретного місця, комп'ютера чи програмного забезпечення. Подальше робота з просторовими моделями в офісних пакетах програм в значній мірі обмежена, а отримані 3 масиви з 15-ма оцінками для кожного компонентного вектора є оптимальними вихідними даними для введення у спеціальне програмне забезпечення. Аналіз оціночного простору дозволяє виділити наступні характерні зони:

– зона, наближена до точки з координатами 0–0–0 є максимально можливим негативним результатом якості, який гарантує провал фармацевтичного підприємства і характеризує її глибокий кризовий стан, таке підприємство характеризується загалом слабким менеджментом і потребує антикризового вдосконалення, зокрема застосування реінжинірингу та підвищення кваліфікації управлінського персоналу;

– зони біля точок з координатами 0–0–1, 0–1–0 і 1–0–0 є неприйнятними, так як відображають однобічні варіанти «успіху», при яких наявні значні диспропорції розвитку фармацевтичного підприємства та проявляються внутрішні суперечності її компонентів, поряд із цим, крайні положення

результуючого вектору у даних просторових зонах можуть бути індикатором необ'єктивності експертів чи тиску на них;

– зони поблизу точок з координатами 1–1–0, 1–0–1 і 0–1–1 є аналогічними варіантам двокритеріальної моделі оцінювання, згідно з якими фармацевтичне підприємство може досягнути, для прикладу, запланованого результату, не забезпечивши при цьому якості технології, процесів та обладнання (1–1–0), належного управління (0–1–1) або належного виконання (1–0–1), що, у свою чергу, відображає слабкі сторони підприємства і визначає потенційні проблемні моменти збереження та розширення конкурентних позицій фармацевтичного підприємства на ринку;

– зона успіху, що знаходиться у просторовій зоні 1–1–1 вказує на збалансованість фармацевтичного підприємства та потенційно високу конкурентоспроможність на ринку, що входить до стратегій галузі.

Довжина компонентних векторів формується як алгебраїчна сума 15 експертних оцінок. При побудові компонентного вектору фізична довжина кожного сегменту розраховується (3):

$$Lq_i = S \cdot \frac{q_i}{75}, \quad (3)$$

де Lq_i – фізична довжина i -го сегменту, що відповідає експертному балу оціночного показника;

q_i – експертний бал i -го оціночного показника;

S – стала масштабу: довжина максимально можливого компонентного вектору у фізичних одиницях.

Абсолютна величина довжини компонентного вектору в балах незручна для застосування. В цілях аналізу раціонально використовувати відносні показники – коефіцієнти якості, які розраховуються, виходячи з максимально можливої абсолютної довжини компонентного вектору – 75 балів (4):

$$Q_{m(p,t)} = \frac{\sum_{i=1}^{15} q_{m(p,t)i}}{75}, \quad (4)$$

де $Q_{m(p,t)}$ – коефіцієнт якості управлінського персоналу (виконавчого персоналу, технологій);

$q_{m(p,t)i}$ – експертний бал i -го оціночного показника відповідного компонентного вектору.

Одержані коефіцієнти також використовуються при відкладанні розрахунку фізичних координат результуючого вектору для просторової побудови (2.5):

$$\overline{Q}_r(Q_m \cdot S; Q_m \cdot S; Q_m \cdot S), \quad (5)$$

де \overline{Q}_r – результуючий вектор ефективності функціонування організації;

$Q_{m(p,t)}$ – коефіцієнт якості управлінського персоналу (виконавчого персоналу, технологій);

S – стала масштабу: довжина максимально-можливого компонентного вектору у фізичних одиницях.

Реалізація просторової побудови для забезпечення гнучкості управління відображенням можлива на основі програмної бібліотеки об'ємні графіки OpenGL™ або аналогів. Комплексний показник ефективності функціонування фармацевтичного підприємства, який відображає якість менеджменту і в

графічній інтерпретації моделі представлений результирующим вектором, можна виразити у бальній оцінці, як довжину результирующего вектору (6):

$$P_m = |\overline{Q_r}| = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{15} q_{mi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{15} q_{pi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{15} q_{ti}\right)^2}, \quad (6)$$

де $q_{m(p,t)i}$ – експертний бал i -го оціночного показника відповідного компонентного вектору;

$\overline{Q_r}$ – результирующий вектор ефективності функціонування фармацевтичного підприємства;

P_m – бальна оцінка якості менеджменту (ефективності функціонування фармацевтичного підприємства).

Розрахована за формулою 4 бальна оцінка якості менеджменту для зручності використання може бути представлена як відносна величина, а саме коефіцієнт якості менеджменту (7):

$$Q_r = \sqrt{\frac{Q_m^2 + Q_p^2 + Q_t^2}{3}} \in [0,1], \quad (7)$$

де $Q_{m(p,t)}$ – коефіцієнт якості управлінського персоналу (виконавчого персоналу, технологій);

Q_r – коефіцієнт якості менеджменту (ефективності функціонування фармацевтичного підприємства).

Чим вищий рівень якості управління фармацевтичним підприємством, тим більше значення коефіцієнту Q_r наблизатиметься до 1. Таким чином, запропонована модель дослідження якості менеджменту через ефективність діяльності фармацевтичного підприємства відповідає вимогам комплексності, гнучкості, детальності та практичності. Одержані коефіцієнти за компонентними векторами якості управлінського, виконавчого персоналу та використовуваних технологій, поряд із 2350 сегментним розглядом їх формування, дозволяють оцінити відповідні напрямки, провести порівняння показників у динаміці та більш глибоко проаналізувати кожен складову оціночних факторів. Коефіцієнт якості менеджменту дає комплексну оцінку фармацевтичного підприємства, а положення відповідного йому вектора дозволяє розробити базові рекомендації щодо вдосконалення функціонування системи менеджменту та характеру її впливу на об'єкт управління [2, 5]. Модель оцінювання ефективності функціонування фармацевтичного підприємства та якості менеджменту, з огляду на трьохкомпонентну структуру, впроваджується із застосуванням інформаційних технологій, а саме: поєднання використання стандартних офісних пакетів програм на етапі збору та узгодження оцінок експертів та спеціального програмного забезпечення для розрахунку коефіцієнтів, графічної інтерпретації моделі на площині та у просторі з розробкою базових рекомендацій.

Висновки

Показано, що запропонована модель і методи побудови оцінки якості та ефективності контролю на фармацевтичному підприємстві можуть бути використані для створення на фармацевтичному підприємстві ефективної інформаційної системи, враховуючи відхилення від виробничої програми і програмних модулів системи підтримки прийняття рішень, що дозволить оптимізувати виробництво і зробити його більш рентабельним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Варакута С.А. Управление качеством продукции: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, – 2001. – 207 с.

2. Гершвин С.Б. Иерархическое управление потоком: Принципы составления расписаний и планирование дискретных событий в производственных системах //ТИИЭР. – Т.77. – 1988. – № 1. – С.168 – 195.
3. Калита П.Я. Некоторые особенности создания системы моделирования и оптимизации качества производственных процессов. В кн.: Исследование динамики социальных и динамических процессов: Сб. научных трудов/ АН Украины. Ин-т кибернетики им. В.М.Глушкова, Науч. совет по пробл. «Кибернетика», – К.: –2003.
4. Крылова Г. Д. Зарубежный опыт управления качеством. – М: Издательство стандартов, – 2004. – 298с.
5. Рей У. Методы управления технологическими процессами: – М.: – Мир. – 2003. – 368 с.