

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
«ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВИХ ТА БІЗНЕС ТЕХНОЛОГІЙ»**

**Л.І. ЛОЗОВСЬКА, Л.М. БАНДОРІНА,
Л.М. САВЧУК, К.О. УДАЧИНА**

**ПРОГНОЗУВАННЯ СОЦІАЛЬНО-
ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Дніпро 2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
«ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВИХ ТА БІЗНЕС ТЕХНОЛОГІЙ»**

**Л.І. ЛОЗОВСЬКА, Л.М. БАНДОРІНА,
Л.М. САВЧУК, К.О. УДАЧИНА**

**ПРОГНОЗУВАННЯ СОЦІАЛЬНО-
ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Друкується за Планом видання навчально-методичної літератури інститу,
затвердженим Вченою радою УДУНТ
Протокол №1 від 24.01.2022

Дніпро 2022

УДК 338.27

Лозовська Л.І., Бандоріна Л.М., Савчук Л.М., Удачина К.О. Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник. Дніпро : УДУНТ, 2022. 146 с.

Наведено методичні матеріали з дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів» з метою формування базових знань стосовно організації побудови прогнозів на персональних комп'ютерах, а також ефективного використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у професійній діяльності.

Призначена для студентів спеціальності 051 – Економіка денної та заочної форми навчання.

Укладачі: Л.І. Лозовська, канд. фіз.-мат. наук, доц. наук,
Л.М. Бандоріна, канд. екон., доц.
К.О. Удачина, канд. екон. наук, доц.
Р.В. Савчук, ст. викладач

Відповідальна за випуск Л.М. Бандоріна, канд. екон. наук, доц.

Рецензенти: Бакурова А.В., докт. екон. наук, професор, професор кафедри системного аналізу та обчислювальної математики НУ «Запорізька політехніка».

Турчина В.А., канд. фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри обчислювальної математики та математичної кібернетики Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара.

© Український державний університет науки і технологій, 2022

© Лозовська Л.І., Бандоріна Л.М.,
Савчук Л.М., Удачина К.О., 2022

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Прогнозування в ринковій економіці.....	5
1.1 Базові поняття й визначення.....	5
1.2 Логічна схема прогнозуючої діяльності.....	10
1.3 Основні фази процесу прогнозування.....	12
1.4 Типи прогнозованих процесів і завдань прогнозування.....	16
1.5 Типологічна класифікація прогнозів.....	20
1.6 Точність і надійність прогнозів.....	23
2 Класифікація й загальна характеристика методів прогнозування, що застосовуються в економічних системах.....	30
3 Статистичне вивчення динаміки.....	36
4 Загальна характеристика експертних методів.....	43
4.1 Підбір експертів.....	44
4.2 Розробка запитань і складання анкет.....	47
4.3 Методи проведення експертизи.....	49
4.4 Аналіз експертної інформації.....	55
5 Соціологічні методи прогнозування суспільно-економічних явищ..	61
5.1 Особисте інтерв'ю (face-to-face).....	61
5.2 Hall-test.....	62
5.3 Home-test.....	63
5.4 Глибинне інтерв'ю.....	64
5.5 Телефонне опитування.....	64
5.6 Фокус-група.....	64
6 Практичні роботи	66
6.1 Практична робота 1.....	66
6.2 Практична робота 2.....	73
6.3 Практична робота 3.....	86
6.4 Практична робота 4.....	93
6.5 Практична робота 5.....	99
6.6 Практична робота 6.....	106
6.7 Практична робота 7.....	114
7 Контрольні завдання.....	134
7.1 Тестові завдання.....	134
7.2 Теоретичні запитання.....	141
7.3 Практичні завдання.....	144
Література.....	145

ВСТУП

В сучасних економічних умовах, для яких характерним є збільшення масштабів виробництва, прискорення темпів інноваційних процесів, прискорення динаміки міжнародної конкуренції, глобалізація світогосподарських зв'язків, а також ліквідація централізованого механізму управління національною економікою, у результаті якої центр тяжіння планової організації економіки зрушився з державного-галузевого рівня на рівень підприємств, спостерігається зниження стійкості та можливості передбачення змін у сучасному бізнес-середовищі. Тож є очевидним, що в таких умовах ефективне управління організаціями має базуватися на постійному аналізі даних про зовнішнє середовище, пошуку нових стратегій та підходів, тобто економіка підприємства в майбутньому багато в чому залежить від рішень, що приймаються нині. А це означає що необхідно не лише пристосуватися до змін в принципах і підходах діяльності, але й передбачати їх.

Розробка прогнозів і складання на їх підставі планів в умовах ринкової економіки, яка характеризується постійними й динамічними змінами, є запорукою стійкого розвитку будь-якого підприємства. А це можливо тільки при наявності сучасних методів і оволодіння принципами умілого використання. Тому сучасним спеціалістам просто необхідно вчитися прогнозувати, оцінювати майбутнє й обґрунтовувати планові завдання.

Таким чином, метою дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів» є засвоєння знань про етапи, методи та моделі прогнозування соціально-економічних процесів.

Під час розв'язання запропонованих завдань студент має:

- вивчити теоретичні основи методології соціально-економічного прогнозування;
- набути вмінь застосовувати кількісні методи та моделі аналізу та прогнозування соціально-економічних процесів;
- використовувати комп'ютери та обчислювальну техніку для виконання розрахунків;
- підвищити спроможність до самостійної аналітичної роботи;
- виявити спроможність в розробці конкретних пропозицій з вдосконалення засобів і показників явищ і процесів, що вивчаються.

1 ПРОГНОЗУВАННЯ В РИНКОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

1.1 Базові поняття й визначення

Усюди в навколишньому нас світі (природі, техніці, людському суспільстві) протікають різні процеси, характер яких залежить від безлічі супутніх їм умов і факторів. Змінюючи умови протікання процесів, людина може впливати на їхній характер, змінювати їх, пристосовувати до своїх цілей. Це втручання в природний хід процесу, зміна його і представляє сутність управління.

Управління являє собою таку організацію того або іншого процесу, що забезпечує досягнення певних цілей.

Для того щоб управляти яким-небудь об'єктом, потрібно певним чином змінювати керуючі впливи на цей об'єкт. Така зміна керуючих впливів може здійснюватися за допомогою сигналів управління, що несуть відомості про необхідні значення цих управляючих впливів. Сукупність елементів системи, функцією яких є вироблення сигналів управління, називається **управляючим органом** або **органом управління**. Сукупність елементів системи, для яких виробляються сигнали управління, називається **об'єктом управління**.

Об'єкт, що управляється, у сукупності з органом управління утворюють **систему управління**. Зв'язок орган управління → об'єкт управління, по якому передаються управляючі впливи, називається **прямим**; зв'язок об'єкт управління → орган управління, по якій передається інформація про стан об'єкта управління – **зворотний**.

На протікання процесів управління впливають різноманітні зовнішні фактори, сукупність яких називається **зовнішнім середовищем** або **станом природи**. Для ухвалення правильного рішення про ті або інші дії необхідно знати стан природи, а наявна інформація про нього часто неповна й перекручена. Таким чином, виникає завдання ухвалення рішення в умовах невизначеності.

Системи, у яких для формування управляючих впливів не використовується інформація про значення управляючих величин, прийнятих ними в процесі управління, називаються **розімкнутими системами управління** або **системами без зворотного зв'язку**; у протилежному випадку

система управління називається *замкнутою* або *системою управління зі зворотним зв'язком*.

На рисунку 1.1 наведено структуру системи управління.

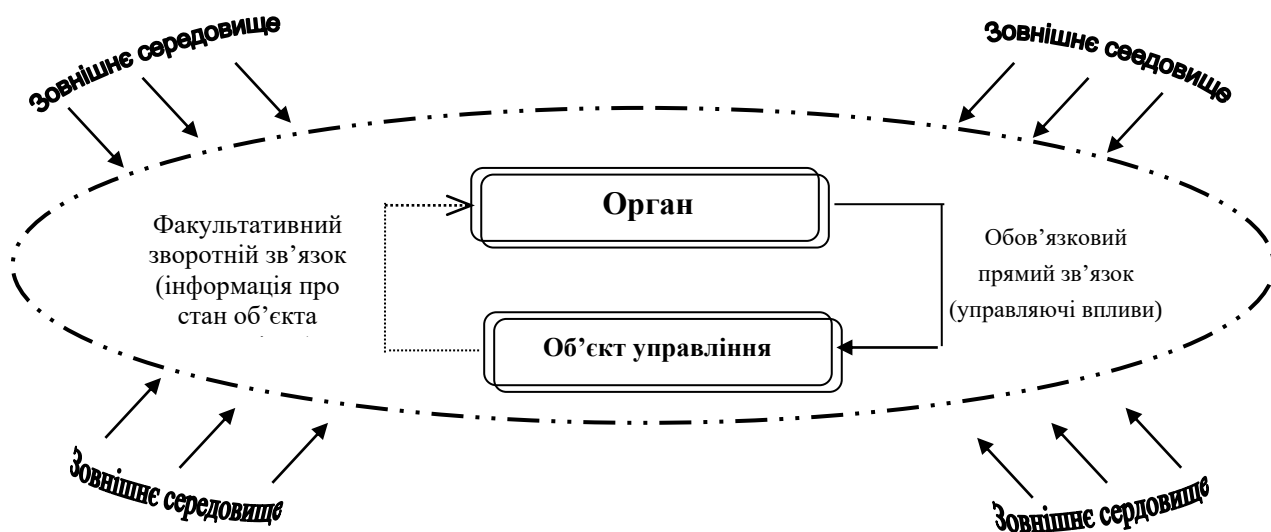


Рисунок 1.1 – Структурна схема системи управління

Процес управління можна розбити на три етапи:

- 1) збір і обробка інформації про об'єкт управління з метою оцінки сформованої ситуації;
- 2) ухвалення рішення про найбільш доцільні дії;
- 3) передача рішення у вигляді сигналів управління;
- 4) виконання ухваленого рішення.

Інтервал часу між закінченням збору інформації й початком виконання ухваленого рішення називається **часовим лагом управління**. Часовий лаг відображає тривалість періоду запізнювання органа управління і старіння інформації про об'єкт управління. Тому управління, що базується на поточній інформації про об'єкт управління та інформації за попередні періоди (**ретроспективної інформації**), не може бути ефективним, тому що засновано на застарілій інформації про об'єкт прогнозування. Для одержання ефективних керуючих впливів необхідно використати **прогнозну інформацію**, тобто інформацію про стан об'єкта прогнозування в майбутні моменти часу, тобто розробляти прогноз.

Під **прогнозом у широкому сенсі слова** розуміють імовірнісну оцінку можливих шляхів і результатів розвитку системи, а також необхідних для цього ресурсів і організаційних мір.

Прогноз у вузькому сенсі слова – це висловлення, що фіксує в термінах якої-небудь мовної системи відомості про майбутню подію й задовольняє наступну умови:

1. У момент висловлення не можна однозначно визначити його істинність або хибність, – тобто прогноз – це висловлення про подію, яка ще не спостерігається.
2. Висловлення повинне містити вказівку на період часу і місце здійснення прогнозованої події. Висловлення «Людина обов'язково полетить на Марс» не є прогнозом, тому що в ньому не зазначено просторово-часовий інтервал даної події.
3. У момент висловлення повинен існувати спосіб верифікації (тобто перевірки) методу прогнозування. Ця вимога обумовлена необхідністю практичного використання результатів прогнозування – інтуїтивні або волюнтаристичні прогнози, як правило, не використовуються як основа плану, програми.

Способом верифікації методу прогнозування може бути:

- посилення на інший метод, ефективність якого перевірена на інших конкретних об'єктах;
- посилення на ефективність і працездатність даного методу в минулому при застосуванні його до об'єктів тієї ж природи;
- логічна строгість і несуперечність висновку й відповідність результату основним законам природи.

4. Повинен існувати спосіб апіорної оцінки ймовірності появи прогнозованої події.
5. Повинен існувати спосіб перевірки здійснення прогнозованої події. Ця вимога дозволяє відсівати безглузді або тривіальні висловлення, на перший погляд гаданими прогнозами. Наприклад, «зростання населення Землі в період з 2024 по 2030 р. буде позитивним і виразиться кінцевим числом».

Існує ще ряд філософських і економічних понять, так чи інакше пов'язаних з поняттям «прогноз». Зупинимось на них докладніше.

Антиципація (від латинського *anticipatio* – передбачення, передбачення подій) – це логічно сконструйована модель майбутнього з поки невизначеним рівнем вірогідності. Прикладом антиципації є місто Сонця Томазо Кампанелла,

сконструйоване ним в 1602 р. і опубліковане в 1623 р. – місто, у якому скасована власність і сім'я, діти виховуються державою, праця є почесним обов'язком для всіх, робочий день скорочений до 4 годин завдяки високій продуктивності праці, завдяки ефективним механізмам, величезна увага приділяється розвитку науки, освіті і трудовому вихованню.

Під **пророкуванням** розуміють неймовірне висловлення про майбутнє, засноване на абсолютній вірогідності. Яскравим прикладом пророкування є народні прикмети.

З погляду невизначеності ці три види передбачення пов'язані між собою таким чином (рис. 1.2).

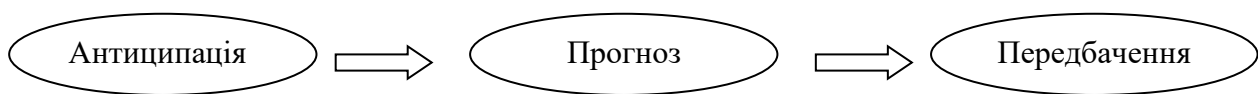


Рисунок 1.2 – Взаємозв'язок між видами передбачення

Управління буває необхідним як для ефективного функціонування системи управління, так і для її розвитку в необхідному напрямку. Управління розвитком складається у формуванні плану розвитку об'єкта й у реалізації цього плану. Основою планування є прогнозування, тобто прогнозування передує плануванню і є його основою. В економічних підсистемах поняття «прогноз» і «план» часто вживають як ідентичні. Однак така заміна неправомочна з наступних міркувань (табл. 1.1).

З поняттями «план» і «прогноз» тісно пов'язане поняття «програма».

Програма – це погоджена за коштами, часом і простором сукупність економічних, соціальних, технічних, виробничих, організаційних і науково-дослідних заходів, спрямованих на досягнення певної мети. **Мета** – це бажаний стан об'єкта в майбутньому, кінцевий результат, який необхідно одержати. Вихідним пунктом формування програми є формулювання мети та визначення бажаного рівня її реалізації. З погляду програмного методу планування мети діляться на дві основні категорії: мети розвитку і мети створення. Кожна програма задається сукупністю наступних основних характеристик:

- метою;
- структурою робіт;
- обсягами витрат по програмі й кожній з робіт;
- розподілом витрат по елементах структури й за часом.

Таблиця 1.1 – Відмінності плану від прогнозу

	План	Прогноз
1.	Має директивний (тобто обов'язковий) характер. Завдання плану – показати, що повинне бути	Має індикативний (рекомендаційний) характер. Завдання прогнозу – показати, що може бути
2.	Має строго певний термін дії	Може розроблятися на будь-які періоди. Найчастіше прогнозуються події, які не укладаються в рамки термінів планів
3.	План є одноваріантним – затверджений план це єдиний варіант розвитку суб'єкта господарювання, а також необхідних для цього ресурсів і організаційних заходів	Прогноз є різноманітною гіпотезою розвитку суб'єкта господарювання
4.	План містить конкретні завдання підлеглим організаційним структурам (підрозділам)	Прогноз не містить конкретних завдань підрозділам
5.	План визначає тільки ті економічні параметри, на які може впливати суб'єкт господарювання	Прогноз охоплює більш широке коло явищ
6.	План повинен бути строго збалансованим	Прогноз може не бути збалансованим і може стосуватися окремого напрямку діяльності, окремої галузі

Оцінка термінів реалізації програми є похідною від цих характеристик.

Програма, як і план, характеризується однозначністю показників. Програма передбачає подальшу деталізацію плану – у ній звичайно вказуються й конкретні виконавці робіт, система контролю, звітності, координації з іншими програмами. Однак у випадку безперервного прогнозування програма взаємодіє із прогнозом і у випадку переходу до нового варіанта прогнозу коректування вносяться в програму без зміни планових показників (рис. 1.3).

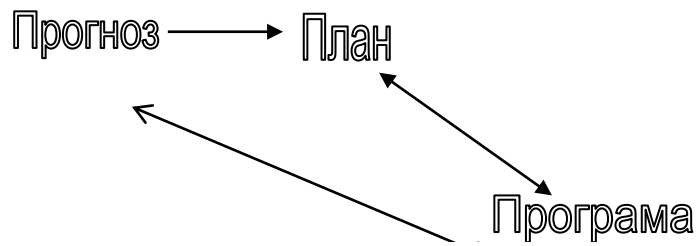


Рисунок 1.3 – Взаємозв’язок прогнозу, плану і програми

1.2 Логічна схема прогнозуючої діяльності

Логічна схема прогнозуючої діяльності може бути виражена наступною формулою:

$$A(b)=P, \quad (1.1)$$

де b – *інформаційний базис прогнозу* (або *об’єкт прогнозу*);

A – *предиктор* (будь-яка структурно-структурно-організована система, функцією якої є прогнозування);

P – імовірнісне висловлення або система висловлень про об’єкт прогнозування, результат прогнозуючої діяльності, що містить вказівку на просторовий і часовий інтервал, усередині якого відбудеться прогнозована подія.

В економічних системах предиктор повинен задовольняти наступним вимогам:

1. Виробляти чіткі варіанти розвитку для вивчення й прийняття на їхній основі рішення.
2. Надавати можливість кількісної оцінки варіантів розвитку.

Що таке мета прогнозу? Нехай даний деякий об’єкт X , тобто дані його диференціальні ознаки Π_1, Π_2, Π_3 . Припустимо, що список неповний і виникла необхідність спланувати експеримент для вивчення деяких ще невідомих характеристик об’єкта X . Тоді *метою прогнозу* буде знайти невідому властивість Π^* , а об’єктом – сама властивість Π^* . Мета визначає об’єкт прогнозу. Предиктор A , що впливає на об’єкт прогнозування b при пошуковому прогнозуванні, і зворотний предиктор A^{-1} , що впливає на прогноз при нормативному прогнозуванні, становлять *суб’єкт прогнозу*.

Прогнозування, що відштовхується від наявного в цей момент інформаційного базису й спрямовано в майбутнє, називається **пошуковим**.

Існує й інший підхід до прогнозування – так зване **нормативне прогнозування**. При нормативному прогнозуванні спочатку оцінюють майбутні цілі, потреби й т.п. і прогноз будують у зворотному напрямку – з майбутнього в сьогодення. Логічна схема нормативного прогнозування має такий вигляд:

$$A^{-1}(P)=b, \quad (1.2)$$

де A^{-1} – будь-яка структурно-структурно-організована система, функцією якої є знаходження зв'язку між P и b (прогнозом і об'єктом прогнозування).

На рисунку 1.4 наведена схема прогнозування при нормативному й пошуковому підходах.

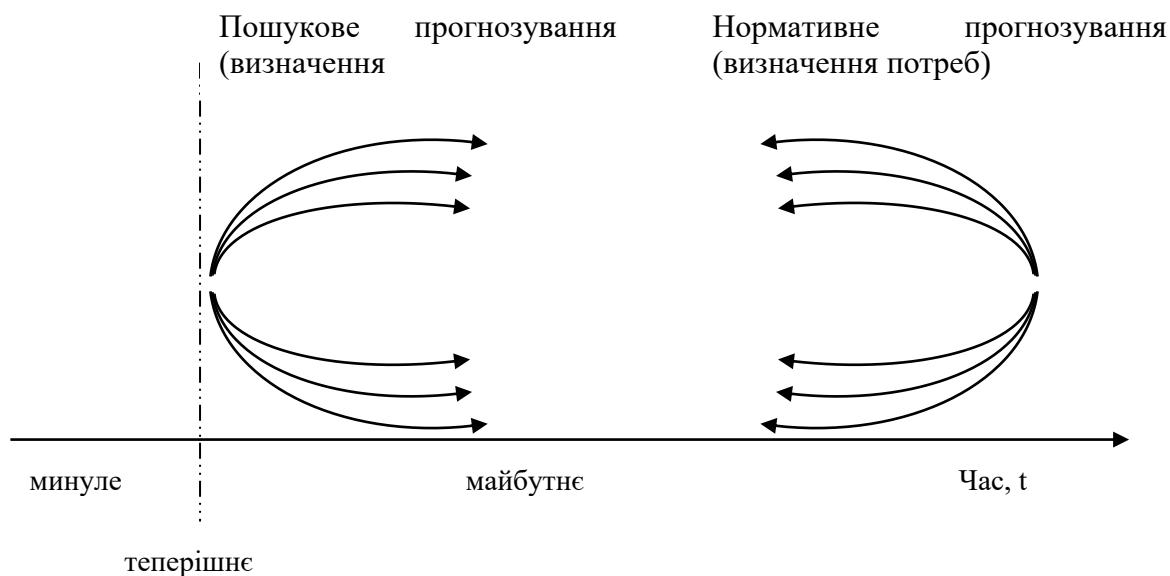


Рисунок 1.4 – Схема пошукового і нормативного прогнозування

Перевага **пошукового прогнозування** полягає в його незалежності і неупередженості. Прогноз будується на основі об'єктивної інформації про тенденції розвитку об'єкта, базуючись на статистичних і звітних даних. Однак цей прогноз інертний стосовно сформованих тенденцій, перебільшує роль традицій і еволюції в розвитку об'єкту.

Нормативне прогнозування більш активне і цілеспрямоване, породжує революційні ідеї, дозволяє переборювати інерцію традиційних шляхів розвитку. Однак відрив від бази становить небезпеку відриву від реальності, відкриває можливість видати бажане за дійсне.

1.3 Основні фази процесу прогнозування

У повному циклі виробництва прогнозу розрізняють три основні стадії: ретроспекції, діагнозу і прогнозу. Кожна стадія починається в точно певний момент, має точно сформульовані завдання і закінчується одержанням конкретних результатів.

Стадія ретроспекції – це стадія збору інформації про об'єкт прогнозування. Інша назва стадії – стадія синтезу об'єкта прогнозу.

Основні завдання, що розв'язуються на стадії ретроспекції:

1. Уточнення об'єкта прогнозу, тобто уточнення зв'язків об'єкта прогнозу з іншими об'єктами, визначення умов існування об'єкта й переходу з одного стану в інший, визначення спектра можливих і припустимих змін його характеристик.
2. Точне формулювання ознак і параметрів об'єкта прогнозу в цілому.
3. Декомпозиція об'єкта на структурні одиниці. Мета – підвищити вірогідність прогнозування шляхом розробки так званих сингулярних прогнозів. Сингулярний прогноз – це прогноз, що відноситься до одного об'єкта певного масштабу. Наприклад, прогноз купівельної спроможності родини. Розробка сингулярних прогнозів зажадає описи цих структурних одиниць і зв'язків між ними та більш глибокого розкриття властивостей об'єкта прогнозу та їхнього прогнозування, що підвищує його вірогідність.
4. Визначення значень ознак і параметрів як об'єкта в цілому, так і його структурних одиниць у кожний фіксований момент часу в минулому, починаючи від деякого моменту до моменту одержання предиктором завдання на виробництво прогнозу.
5. Створення гіпотетичної *n-параметричної* моделі об'єкта прогнозу.

Стадія ретроспекції або синтезу об'єкта прогнозу містить у собі опис самого об'єкта прогнозу і опис середовища, у якому він функціонує. Опис об'єкта прогнозу включає диференціальні (відмітні) риси об'єкта прогнозу. Опис середовища являє собою огляд, що містить дані щодо ситуації, всередині якої протікають конкретні процеси, що є об'єктом прогнозу. Ці дані відносяться до всіляких сторін прогнозованої ситуації і містять у собі опис окремих фактів і подій, що мають прямий або непрямий вплив на реалізацію конкретної події.

Такий огляд називають **сценарієм**. Сценарій повинен акумулювати в собі тільки таку інформацію, що необхідна для прогнозу, тобто відповідати принципу мети.

На **стадії діагнозу** вирішуються наступні завдання:

1. Визначення мети прогнозу.
2. Визначення відносини предиктора до об'єкта прогнозу. Прогноз, при якому предиктор не впливає на об'єкт прогнозу, називається **пасивним** або **конфірмативним**, у протилежному випадку – **активним** або **планіфікаційним**.
3. Визначення поточних значень характеристик об'єкта прогнозу.
4. Оцінка погрішності моделі об'єкта прогнозу.
5. Визначення можливих методів прогнозування та їхньої кількості. Вибір методу визначається природою прогнозованого об'єкта. Найчастіше дослідникові доводиться модифікувати наявні методи або створювати нові.
6. Визначення способів оцінки й перевірки вірогідності прогнозу.

Стадія прогнозу полягає в застосуванні обраних методів прогнозування до кожної з виділених структурних одиниць із наступним синтезом і стикуванням отриманих сингулярних прогнозів. Стадія прогнозу складається із трьох тактів:

- 1) сингулярний такт;
- 2) такт синтезу;
- 3) такт стикування.

У процесі **сингулярного такту** проводиться така кількість сингулярних прогнозів, що було визначено на стадії діагнозу. Кожний сингулярний прогноз є будівельним матеріалом, з якого буде синтезуватися прогноз усього об'єкта. Принципи розробки сингулярних прогнозів на такті сингулярних прогнозів:

1. **Принцип спроможності** – всі сингулярні прогнози повинні бути спроможними, тобто для кожного з них повинні бути виконані всі завдання і вимоги, визначені на стадії ретроспекції й діагнозу. Мультиплетний прогноз, що є кон'юнкцією сингулярних прогнозів, спроможний тоді, коли сингулярні прогноз-складові всі спроможні:

$$m = S_1 \wedge S_2 \wedge S_3 \wedge \dots \wedge S_{до},$$

де m – мультиплетний прогноз;

S_i – сингулярний прогноз i -го об'єкта прогнозу;

до – кількість об'єктів.

2. **Принцип послідовності** – перехід від локального прогнозу до більш загального. Такий перехід можливий тільки тоді, коли доведена спроможність кожного прогнозу при строгій відповідності послідовності розробки прогнозу збільшенню масштабу об'єкта. За ознакою масштабності об'єкта розрізняються прогнози шести рівнів:

- суперглобальний (об'єктом прогнозу є міжнародні зв'язки);
- глобальний (зв'язки всередині країни);
- субглобальний (галузеві зв'язки);
- суперлокальний (зв'язки всередині підприємства);
- локальний (зв'язки всередині підрозділу / цеху);
- сублокальний (зв'язки всередині бригади / робочої групи).

За цим принципом черговість прогнозування при переході від локального до загального наступна:

$$(((P_{\text{сублокальний}} \rightarrow P_{\text{локальний}}) \rightarrow P_{\text{суперлокальний}}) \rightarrow P_{\text{субглобальний}}) \rightarrow P_{\text{глобальний}}) \rightarrow P_{\text{суперглобальний}}$$

3. **Принцип пріоритетності**: при розробці двох або декількох сингулярних прогнозів першим проводиться прогноз, що має менший час попередження (пріоритет за часом упередження) і за допомогою методу, що має меншу розрахункову похибку точності (пріоритет за точністю).

Наслідок: із двох або декількох конкуруючих прогнозів перевага завжди віддається прогнозу з мінімальною розрахунковою помилкою.

Конкуруючими називаються прогнози щодо того самого об'єкта, того самого часу упередження, що відрізняються різними значеннями параметрів і точністю за однієї або декількома шкалами.

Принцип пріоритетності для залежних сингулярних прогнозів: із двох або декількох сингулярних прогнозів перевагу мають незалежні об'єкти в процесі розробки прогнозів.

4. **Принцип ощадливості**: із двох методів прогнозування, що мають ту саму точність для даного класу об'єктів, перевага віддається методу з меншою кількістю дій, що приводять до формулювання прогнозу.

Такт синтезу сингулярних прогнозів на етапі прогнозу складається в об'єднанні сингулярних прогнозів відповідно об'єднанню структурних елементів об'єкта прогнозу в структуру об'єкта. Процес синтезу регламентується наступними правилами:

1) Синтезуються тільки сумісні прогнози – тобто прогнози таких об'єктів, які по своїй природі відносяться до одного класу об'єктів, і

$$\Pi \neq \Pi_k \cap \Pi_l \cap \dots \cap \Pi_r,$$

де Π – результат синтезу;

Π_i – сингулярні прогнози;

k, l, r – індекси класів об'єктів.

2) Синтезуються прогнози тільки одного масштабу – забороняється, наприклад, синтезувати сингулярний сублокальний із сингулярним локальним прогнозом і т.д.

3) Забороняється синтезувати сингулярні конкуруючі прогнози.

Такт стикування прогнозів полягає в об'єднанні за певними правилами синтезованих прогнозів різних масштабів і прогнозів об'єктів, що належать до різних за природою класів. Проблема стикування насамперед пов'язана з розробкою правил, допущень і обмежень для стикування прогнозів з метою одержання заможних прогнозів. Ці правила наступні:

1) Стикуються прогнози сусідніх масштабів з дотриманням твердої послідовності переходу від меншого масштабу до більшого.

2) Стикуються сингулярні прогнози з бінарними, бінарні з мультиплетними – сингулярний прогноз не може стикуватися з мультиплетним.

3) Крапкові прогнози не стикуються з інтервальними.

4) Не стикуються конкуруючі прогнози.

Завдання прогнозування економічних об'єктів відноситься до області проблем великих систем управління.

Успішне розв'язання цього завдання вимагає системного підходу, що базується на наступних принципових моментах:

1. Визначаються цілі наступної діяльності і субординація цих цілей.

2. Проводиться порівняння альтернативних шляхів і методів досягнення поставлених цілей, що відрізняються одна від одної витратами, надійністю і термінами реалізації.
3. Здійснюється соціальна оцінка цілей і методів їхнього досягнення, включаючи непрямі оцінки різного типу.

1.4 Типи прогнозованих процесів і завдань прогнозування

Іноді прогноз заснований на добре вивчених закономірностях і здійснюється напевно. Ніхто не сумнівається, що слідом за ніччю наступить день. Методи прогнозування руху космічних апаратів розроблені настільки, що можливо автоматичне стикування кораблів. Однак прогнозування, що встають перед менеджером проблеми, звичайно не дозволяють дати однозначний обґрунтований прогноз.

Чому не можна пророчити на який бік упаде підкинута монета, але можна пророчити сонячне або місячне затьмарення на тисячі років уперед з точністю до секунди? Тут ми маємо справу із двома різними типами процесів: випадковими й детермінованими. Існує й третій тип – так звані ймовірнісні процеси, які займають проміжне положення і для яких точні співвідношення встановлюються не для одного, а для багатьох досвідів.

Детермінованими називаються процеси, викликані дією ряду відомих причин. Прогнозування детермінованих процесів може бути на як завгодно великий період, при цьому збільшення часу прогнозного періоду не знижує точності прогнозу. В імовірнісних і випадкових процесах це правило не діє.

Випадковими називаються процеси, плин яких визначають випадкові фактори; **імовірнісними** – процеси, плин яких визначає деяку множину детермінованих і випадкових факторів. Завданням прогнозування є визначення детермінованої частини факторів, що обумовлюють прогнозований процес, і уточнення ймовірнісної частини.

У реальних процесах присутні всі три складові: детермінована, ймовірнісна та випадкова. Наприклад, висота підйому води при морському припливі залежить від детермінованої складової (положення місяця і сонця), ймовірнісної (напряму і силу вітру) і випадкової (інтенсивність морського транспортного потоку й водотоннажність суден у даному районі узбережжя). Перші дві складові принципово передбачувані, третя – ні.

Проблема прогнозування в економічних системах, внаслідок швидких, часом погано передбачуваних змін зовнішнього середовища, за останнє десятиліття стала особливо складною. З урахуванням цих труднощів і критичності помилок у прогнозах деякі фахівці були змушені заговорити про даремність прогнозування.

Насправді прогнозування – це обов’язок, що у явній або неявній формі неминуче повинні виконувати всі організації. По визначенню основоположника наукового менеджменту Анрі Файоля, управляти – це означає:

- а) передбачати – вивчати майбутнє і установлювати програму дій;
- б) організовувати – будувати подвійний організм підприємства: матеріальний і соціальний;
- в) розпоряджатися – пускати в хід персонал підприємства;
- г) погоджувати – пов’язувати і поєднувати, сполучити всі дії та зусилля;
- д) контролювати – спостерігати, щоб усе відбувалося згідно до встановлених правил та розпоряджень.

Крім одержання можливих майбутніх оцінок тих або інших досліджуваних параметрів, метою прогнозування також є спонукання до міркування про те, що може відбутися в зовнішньому середовищі і до яких наслідків для фірми це призведе. Прогнозування підвищує пильність менеджерів і, отже, їхня здатність реагувати на зміни. Цей ефект досягається навіть тоді, коли план не виконано у зв’язку з тим, що деякі гіпотези, покладені в основу прогнозного сценарію, не матеріалізувалися. Грамотно зроблений прогноз дозволить заощадити фінансові ресурси, пророчить розвиток нових технологій, навіть якщо науково-технічні зміни не вплинули на виробництво продукції.

Менеджерові доводиться прогнозувати майбутнє, приймати рішення і діяти, буквально купаючись в океані невизначеностей. Чому ж залишається невизначеність? – Корисно ввести класифікацію факторів невизначеності на **СТЕПП-фактори** (за першими літерами слів – соціальні, технологічні, економічні, природні, політичні, тобто об’єктивні фактори невизначеності, що не залежать від об’єкту і суб’єкту прогнозування) і **фактори оточення** (специфічні для даного об’єкту прогнозування, на які суб’єкт прогнозування може впливати).

Частина СТЕПП-факторів пов'язана з недостатністю знань про природні явища й процеси, наприклад:

1. Невизначеності, пов'язані з недостатніми знаннями про природу (наприклад, нам невідомий точний обсяг корисних копалин у конкретному родовищі, а тому не можна точно пророчити розвиток видобувної промисловості і обсяг податкових надходжень від її підприємств).
2. Невизначеності природних явищ, таких, як погода, що впливає на врожайність, на витрати на опалення, на туризм, на завантаження транспортних шляхів та ін.
3. Невизначеності, пов'язані зі здійсненням діючих (несподівані аварії) і проєктованих (можливі помилки розроблювачів або фізична неможливість здійснення процесу, що заздалегідь не вдалося пророчити) технологічних процесів.

Інша частина СТЕПП-факторів пов'язана з діловим оточенням фірми, менеджер якої займається прогнозуванням, на макроекономічному рівні:

1. Невизначеність майбутньої ринкової ситуації в країні, у тому числі відсутність достовірної інформації про майбутні дії постачальників у зв'язку з мінливими перевагами споживачів.
2. Невизначеності, пов'язані з коливаннями цін (динамікою інфляції), норми відсотка, валютних курсів та інших макроекономічних показників.
3. Невизначеності, пов'язані із соціальними й адміністративними факторами в конкретних регіонах, у яких наша фірма має ділові інтереси.
4. Зовнішньоекономічні невизначеності, пов'язані із ситуацією в закордонних країнах і міжнародних організаціях, з якими ви підтримуєте ділові відносини.
5. Невизначеності, породжені нестабільністю законодавства й поточної економічної політики (тобто з діяльністю управління країни, міністерств і відомств), пов'язані з політичною ситуацією, діями партій, профспілок, екологічних та інших організацій у масштабі країни.

Фактори оточення погоджують невизначеності, пов'язані з діяльністю учасників економічного життя (насамперед партнерів і конкурентів нашої фірми), зокрема, з їхньою діловою активністю, фінансовим становищем, дотриманням зобов'язань. Можливо, вони будуть боротися з нами, прагнути до витиснення нашої фірми з ринку. Але можливі й переговори, що ведуть до взаємовигідної домовленості.

У цілому завдання прогнозування можна розбити на такі класи:

- 1) **За видом подання інформації** завдання прогнозування діляться на прогнозування безперервних і дискретних процесів. У безперервних процесах інформацію несе сигнал, що безупинно міняється в часі. Найчастіше вона виникає при управлінні безперервними виробничими процесами в системах автоматичного регулювання. Вирішується вона, як правило, за допомогою прогнозуючих пристроїв аналогового типу. У дискретних процесах інформація представлена у вигляді послідовності значень, які приймаються у фіксовані моменти часу. Рішення здійснюється дискретними прогнозуючими пристроями або програмним шляхом за допомогою ЕОМ.
- 2) **За типом прогнозованого процесу** завдання прогнозування діляться на прогнозування детермінованих і випадкових процесів. Прогнозування детермінованих процесів виконується за допомогою методів математичного аналізу, методів наближених обчислень, а прогнозування випадкових процесів – методами теорії ймовірностей.
- 3) **За принципом постановки** завдання виділяють завдання прогнозування і завдання попередження. У завданні прогнозування необхідно знайти значення параметрів процесу поза інтервалом спостереження, у завданні попередження – безупинно оцінювати значення параметрів досліджуваного процесу в моменти часу, зрушені щодо сучасний момент на фіксований інтервал t .

1.5 Типологічна класифікація прогнозів

Стосовно об'єкта прогнозу прогнози діляться на:



Рисунок 1.5 – Класифікація прогнозів за об'єктами прогнозування

Активні (планифікаційні) прогнози – це прогнози, у яких проводиться вплив предиктора на об'єкт прогнозу. Цей вплив може бути спрямовано на зміну окремих сторін об'єкта прогнозу без зміни його як якісної визначеності, – відновлення, реконструювання, видозміна і т.п. Такий прогноз майбутнього стану об'єкта прогнозу називається **конструктивним**. Якщо вплив предиктора спрямовано на ліквідацію об'єкта прогнозу як якісної визначеності, то прогноз майбутнього стану об'єкта прогнозу називається **деструктивним**.

Пасивні (конфірмативні) прогнози – це прогнози, у яких відсутній вплив предиктора на об'єкт прогнозу. Метою конфірмативного прогнозу є підтвердження або спростування якого-небудь гіпотетичного припущення про об'єкт прогнозу. До конфірмативних прогнозів відносяться так звані оціночні і орієнтовні прогнози.

Оціночні прогнози – це прогнози, що виступають як критерії для оцінки яких-небудь подій. Наприклад, прогнози результатів ігор або змагань.

Орієнтовні прогнози – це прогнози, пов'язані з орієнтуванням у навколишньому світі – наприклад, навігаційні прогнози.

Класифікація прогнозів за способом виведення прогнозу та типом прогнозованих властивостей наведена на рисунку 1.6.

Інтуїтивні прогнози будують на підставі неусвідомлюваних у момент прогнозування методів.

Логічні прогнози мають логічне (теоретичне) обґрунтування у вигляді методу прогнозування, способів оцінки отриманих результатів і т.п. І ті, й інші можуть бути кількісними і якісними.

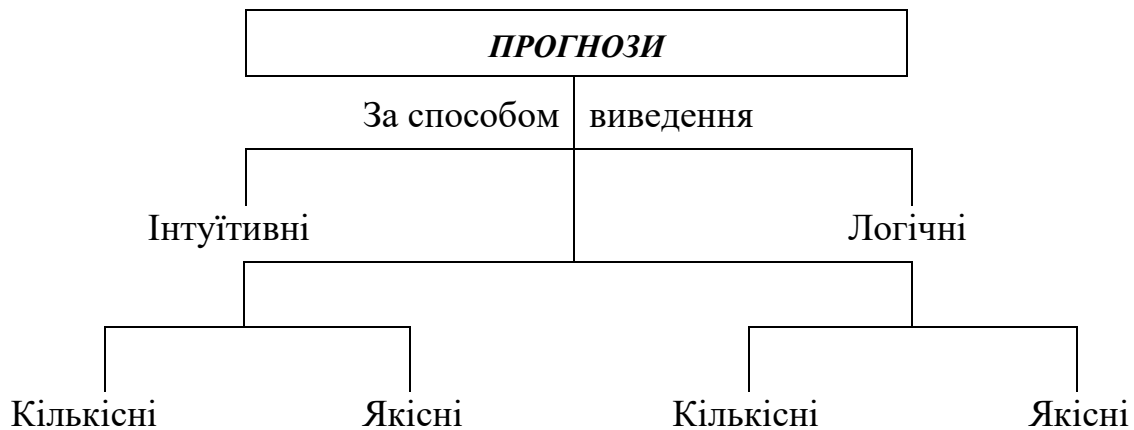


Рисунок 1.6 – Класифікація прогнозів за способом виведення прогнозу та типом прогнозованих властивостей

Кількісні прогнози – це прогноз кількісних властивостей об’єкта прогнозування; **якісні** – це прогноз якісних властивостей відповідно.

Як розрізняють прогнози за кількістю методів, що використовуються при розробці прогнозів можна побачити на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Класифікація прогнозів за кількістю методів

Симплексні прогнози – це прогнози, при розробці яких був застосований один метод; **дуплексні** – два; **комплексні** – більше 2-х методи.

Також прогнози розрізняють за охопленням прогнозування об’єкта дослідження (рис. 1.8).

За величиною періоду упередження виділяють **короткострокові** прогнози; **середньострокові** прогнози; **довгострокові** прогнози. Залежно від об’єкта прогнозу часові рамки кожного з таких прогнозів різні. Для економічних систем короткостроковим прогнозам відповідає часовий інтервал

до 1,5-2 років, середньостроковим – до 5 років, довгостроковим – до 10-15 років. Ця класифікація наведена на рисунку 1.9.

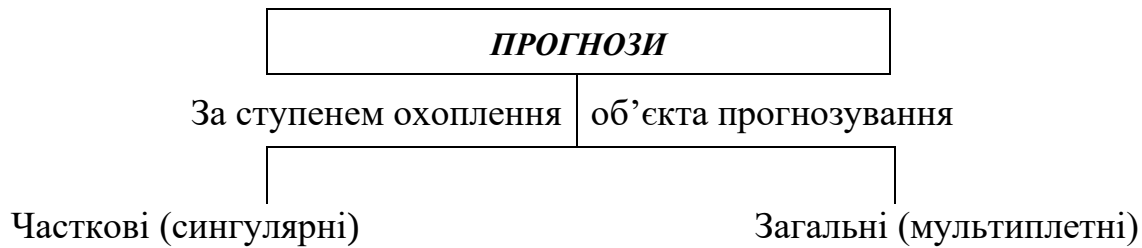


Рисунок 1.8 – Класифікація прогнозів за ступенем охоплення об'єкта прогнозування



Рисунок 1.9 – Класифікація прогнозів за часом попередження

Розрізняють прогнози і за характером прогнозної оцінки (рис.1.10).

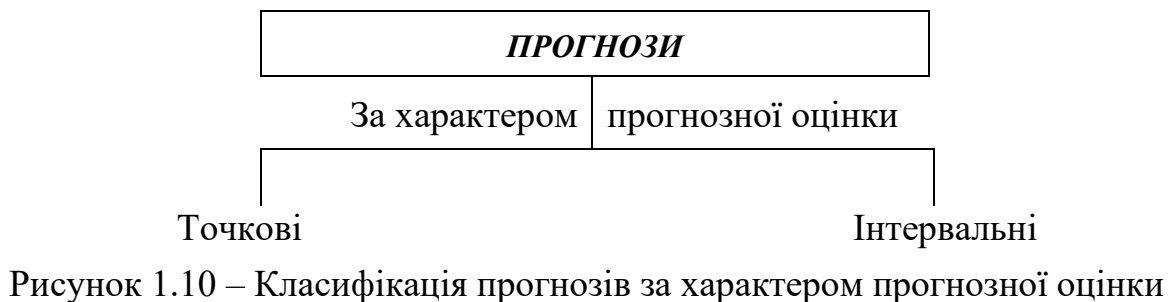


Рисунок 1.10 – Класифікація прогнозів за характером прогнозної оцінки

Точкові прогнози надають єдине значення на осі значень прогнозованого параметра або осі часу, або осі ймовірностей, а інтервальні – інтервал значень на відповідних осях.

Класифікація прогнозів за характером процесу розробки наведена на рисунку 1.11.

За типом об'єкта прогнозу розрізняють такі види прогнозів:

- науково-технічні;
- економічні;
- природничо-наукові;
- соціальні.

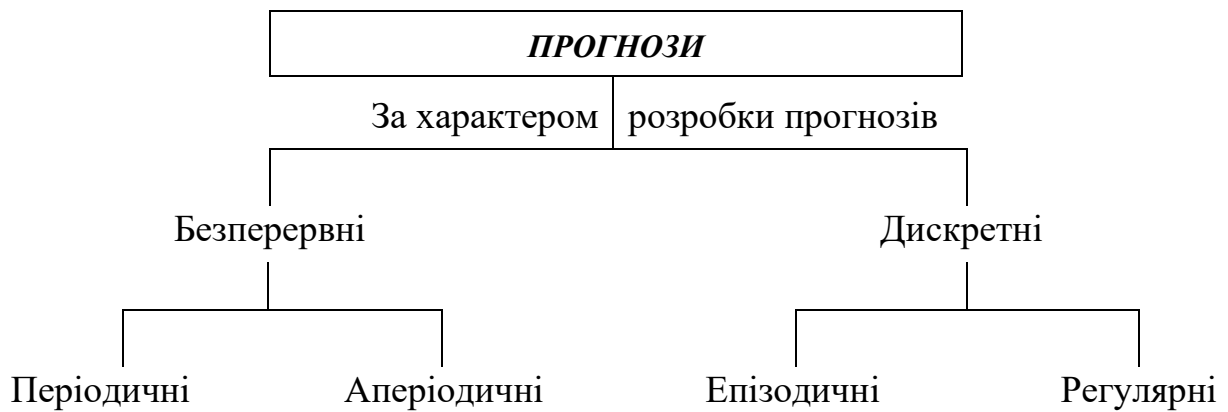


Рисунок 1.11 – Класифікація прогнозів за характером розробки

За масштабністю об'єкта прогнозу розрізняють:

- сублокальні;
- локальні;
- суперлокальні;
- субглобальні;
- глобальні;
- суперглобальні.

За типом прогнозованого процесу розрізняють **детерміновані** та **ймовірнісні** прогнози.

1.6 Точність і надійність прогнозів

Поняття точності прогнозу є дискусійним. Іноді під точністю прогнозу розуміють точність збігу прогнозованої й реальної події в часі. Іноді точність збігу параметрів об'єкта із прогнозованим значенням того або іншого параметра; змістовний збіг прогнозованих і реальних подій і т.д.

У наш час прийнято вживати термін «точність прогнозу» у зв'язку з одним з наступних понять:

1. Шкала часу – пряма лінія, на якій у масштабі часу функціонування предиктора і об'єкта прогнозу наносяться характеристичні точки об'єкта прогнозу (рис. 1.12).

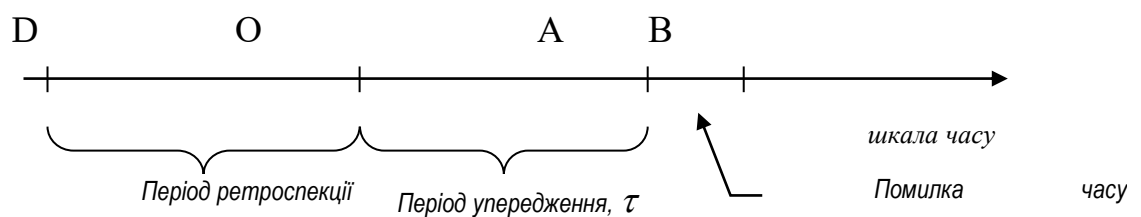


Рисунок 1.12 – Шкала часу

Тут т. D відповідає початку періоду ретроспекції (або так званій глибині ретроспекції); т. A – прогнозованому часу здійснення події; т. B – фактичному часу здійснення події; т. O – точка відліку періоду попередження. Величина $E_t = Y$ називається помилкою часу упередження або точністю прогнозу за шкалою часу.

Точність прогнозу за шкалою часу є функцією часу упередження:

$$E_t = f(\tau) \quad (1.3)$$

і обернено пропорційна часу упередження, а конкретний вигляд залежності точності прогнозу від часу попередження й часу ретроспекції залежить від специфіки об'єкта прогнозу.

2. Шкала ймовірностей – пряма лінія, на яку наносяться три характеристичні точки, зображена на рисунку 1.13.

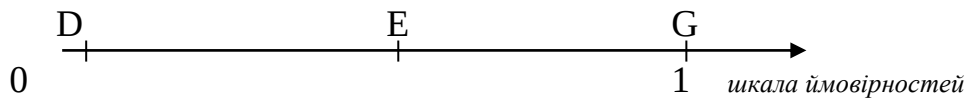


Рисунок 1.13 – Шкала ймовірностей

Тут точка D відповідає ймовірності неможливої події, точка G – ймовірності достовірної події, точка E із прогнозованої події. Точка E завжди належить інтервалу $[D, G]$.

3. Параметрична шкала – пряма лінія, на яку наносяться три характеристичні точки зображена на рисунку 1.14.

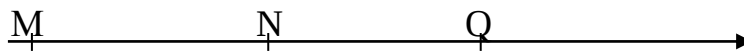


Рисунок 1.14 – Параметрична шкала

Тут точка M відповідає значенню прогнозованого параметра в момент розробки прогнозу; точка N – значення прогнозованого параметра в період $t + \tau$; точка Q – дійсне значення прогнозованого параметра в період $t + \tau$. Величина N-Q називається *помилкою* або *точністю прогнозу по параметричній шкалі*.

У загальному випадку параметрична шкала – це деяка вісь в n -мірному параметричному просторі, на якій проєктуються значення n -мірного вектора параметрів. Тоді **помилкою прогнозу** або **точністю прогнозу** буде довжина відстані між прогнозованою й дійсною точкою в цьому n -мірному просторі параметрів.

Точність прогнозу залежить від точності вихідних даних про об'єкт прогнозу й від точності предиктора. Та частина погрішності, що виникає за рахунок наближеного завдання вихідних даних, називається **спадкоємною** або **непереборною погрішністю**. Спадкоємна погрішність обумовлена дією наступних двох причин:

1. Погрішністю вихідних даних про об'єкт прогнозу, що прямо залежить від приладової точності результатів вимірювань.
2. Погрішністю моделі об'єкта прогнозу.

Спадкоємна погрішність повністю переноситься на результат роботи предиктора. Погрішність, що виникає за рахунок самого методу й моделі прогнозу, а також приладової погрішності обчислень, тобто за рахунок погрішності предиктора, називається **принциповою**.

Під **допусками прогнозу** розуміються максимальні можливі відхилення від значень параметрів прогнозу, а під **надійністю прогнозу** розуміють імовірність настання прогнозованої події в межах установлених допусків при заданому комплексі умов. Надійність прогнозу зменшується зі збільшенням часу попередження й ступені деталізації прогнозу, а також з ростом динамізму об'єкта прогнозування.

Як визначаються допуски прогнозу? Це досить складне завдання, для вирішення якого використовуються два основні підходи: теоретико-ймовірнісний підхід і метод статистичного моделювання.

Теоретико-ймовірнісний підхід полягає в тому, що параметрам прогнозу (які є випадковими величинами) приписується деякий гіпотетичний закон розподілу, що враховує рівень новизни об'єкта прогнозу, темпи зміни, ступінь складності.

Метод статистичного моделювання полягає в одержанні експериментального закону розподілу вихідних випадкових величин на основі реалізацій цих випадкових величин у результаті програвання моделі прогнозу на ЕОМ, тобто закон розподілу отримується розрахунковим шляхом у

результаті перетворення законів розподілу вхідних випадкових величин (рис.1.14):



Рисунок 1.14 – Шкала ймовірностей

На підставі отриманого першим або другим способом закону розподілу знаходять р-квантильні довірчі інтервали, які і визначають допуски прогнозу при заданому рівні надійності.

Квантилем, що відповідає заданому рівню ймовірності δ (рівню надійності прогнозу), називають таке значення x_δ випадкової величини x , при якому функція розподілу ймовірностей приймає значення, рівне δ , тобто $F(x_\delta) = P(x < x_\delta) = \delta$.

На рисунку 1.5 наведено приклад інтегральної функції розподілу ймовірностей (а) та функції щільності ймовірності (б).

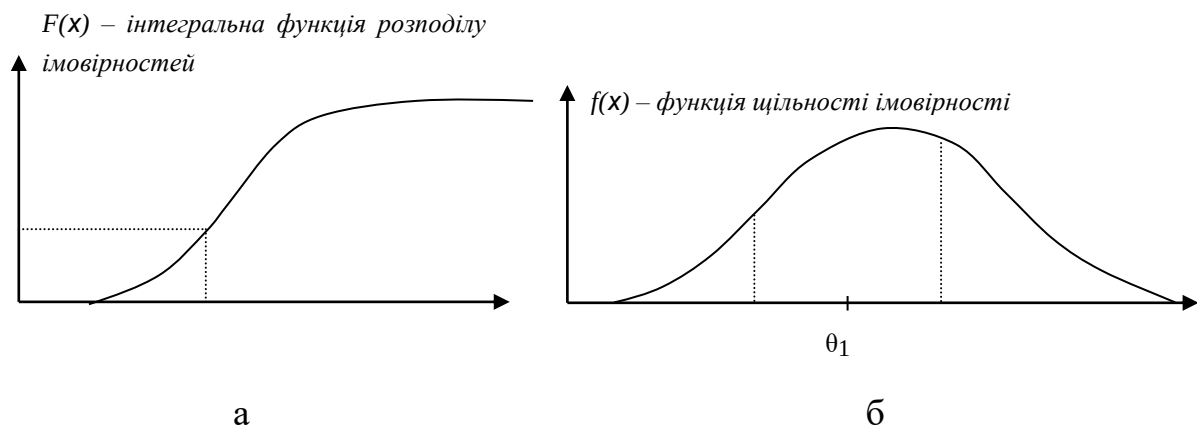


Рисунок 1.15 – Приклади функцій, що характеризують ймовірність

За визначенням $F(x)$ – інтегральна функція розподілу ймовірностей – це функція, що визначає для кожного значення x_δ ймовірність того, що випадкова величина X прийме значення, менші x_δ :

$$F(x_\delta) = P(X < x_\delta). \quad (1.4)$$

$f(x)$ – функція щільності ймовірностей або диференціальна функція розподілу ймовірностей – це ймовірність влучення випадкової величини X у заданий інтервал:

$$P(\theta_1 < X < \theta_2) = \int_{\theta_1}^{\theta_2} f(x)dx = F(\theta_2) - F(\theta_1) = \delta, \quad (1.5)$$

$$f(x) = F'(x)$$

Нехай знайдена деяка точкова оцінка θ^* невідомого параметра прогнозу θ . Відкладемо її на числовій осі й оточимо деяким інтервалом $(\theta_1; \theta_2) = \theta^* \pm \varepsilon$, тобто $\theta_1 = \theta^* - \varepsilon$; $\theta_2 = \theta^* + \varepsilon$. Цей інтервал може покривати невідомий параметр, а може й не покривати. Істинне значення параметра – не випадкова величина, випадковою є її оцінка θ^* , тому не можна сказати, що θ попадає в інтервал або інтервал покриває θ .

Імовірність, з якою інтервал $(\theta_1; \theta_2)$ покриває θ , характеризує надійність оцінки й називається **довірчою**. **Довірчим** називають і сам **інтервал** $(\theta_1; \theta_2) = \theta^* \pm \varepsilon$ (рис. 1.16).

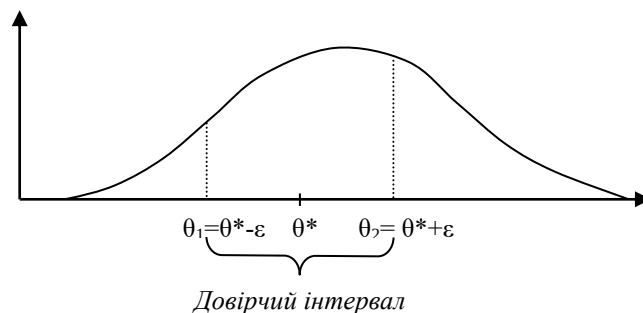


Рисунок 1.16 – Приклад визначення довірчого інтервалу

Отже, довірчий інтервал із границями θ_1 , θ_2 включає невідомий параметр θ з довірчою ймовірністю δ (близької до одиниці).

$$P(\theta_1 < \theta < \theta_2) = 1 - \varepsilon = \delta = P(\theta^* - \varepsilon < X < \theta^* + \varepsilon) = \int_{\theta^* - \varepsilon}^{\theta^* + \varepsilon} f(x)dx = F(\theta^* + \varepsilon) - F(\theta^* - \varepsilon), \quad (1.6)$$

де ε – імовірність помилки,

δ – довірка ймовірність або **надійність прогнозу**;

точки $\theta_1 = \theta^* - \varepsilon$; $\theta_2 = \theta^* + \varepsilon$ – **допуски прогнозу**.

Чим ширше довірчий інтервал, тим вище довірка ймовірність і тим нижче ймовірність помилки α , однак тим нижче інформативність оцінки. Допуски прогнозу, кажучи взагалі, є функціями часу, тому що більшому часу упередження повинні відповідати більш широкі допуски при тому ж ступені надійності.

Отже, зрозуміло, що прогноз не може бути абсолютно точним, це і неможливо, і не потрібно. Погрішності прогнозу можна пояснити дією багатьох факторів, серед яких:

- Доступність і точність вихідних даних.
- Наявний час для проведення аналізу об'єкта прогнозу.
- Необхідний рівень точності.
- Глибина періоду попередження.
- Вартість проведення аналізу й підготовки періодичних прогнозів.

Існує ряд характеристик, за допомогою яких оцінюють погрішність прогнозу. Розглянемо ті, що використовуються найчастіше:

1. Середня абсолютна помилка (САП) або середня абсолютна погрішність AAE обчислюється як середнє абсолютних помилок:

$$AAE_n = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m |\varepsilon_{t+n}|, \quad (1.7)$$

де m – кількість помилок;

n – глибина прогнозу;

$|\varepsilon_{t+n}|$ – абсолютна величина окремої помилки. Якщо вона дорівнює нулю, то маємо зроблену достовірну підгонку (прогноз). У порівнянні із середньою квадратичною помилкою, ця міра «не надає занадто великого значення» викидам.

2. Середньоквадратична помилка або середньоквадратична похибка (RMSE) – ця величина обчислюється як середнє квадратів помилок:

$$RMSE_n = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \varepsilon_{t+n}^2}. \quad (1.8)$$

Порівняння значень прогнозованих характеристик з реально досягнутими має один дуже серйозний недолік: вірогідність прогнозу може бути оцінена лише після здійснення прогнозованих подій. Але проблема полягає в тому, що тоді дані прогнозу представляють лише історичний інтерес, у той час як реальна практика вимагає прогнозів у момент прийняття рішень. Тому існують показники, що дозволяють оцінювати точність прогнозу в момент виробництва прогнозу й ураховувати отримані результати в плані коректування прогнозу.

Індекси якості підгонки. Самий прямий спосіб оцінки прогнозу, отриманого для прогнозованого параметра α – побудувати графік спостережуваних значень і прогноз на один крок уперед у межах періоду ретроспекції, потім оцінити різницю між розрахунковим і фактичним значенням. Далі процедура повторюється після зсуву на один рівень уперед, і т.д. Після закінчення процедури розраховується один з нижче перерахованих показників і прогноз корегується на цю величину.

Середня помилка. Середня помилка (С) обчислюється простим усередненням помилок на кожному кроці. Очевидним недоліком цієї міри є те, що позитивні й негативні помилки анулюють один одного, тому вона не є гарним індикатором якості прогнозу.

Сума квадратів помилок (SSE). Ця величина обчислюється як сума квадратів помилок. Це найбільше часто використовувані індекси якості припасування.

$$SSE = \sum (Y_j - \hat{Y}_j)^2. \quad (1.9)$$

Відносна помилка (ВП). У всіх попередніх випадках використовувались дійсні значення помилок. Здається природним виразити індекси якості припасування в термінах *відносних* помилок. Наприклад, при прогнозі місячних продажів, які можуть сильно коливатися (наприклад, по сезонах) з місяця на місяць, ви можете бути цілком задоволені прогнозом, якщо він має точність 10%. Іншими словами, при прогнозуванні абсолютна помилка може бути не так цікава як відносна. Щоб урахувати відносну помилку, було запропоновано кілька різних індексів (див. Makridakis, Wheelwright, and McGee, 1983). У першому випадку відносна помилка обчислюється як:

$$OO_t = (X_t - F_t) / X_t * 100\%, \quad (1.10)$$

де X_t – спостережуване значення в момент часу t , і F_t – прогноз (згладжене значення).

Середня відносна помилка (СВП). Це значення обчислюється як середнє відносних помилок.