

УДК 519.865.7

Модель управління банком на основі активного прогнозування

Костянтин Геннадійович Малютін,
професор, доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри математичного аналізу і методів оптимізації
Сумського державного університету

Таїсія Іванівна Малютіна,
доцент, кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри вищої математики та інформатики
ДВНЗ «Українська академія банківської справи
Національного банку України» (м. Суми)

Анотація. Розглядається теоретико-ігрова модель активного прогнозу діяльності банку, яка є різновидом інформаційного управління в організаційних системах.

Ключові слова: активне прогнозування, пасивне прогнозування, теоретико-ігрова модель.

Постановка проблеми. Інформація, яку отримує банк, може бути просто прийнята ним до уваги, а може змінити його поведінку в порівнянні з тим, як він здійснював би свою діяльність за відсутності такої інформації. У першому випадку говорять про пасивний прогноз, у другому - про активний. Такий поділ умовний, оскільки будь-який прогноз може розглядатися як активний. Тому активним зазвичай вважається прогноз, у результаті якого цілеспрямована зміна поведінки банку є достатньо прозорою.

Дослідженню проблем прогнозування в різних галузях господарської діяльності присвячено велику кількість робіт. Більшість із них висвітлюють технологію (методи) прогнозування. Питання ж впливу прогнозу на діяльність банку розглядаються, як правило, на якісному рівні. У цій статті робиться спроба розгляду формальних (теоретико-ігрових) моделей активного прогнозування в діяльності банку.

Для цього проаналізуємо чинні підходи до визначення активного прогнозу. Потім наведемо модель прийняття рішень, що включає відомі формальні завдання управління організаційними системами.

Аналіз останніх досліджень. Розглянемо основні підходи до визначення пасивного і активного прогнозів. Відзначимо, що технологія і методи прогнозування детально висвітлено в [1-4] та інших роботах.

Вплив прогнозування на прийняття рішень розглядається в [5]: 1) наявна інформація про стан системи описується в окремих змінних; 2) виділяються керовані і некеровані змінні; 3) прогноуються значення некерованих змінних залежно від значень керованих змінних, будуються сценарії розвитку системи; 4) порівнюються результати можливих сценаріїв та приймаються рішення; 5) проводиться вибір значень керованих змінних. Таким чином, розглядається гра одного активного гравця з пасивним гравцем, так званим у дослідженні операцій «природою». Вплив цього прогнозу на поведінку інших суб'єктів не враховується (точніше враховується пасивно - через прогноз некерованих змінних), тобто прогноз у цьому разі є не методом управління, а методом усунення невизначеності.

У [6] виділяються пошуковий і нормативний прогнози. Під пошуковим прогнозом розуміють визначення можливих станів об'єкта прогнозування в майбутньому. Завдання нормативного прогнозу полягає у визначенні шляхів і термінів досягнення бажаних станів прогнозованого об'єкта в майбутньому.

У [7] розглядаються дві «крайнощі» про вплив прогнозу на управління: «Реалізований прогноз - це такий прогноз, який виявляється достовірним тільки тому, що був проведений. Анульований прогноз - це такий прогноз, який, навпаки, стає недостовірним тільки тому, що був проведений».

В [1] виділяється активний і пасивний прогнози та обговорюються проблеми заздалегідь заданої та апостеріорної оцінки якості прогнозу. «Пасивний прогноз - такий, для якого результат прогнозу не впливає і, по суті, не може впливати на об'єкт прогнозування. Якщо ж дією прогнозу на об'єкт прогнозування не можна знехтувати (такий прогноз називається активним), то логіка прогнозування різко змінюється і ускладнюється, оскільки сам прогноз повинен урахувати ефект результатів прогнозування». Таким чином, активним є будь-який нормативний прогноз, а також такі прогнози, які можуть бути використані для прийняття управлінських рішень. Для активного прогнозу ідентичність прогнозних показників із реальними не є доказом високої якості прогнозу [1, с. 19].

Наведемо приклад активного прогнозу. У [8, с. 147] описано такий ефект. «Увечері 6 січня 1981 року Джо-зеф Гранвілл, відомий радник із капіталовкладень у Флориді, відправив своїм клієнтам телеграму: «Ціни на акції різко впадуть; продавайте завтра». Згодом усі дізналися про пораду Грінвілла, і 7 січня стало чорним днем у всій історії Нью-Йоркської фондової біржі. За прогнозами експертів, акції втратили в ціні десь 40 мільярдів доларів».

Таким чином, у деяких випадках прогноз може мати управлінський вплив на соціально-економічну систему. В рамках чинних класифікацій активний прогноз може бути віднесений до інформаційного управління.

Проблеми прогнозування і управління активними системами (АС - системами, що включають керова-

них і/або керуючих суб'єктів, які володіють власними цілями і здатністю приймати рішення) розглядаються в [9; 10].

Розглянемо задачу, що виникають при прогнозуванні поведінки АС. Нехай АС розташована в деякому зовнішньому середовищі, і нашою метою дослідження є прогнозування розвитку системи на визначений термін. Ми маємо сукупність своїх уявлень про систему, аналіз якої дозволяє визначити стан моделі через необхідний термін часу. Отже, виникає проблема адекватності моделі в модельованій системі. Дослідженню цієї проблеми присвячено значне число робіт (див. подробиці в [11]). Обговоримо інший аспект відносин дослідника і досліджуваної системи.

Оскільки учасникам АС характерна активність, що відрізняє їх від повністю передбачених пасивних (наприклад, технічних) систем, то знання прогнозу може вплинути на їх діяльність. Як було зазначено вище, такий зворотний зв'язок може, зокрема, привести до самореалізації або самоанулювання прогнозу: оголошення прогнозу курсу валют може вплинути на цей курс; публікація прогнозу кон'юнктури фондового ринку може змінити стратегії дії його учасників і т. д.

Активні системи, для яких інформація про прогноз не змінює їх дію (результат збігається з прогнозом з погляду активності, але не адекватності моделі), у роботі [12] було запропоновано називати прогнозованими. Наведемо основні результати. Розглядалася задача прогнозованості поведінки активних систем у такому сенсі: якщо прогноз впливає на розвиток системи, то чи існує теорія прогнозування *{огесаїнф ікеогу}*, яка інтерпретується як відображення послідовності подій, що відбулися, у послідовність майбутніх подій, яка з урахуванням її впливу на поведінку учасників системи правильно передбачає майбутні події? Для відповіді на це питання вводиться поняття «суспільства» як сукупності його членів - суб'єктів, що характеризуються відображеннями прогнозованої інформації в дії, а дій - у майбутні стани системи, і приводяться умови, яким повинно відповідати це «суспільство» (точніше - ті відображення, які характеризують членів суспільства) для того, щоб прогнозування було можливе. З одного боку, для кожної прогнозуючої теорії множина суспільств, в яких з її допомогою можливе прогнозування, непорожня. З іншого боку, не існує універсальної (застосовної в обумовленому вище сенсі для будь-якого «суспільства») теорії прогнозування [12].

Для активних систем, що функціонують в умовах невизначеності, доведено, що в ряді випадків (умови наведено в [13]) механізми з платою за інформацію мають вищу ефективність, аніж «класичні» механізми управління, що використовують безпосереднє усунення існуючої невизначеності. Дійсно, якщо результат діяльності агента залежить від випадкового параметра, то інформація про майбутнє значення цього параметра (навіть що має форму прогнозу), яка зменшує невизначеність і придбана за плату (плата за прогноз), істотно збільшує можливості центру в управлінні агентами. Виникає при цьому задача пошуку компромісу (що вища плата, то точніша інфор-

мація, але в той же час збільшуються і витрати на придбання інформації) при загальновідомому вирішенні задачі управління зводиться до стандартної задачі умовної оптимізації [13].

Знання прогнозу може виявитися вигідним не тільки центру, а й менеджерам. Наприклад, у реалізованій теорії знання було менеджерами переваг один над одним є достатньою умовою побудови механізму реалізації функції колективного вибору [14; 15]. Якщо існують декілька точок рівноваги, і елементи мають різні прогнози, то підсумкова точка рівноваги, фактично, визначається прогнозом (у разі використання концепції рівноваги Штакельберга, ця властивість виражена найяскравіше). Крім того, роль прогнозу може виявитися як позитивною, так і негативною: нова точка рівноваги може як Парето - доминувати вихідну, так і навпаки.

У [10] активний прогноз розглядається як метод управління. Під активним прогнозом у цій роботі розуміють повідомлення центром деякої інформації елементам АС-агентам. Повідомлення центру може відображати його знання про навколишнє середовище, бути прогнозом поведінки даної АС (або інших АС) і т. д.

У згаданій вище роботі зазначається, що чинники впливу на точність прогнозу можна поділити на дві групи. Перша - це співвідношення між інформованістю центру і агентів, друга - можливість цілеспрямованого впливу центру на стан АС шляхом повідомлення інформації (власне, аспект активного прогнозу). При цьому слід мати на увазі, що прогнозований (з урахуванням впливу повідомленої інформації) стан системи може не відповідати тій інформації, яка стає надбанням гласності.

Таким чином, розглянута взаємодія між центром і агентами є не просто прогнозуванням, а саме управлінням. При цьому пасивний прогноз є окремим випадком і відповідає визначенню центром (на підставі наявної інформації) можливих станів АС без повідомлення інформації або з її повідомленням за умови, що отримувана інформація не змінює поведінки системи.

Мета - побудувати модель прийняття рішень учасниками АС (модель індивідуальної і колективної поведінки).

Обґрунтування отриманих наукових результатів. Розглянемо активну систему (АС), що складається з двох учасників - банку і менеджера, які мають власні переваги і здатність самостійно здійснювати деякі дії. При цьому банк відіграє роль керуючого органу, менеджер - роль керованого суб'єкта, причому первинний розподіл «ролей» може не бути фіксованим (див. моделі мережевої взаємодії в [3]).

Розглянемо модель прийняття рішень менеджером. Для того, щоб визначити, як задаються переваги менеджера (і банку), розглянемо взаємодію менеджера з навколишнім його оточенням, в яке можуть входити інші менеджери, керуючі органи, інші об'єкти і суб'єкти (які належать досліджуваній АС, так і є елементами зовнішнього середовища).

Нехай менеджер здатний вибрати деяку дію a з множини A - множини допустимих дій даного менеджера,

$a \in A$. У результаті вибору дії a під впливом оточення реалізується результат z діяльності менеджера, $z \in R$, де R - множина можливих результатів його діяльності. Можливий незбіг його дії і результату його діяльності може бути обумовлене впливом оточення - зовнішнього середовища, дій інших учасників АС і т. д.

Зв'язок між дією менеджера a і результатом g його діяльності може мати складну природу, яку можна описати розподілами ймовірності, нечіткими інформаційними функціями та ін. (див. [13]).

Уважатимемо, що менеджер має переваги над множиною результатів R , тобто має можливість порівнювати різні результати діяльності. Фіксовану перевагу менеджера позначимо через p_R , множину можливих переваг - через P_R .

Часто переваги менеджера з множини P_R можна параметризувати змінною t , яка набуває значень із підмножини T дійсної осі. Тобто кожній можливій перевазі менеджера $p_R \in P_R$ ставиться у взаємно однозначну відповідність значення параметра, що називається типом менеджера.

При виборі дії $a \in A$ менеджер керується своїми перевагами і тим, як вибрана дія впливає на результат діяльності $r \in R$, тобто деяким законом $W_1(-)$ зміни результату діяльності залежно від дії і обстановки, інформація про яку відображена змінною I . Вибір дії менеджером визначається правилом індивідуального раціонального вибору $Z^1(P_R, A, I) \in 2^A$, яке виділяє множину найбільш вагомих з погляду менеджера дій.

Правило індивідуального раціонального вибору визначимо так. Приймемо дві гіпотези:

- гіпотеза раціональної поведінки полягає в тому, що менеджер, урахувавши всю наявну інформацію, вибирає дії, які приводять до найбільш вагомих результатів діяльності (дана гіпотеза не є єдиною можливою (див., наприклад, концепцію обмеженої раціональності [16]);

- гіпотеза детермінізму полягає в тому, що менеджер прагне усунути, враховуючи всю наявну інформацію, існуючу невизначеність і приймати рішення в умовах повної інформованості [17] (іншими словами, остаточний критерій, яким керується особа, що приймає рішення, не повинен містити невизначених параметрів).

Пояснень потребують два поняття - використання «всієї наявної інформації» і «найбільш вагомих результатів діяльності».

Почнемо з другого поняття. Існують декілька способів завдання індивідуальних переваг. Найбільш поширені два з них - відношення переваги (бінарні [18], метризовані [19] та ін.) і функції корисності. Бінарне відношення визначає для пари альтернатив, яка з них є «кращою», функція корисності кожній альтернативі ставить у відповідність дійсне число - корисність цієї альтернативи. Відповідно до гіпотези раціональної поведінки менеджер вибирає альтернативу з множини «кращих» альтернатив. У випадку функцій корисності ця множина є множиною альтернатив, на яких досягається максимум функції корисності, у випадку відношень переваги множина вибору визначається складніше (див. [19]), що залежить від властивостей відношення переваги.

Вище йшлося про «найкращу» альтернативу. Але якщо переваги менеджера визначені на множині результатів діяльності, залежних, крім його дій, від обстановки, то в загальному випадку не існує однозначного зв'язку між дією менеджера і результатом його діяльності. Тому, приймаючи рішення про вибрану дію, менеджер повинен передбачати, до яких результатів можуть привести ті або інші дії і аналізувати перевагу відповідних результатів діяльності. Процес переходу від переваг p_R на множині R до індукованих переваг p_A на множині A , що ґрунтується на законі $W_7(-)$, називається усуненням невизначеності. У разі, коли переваги менеджера описувалися функцією корисності, його індуковані переваги описуватимуться цільовою функцією, яка кожній дії менеджера ставить у відповідність деяке дійсне число (яке може інтерпретуватися як його «виграш» від вибору цієї дії).

При розгляді математичних моделей прийняття рішень розрізнятимемо для фіксованого суб'єкта - учасника системи (підстава класифікації - об'єкти і суб'єкти, відносно яких є недостатня інформація) - об'єктивну невизначеність (неповна інформованість щодо параметрів оточення, які не залежать від учасників розглядуваної системи) і суб'єктивну невизначеність (неповну інформованість про принципи поведінки інших суб'єктів, тобто про активно змінні параметри). Невизначеність щодо параметрів, які описують учасників АС, називається внутрішньою невизначеністю, щодо зовнішніх (по відношенню до АС) параметрів - зовнішньою невизначеністю. Зовнішня об'єктивна невизначеність називається невизначеністю природи (або невизначеністю стану природи), внутрішня суб'єктивна невизначеність називається ігровою невизначеністю.

Нижче використовуватиметься така модель переваг та інформованості менеджера. Нехай переваги менеджера на множині можливих результатів його діяльності задані функцією корисності $F(-)$, а результат діяльності $z \in I$? залежить від дії $a \in A$ і оточення $s \in S$ відомим чином: $g = w(a, s)$. Тоді закон $W_7(-)$ визначається функцією $w(-)$ і тією інформацією I , якою володіє менеджер на момент прийняття рішення про вибрану дію.

Більш детально викладемо, що розуміємо під інформацією і яким чином усувається невизначеність того або іншого типу.

Розглянемо спочатку об'єктивну невизначеність (зовнішню або внутрішню). Тоді істотною для менеджера є інформація про оточення, якою можуть виступати:

- множина можливих значень оточення $S' \subset S$. Відповідна невизначеність називається інтервальною невизначеністю і усувається використанням максимального гарантованого результату:

$$f(a) = \min F(w(a, s)),$$

або оптимістичних оцінок:

$$f(a) = \max F(w(a, s)),$$

або їх комбінацій і т. д.;

- розподіл імовірності $p(s)$ на множині $S' \subset S$. Відповідна невизначеність називається ймовірнісною невизначеністю і усувається використанням очікуваних значень:

$$j\{a\} = \int_{s \in S'} F(w(a,s))p(s)ds,$$

можливо, з урахуванням ризику і моментів більш високих порядків;

- функція належності (3,5) нечіткої множини $S' \subset S$. Відповідна невизначеність називається нечіткою невизначеністю і усувається виділенням множини максимально невідоміючих дій.

Ми розглядали індивідуальне прийняття рішень. Розглянемо тепер ігрову (внутрішню суб'єктивну) невизначеність, у рамках якої істотними є припущення менеджера про множини можливих значень оточення (дій інших менеджерів, обраних ними в рамках тих або інших неточно відомих даному менеджереві принципів поведінки) залежно від його дій, тобто $S' = S'(\alpha)$.

Для опису колективної поведінки менеджерів, що входять у деяку багатоеlementну АС (що включає центр і декількох менеджерів), недостатньо визначити їхні переваги і відповідності раціонального індивідуального вибору окремо.

Як зазначалось вище, у разі, коли в системі є єдиний менеджер, гіпотеза його раціональної (індивідуальної) поведінки припускає, що менеджер поводить так, щоб вибором дії максимізувати значення своєї цільової функції. У разі, коли менеджерів декілька, необхідно враховувати їх взаємний вплив - у цьому разі виникає гра - взаємодія гравців (учасників деякої системи), в якій корисність кожного гравця залежить як від його власної дії (стратегії), так і від дій інших гравців. Якщо в силу гіпотези раціональної поведінки кожен із гравців прагне вибором стратегії максимізувати свою цільову функцію, то, зрозуміло, що в разі декількох гравців індивідуально раціональна стратегія кожного з них залежить від стратегій інших гравців. Набір таких раціональних стратегій називається рішенням гри (рівновагою).

Кожному з n гравців (менеджерів) поставимо у відповідність функцію виграшу $F_i(a)$, де $a = (a_1, \dots, a_n) \in$

$A' = \bigwedge [D_i]$ - вектор дій усіх гравців, $N = \{1, 2, \dots, n\}$ - множина гравців. Далі, використовуючи термінологію теорії ігор, будемо називати дії a_i стратегіями, а вектор a - ситуацією гри. Сукупність стратегій $a_i = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_n)$ називається обстановкою гри для i -го гравця.

Таким чином, раціональний колективний поведінці відповідає вибір гравцями рівноважних стратегій (тип рівноваги - повинен бути обмовлений у кожному конкретному випадку). Відзначимо, що будь-які концепції рівноваги повинні бути узгоджені (за $n - 1$) з уведеними вище принципами індивідуального раціонального вибору.

Більш того, у теоретико-ігрових моделях можна вважати, що обстановка гри визначає стан природи для даного гравця (менеджера), тобто $s = a_i, i \in N$, а результат діяльності буде один для всіх гравців - ситуація гри, тобто $z = a, i \in N$. Інформація гравця і ті припущення, які він використовує про поведінку інших гравців, відображають його принцип усунення невизначеності в рамках гіпотези детермінізму. Сукупність принципів усунення невизначеності, які використовуються гравцями, породжує тип рівноваги гри (принципу максимального гарантованого результату відповідає максимальна рівновага, принципу усереднення - рівновага Байєса, припущенню про фіксовану обстановку a^* , тобто $S'(a) = a_i$, відповідає рівновага Неша і т. д.) - стійкої в тому або іншому (обумовленому в кожному конкретному випадку) сенсі сукупності дій учасників системи.

Іншими словами, суб'єктивна (ігрова) невизначеність, як правило, усувається введенням тих або інших припущень про принципи поведінки учасників системи, що дозволяють однозначно до визначити вибрані ними стратегії [тобто усунення суб'єктивної невизначеності проводиться у два етапи - на першому етапі визначається концепція рівноваги, на другому етапі визначається принцип вибору гравцями конкретних рівноважних стратегій у випадку, якщо останніх декілька (гіпотеза доброзичливості, принцип гарантованого результату і т. д.)].

«Граничним» для всіх перерахованих вище типів і видів невизначеності є випадок «детермінованої» зміни результату діяльності - коли він не залежить від обстановки (або, що те ж саме, коли множина S' складається з єдиного елементу), тобто кожній дії $a \in A$ відповідає єдиний результат діяльності $r = w(a) \in R$. При цьому можна відразу вважати, що переваги менеджера задані на множині його дій. Якщо $F(-)$ - функція корисності менеджера, то його цільова функція/(-) у детермінованому випадку визначається як $f(a) = F(w(a))$.

Правило індивідуального раціонального вибору в детермінованому випадку полягає у виборі менеджером дії, що доставляють максимум його цільовій функції, тобто

$$Z^{wl}(P_R, A, I) = \underset{a \in A}{\text{Argm}} * KJ\{a\}.$$

Висновки. Таким чином, гіпотеза детермінізму полягає в тому, що менеджер, усуваючи невизначеність (тобто використовуючи МГР, математичне очікування, відношення невідоміювання, припущення про поведінку інших менеджерів і т. д. - залежно від типу і виду невизначеності), переходить від переваг, що залежать від невизначених чинників, до індукованих переваг, що залежать від його власних дій. Гіпотеза раціональної поведінки полягає в тому, що менеджер вибирає дії, найкращі з точки зору його індукованих переваг (прагне вибором дії максимізувати свою цільову функцію, якою може виступати гарантована корисність, очікувана корисність і т. д.).

Список використаних джерел

1. Вишнев С. М. Основы комплексного прогнозирования. - М.: Наука, 1977. - 289 с.
2. Мазманова Б. Г. Основы теории и практики прогнозирования. - Екатеринбург: ИПКУГТУ, 1998. - 128 с.
3. Статистическое моделирование и прогнозирование / Под ред. А. Г. Гранберга. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 383 с.
4. Твисс Б. Прогнозирование для технологов и инженеров. - М., 2000. - 255 с.
5. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений. - М.: Статистика, 1971. - 488 с.
6. Рабочая книга по прогнозированию / Под ред. И. В. Бестужева-Лады. - М., 1982.
7. Смирнов К. В. Политический анализ. - М.: Логос, 2002. - 152 с.
8. Майерс Д. Социальная психология. - СПб.: Питер, 1998. - 688 с.
9. Новиков А. М. Методология образования. - М.: Эгвес, 2002.
10. Новиков Д. А. Активный прогноз как метод управления // Труды III Международного семинара футурологов. Москва, 26-30 апреля 1997 г. - М., 1997. - С. 84-86.
11. Новиков Д. А. Обобщенные решения задач стимулирования в активных системах. - М.: ИЛУ РАН, 1998. - 68 с.
12. Tanaka H. Necessary and sufficient conditions for the existence of successful forecasting theory // Proceedings of XII International Conference on Systems Science. - Wroclaw, 1995.
13. Новиков Д. А. Стимулирование в социально-экономических системах (базовые математические модели). - М.: ИЛУ РАН, 1998. - 216 с.
14. Mas-Colell A., Whinston M. D., Green J. R. Microeconomic theory. - N. Y.: Oxford Univ. Press, 1995. - 981 p.
15. Moore J. Implementation, contracts and renegotiation in environment with complete information // Advances in Economic Theory. - Cambridge: Cambridge University Press, 1992. - Vol. 1. - P. 182-281.
16. Саймон Г. Науки об искусственном. - М.: Мир, 1972. - 147 с.
17. Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. - М.: Прогресс, 1979. - 504 с.
18. Шрейдер Ю. А. Равенство, сходство, порядок. - М.: Наука, 1971. - 254 с.
19. Новиков Д. А. Оптимальные механизмы стимулирования активной системы с вероятностной неопределенностью // Автоматика и Телемеханика. - 1995. - № 12.

Summary. This article is devoted to consideration the model of active prognosis of conduct of a bank. This model is the variety of informative management in the organization systems. **Keywords:** active prognostication, passive prognostication, playing model.