

$$k_a^{Z_{11}} = \frac{m_n}{m_c}; \quad (5)$$

де  $k_a^{Z_{11}}$  - імовірність відтворення реальної дорожньо-транспортної ситуації;

$m_n, m_c$  - відповідно кількість дорожніх знаків, які вказані правильно та загальна їх кількість в матриці ( $m_c=9$ ).

На основі проведених досліджень встановлено, що при оцінці професійності водіїв за критерієм адекватності відтворення ситуаційного стану значення величини  $k_a^{Z_{11}}$  змінюється в межах,  $0 \leq k_a^{Z_{11}} \leq 1$ . При значеннях величини  $0,66 \leq k_a^{Z_{11}} \leq 1$  водію можна присвоїти класність за даним критерієм. При значеннях величини  $k_a^{Z_{11}} < 0,66$  виникає потреба в проведенні відповідних занять і подальшого тестування[4].

**Висновки.** Встановлено, що забезпечення ефективності підготовки водіїв та їх подальша робота в реальному середовищі функціонування у значній мірі залежить від набуття навичок адекватного реагування на ситуації дорожньо-транспортного середовища і розроблені на цій основі інформаційно-методичні моделі та технології, які забезпечують високі показники професійної діяльності водіїв та необхідний рівень безпеки дорожнього руху.

### Література

1. Кожуховська Н.І. Забезпечення безпеки дорожнього руху шляхом адаптації водіїв до його складних умов: Дис... канд. техн. наук: 05.22.01 / Національний транспортний ун- т. — К., 2001. — 134 арк. : рис. — Бібліогр.: арк. 123-130.
2. Правила дорожнього руху за станом на 14.10.2011 у відповідності з постановою Кабінету Міністрів України №1306 від 10 жовтня 2001 р.: Офіційне вид., витяги з інших нормат. док. і актів України, що діють у сфері дорожнього руху.
3. Информационные проблемы транспортных систем: Сб. науч. тр. / Российская академия транспорта; Санкт-Петербургский гос. ун-т водных коммуникаций / А.С. Бутов (ред.). — СПб. : СПГУВК, 2000. — 161с.
4. Левковець П. Р., Прокопенко А.Л. Вдосконалення процесів підготовки водіїв. //Вісник – К.: НТУ, ТАУ. 2001. – Вип. 5 – С. 151 - 157.

УДК 621.436

## РОЗРАХУНОК ВІДНОШЕННЯ ТЕПЛОЄМНОСТЕЙ РОБОЧОГО ТІЛА ПРИ ВИКОРИСТАННІ СУМІШЕЙ БЕНЗИНУ І БІОЕТАНОЛУ

**Говорун А.Г., кандидат технічних наук**  
**Мержиєвська Л.П., кандидат технічних наук**  
**Щербатюк В.Б.**

В розрахунках процесу згоряння (за методикою професора Вібе) [1] використовують відношення молярних теплоємностей робочого тіла при постійному тиску і об'ємі - показники адіабати  $k$  свіжого заряду і продуктів згоряння, з урахуванням їх температури, коефіцієнта надлишку повітря і частки палива, що згоріло:

$$k = \frac{\mu c_p}{\mu c_v} = 1 + \frac{R}{\mu c_v}, \quad (1)$$

де  $\mu c_p, \mu c_v$  – відповідно молярні теплоємності при постійному тиску і об'ємі робочого тіла, кДж/(кмоль·К);

$R$  – універсальна газова стала, кДж/(кмоль·К).

В процесі згоряння склад робочого тіла змінюється: на початку процесу це - склад свіжого заряду  $M_1 + M_r$ , в кінці - продукти згоряння з урахуванням коефіцієнту надлишку повітря. Якщо

прийняти, що в процесі згоряння зміна складу робочого тіла відбувається пропорційно частці палива, що згоріло, то загальне рівняння відношення теплоємностей для будь-якого проміжного стану РТ має вигляд:

$$k_{РТ} = k_{ПОВ} - (k_{ПОВ} - k_{ПГ}) \cdot x, \quad (2)$$

де  $k_{РТ}$ ,  $k_{ПОВ}$ ,  $k_{ПГ}$  – відповідно відношення молярних теплоємностей (показників адиабати) робочого тіла, свіжого заряду (за повітрям) і продуктів згоряння;  
 $x$  – частка палива, що згоріла у робочій суміші.

Середню молярну теплоємність свіжого заряду і продуктів згоряння визначаємо, як теплоємність сумішевих газів.

При повному згорянні палива ( $\alpha \geq 1$ ) продукти згоряння складаються із суміші діоксиду вуглецю, водяної пари, вільного кисню і азоту.

$$\mu_{c_v} = \frac{1}{M_2} \cdot (M_{CO_2} \cdot \mu_{c_{vCO_2}} + M_{H_2O} \cdot \mu_{c_{vH_2O}} + M_{N_2} \cdot \mu_{c_{vN_2}} + M_{O_2} \cdot \mu_{c_{vO_2}}), \quad (3)$$

При неповному згорянні палива ( $\alpha < 1$ ) продукти згоряння складаються із суміші діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, водяної пари, вільного водню і атмосферного азоту.

$$\mu_{c_v} = \frac{1}{M_2} \cdot (M_{CO_2} \cdot \mu_{c_{vCO_2}} + M_{CO} \cdot \mu_{c_{vCO}} + M_{H_2O} \cdot \mu_{c_{vH_2O}} + M_{N_2} \cdot \mu_{c_{vN_2}} + M_{H_2} \cdot \mu_{c_{vH_2}}), \quad (4)$$

де  $M_2$  – кількість молей продуктів згоряння, кмоль/кг.пал;

$M_{CO_2}$ ,  $M_{CO}$ ,  $M_{H_2O}$ ,  $M_{O_2}$ ,  $M_{H_2}$ ,  $M_{N_2}$  – кількість молей, відповідно, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, водяної пари, вільного кисню, водню і атмосферного азоту;

$\mu_{c_{vCO_2}}$ ,  $\mu_{c_{vCO}}$ ,  $\mu_{c_{vH_2O}}$ ,  $\mu_{c_{vO_2}}$ ,  $\mu_{c_{vH_2}}$ ,  $\mu_{c_{vN_2}}$  – молярні теплоємності при постійному об'ємі, відповідно, діоксиду вуглецю, оксиду вуглецю, водяної пари, вільного кисню, водню і атмосферного азоту.

Кількість молей продуктів згоряння для сумішевого палива визначають за залежностями:

$$\text{при } (\alpha \geq 1) \quad M_2 = \frac{C_{\delta} \cdot r_{\delta} + C_e \cdot r_e}{12} + \frac{H_{\delta} \cdot r_{\delta} + H_e \cdot r_e}{2} + (\alpha - 0,208) \cdot L_{0.сум} \quad (5)$$

$$\text{при } (\alpha < 1) \quad M_2 = \frac{C_{\delta} \cdot r_{\delta} + C_e \cdot r_e}{12} + \frac{H_{\delta} \cdot r_{\delta} + H_e \cdot r_e}{2} + 0,792 \cdot \alpha \cdot L_{0.сум} \quad (6)$$

де  $C_{\delta}$ ,  $H_{\delta}$  – масові частки вуглецю і водню в бензині;

$C_e$ ,  $H_e$  – масові частки відповідно бензину і біоетанолу в паливній суміші;

$r_{\delta}$ ,  $r_e$  – масові частки вуглецю і водню в етиловому спирті;

$\alpha$  – коефіцієнт надлишку повітря;

$L_{0.сум}$  – теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг сумішевого палива, кмоль.

Кількість окремих компонентів робочого тіла в кінці згоряння, при використанні сумішевих палив, можна визначити за залежностями:

$$\begin{array}{ll} \text{при } (\alpha \geq 1) & \text{- при } (\alpha < 1) \\ M_{CO_2} = \frac{C_{\delta} \cdot r_{\delta} + C_e \cdot r_e}{12} & M_{CO_2} = \frac{C_{\delta} \cdot r_{\delta} + C_e \cdot r_e}{12} - 2 \cdot \frac{1 - \alpha}{1 + K} \cdot 0,208 \cdot L_{0.сум} \\ M_{H_2O} = \frac{H_{\delta} \cdot r_{\delta} + H_e \cdot r_e}{2} & M_{CO} = 2 \cdot \frac{1 - \alpha}{1 + K} \cdot 0,208 \cdot L_{0.сум} \end{array} \quad (7)$$

$$M_{O_2} = 0,208 \cdot (\alpha - 1) \cdot L_{0,сум}$$

$$M_{N_2} = 0,792 \cdot \alpha \cdot L_{0,сум}$$

$$M_{H_2O} = \frac{H_6 \cdot r_6 + H_e \cdot r_e}{2} - 2 \cdot K \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 \cdot L_{0,сум}$$

$$M_{H_2} = 2 \cdot K \cdot \frac{1-\alpha}{1+K} \cdot 0,208 \cdot L_{0,сум}$$

$$M_{N_2} = 0,792 \cdot \alpha \cdot L_{0,сум}$$

де  $K$  – постійна величина, яка залежить від відношення кількості водню до оксиду вуглецю, що містяться у продуктах згоряння. Для бензину  $K \approx 0,5$ .

Часто в термодинамічних розрахунках для визначення середніх теплоємностей газів у визначеному інтервалі температур використовують лінійні та нелінійні інтерполяційні залежності зміни теплоємностей від температури.

Для кожного компоненту, що входить до складу продуктів згоряння інтерполяційні рівняння індивідуальні. В процесі згоряння змінюється температура та склад робочого тіла. Для спрощення розрахунку процесу згоряння доцільно узагальнити інтерполяційні залежності зміни теплоємностей від температури при такому складі продуктів згоряння, що змінюється.

За допомогою програмного пакету Mathcad, використовуючи залежності (3), (4), (5), (6) і (7), було визначено середні молярні теплоємності свіжого заряду і продуктів згоряння за різних температур для різного складу паливоповітряної суміші.

За одержаними середніми молярними теплоємностями за залежністю (1) визначено показники адиабати для повітря і продуктів згоряння бензину та сумішевих палив за різних температур. Одержані результати показано на рис. 1.

З рис.1 видно, що незначний вміст (до 20%) біоетанолу у сумішевому паливі майже не змінює показників адиабати порівняно із бензином. Крім того, з рис.1 видно, що залежність показників адиабати продуктів згоряння носить криволінійний характер, який у широкому інтервалі температур може бути описаний поліноміальною степеневою залежністю виду:

$$k = a \cdot T^b + c, \quad (8)$$

де  $a, b, c$  – постійні коефіцієнти апроксимації.

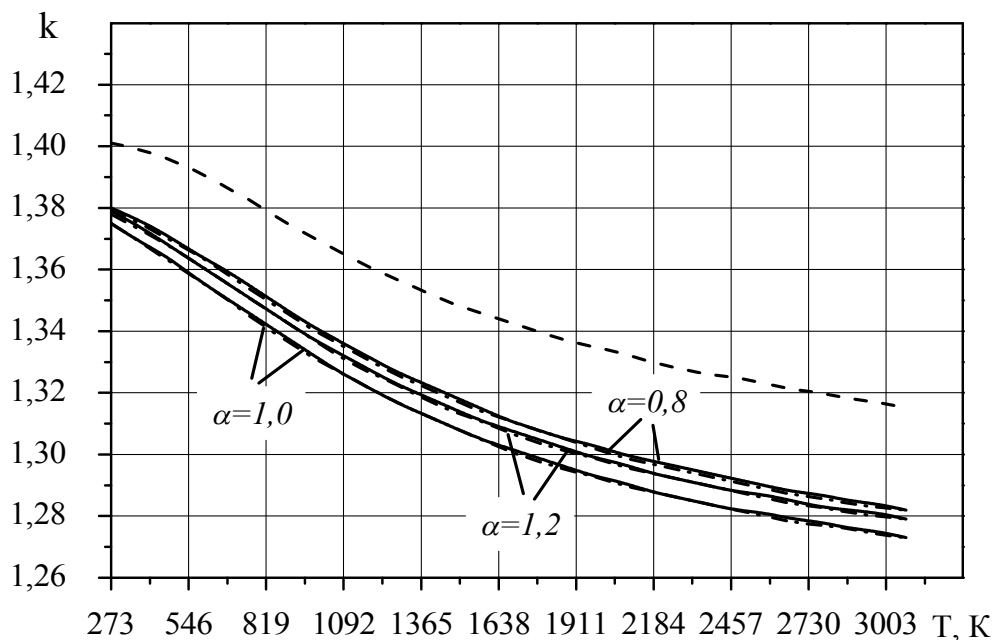


Рис. 1. Показники адиабати свіжого заряду і продуктів згоряння бензину та сумішевих палив: — — — бензин; — · — бензин+20% біоетанолу.; — — — свіжий заряд

В Mathcad було проведено регресію отриманих даних відношення теплоємностей для

різних паливно-повітряних складів робочого тіла і визначено постійні коефіцієнти апроксимації. Крім того, було встановлено залежність між коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha$  та постійні коефіцієнти апроксимації  $c$ .

В результаті одержано емпіричні залежності для визначення показників адіабати продуктів згоряння для різного складу паливо повітряних сумішей та свіжого заряду. Точність виконаної регресії для визначення відношення теплоємностей свіжого заряду в межах температур 473–3173К становить 99,7%, а для продуктів згоряння палива – 99,6%.

Показники адіабати

для свіжого заряду (за повітрям)  $k_{ПОВ.Р} = 1,5235 - 0,0259 \cdot T^{0,26}$  (9)

для продуктів згоряння палива - при ( $\alpha \geq 1$ )  $k_{ПГ.Р} = 1,4055 + 0,1 \cdot \sqrt[3]{\alpha} - 0,0292 \cdot T^{0,26}$  (10)

для продуктів згоряння палива - при ( $\alpha < 1$ )  $k_{ПГ.Р} = 1,5955 - 0,1 \cdot \sqrt{\alpha} - 0,0278 \cdot T^{0,26}$  (11)

Отримані розрахункові дані за емпіричними залежностями (9), (10) та (11) показників адіабати свіжого заряду і продуктів згоряння зображено на рис. 2.

Як видно з рис. 2, емпіричний закон зміни показників адіабати досить точно співпадає з розрахованими за залежностями (1), (3) та (7) за визначеними табличними даними [2] середніх мольних теплоємностей окремих газів.

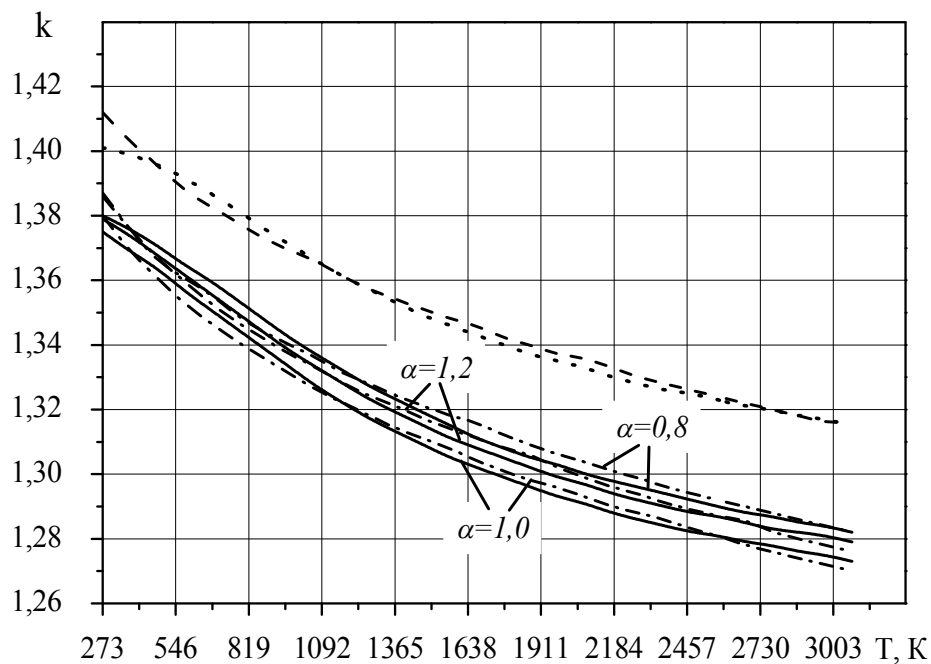


Рис. 2. Розраховані показники адіабати свіжого заряду і продуктів згоряння:  
за табличними даними — бензин, ···· — свіжий заряд  
; за емпіричними залежностями — — бензин; — — свіжий заряд.

Для визначення показника адіабати будь-якого проміжного стану робочого тіла підставимо одержані емпіричні залежності (9), (10) і (11) у рівняння (2): Після спрощення рівнянь одержимо в кінцевому вигляді рівняння для визначення показника адіабати продуктів згоряння бензоповітряних сумішей

- при ( $\alpha \geq 1$ )  $k = 1,5235 - 0,0259 \cdot T^{0,26} - (0,118 - 0,1 \cdot \sqrt[3]{\alpha} + 0,0033 \cdot T^{0,26}) \cdot x$  (12)

- при ( $\alpha < 1$ ) 
$$k = 1,5235 - 0,0259 \cdot T^{0,26} - (0,1 \cdot \sqrt{\alpha} - 0,072 + 0,0019 \cdot T^{0,26}) \cdot x \quad (13)$$

В кінці процесу згорання показники адиабати кінцевих продуктів згорання бензоповітряних сумішей, розраховують за рівняннями (10) і (11). Отримані залежності дозволяють з достатньо високою точністю визначити показники адиабати робочого тіла бензинових ДВЗ залежно від температури, коефіцієнта надлишку повітря і частки палива, що згоріло і значно спростити розрахунки процесу згорання. Відхилення розрахунків за запропонованими емпіричними рівняннями становить близько 3% у діапазоні температур 1173-2273К, а для діапазону температур 2273-3073К майже 2,5%. Саме у вказаних діапазонах температур відбувається процес вигорання палива в ДВЗ. Більш точний розрахунок показника адиабати під час моделювання процесу згорання в ДВЗ забезпечує сумірність експериментальних і розрахованих значень.

На рис. 3 показано результати розрахунку на уточненій математичній моделі та експериментальні залежності зміни тиску в циліндрах двигуна в процесі згорання за кутом повороту колінчастого вала при роботі на бензині і сумішевому паливі з підігріванням свіжого заряду. Незначні відхилення експериментальних і розрахункових даних свідчить про адекватність математичної моделі.

Проведений розрахунок показника адиабати робочого тіла показав, що він не змінюється від вмісту біоетанолу в сумішевому паливі, але значно залежить від температури і складу суміші.

Запропоновані емпіричні рівняння розрахунку показників адиабати робочого тіла адекватні, визначеним за табличними даними середніх мольних теплоємностей окремих газів і досить точно враховують характер їх зміни не лише залежно від температури, а і від складу продуктів згорання та частки палива, що згоріло, це спрощує математичну модель розрахунку процесу згорання.

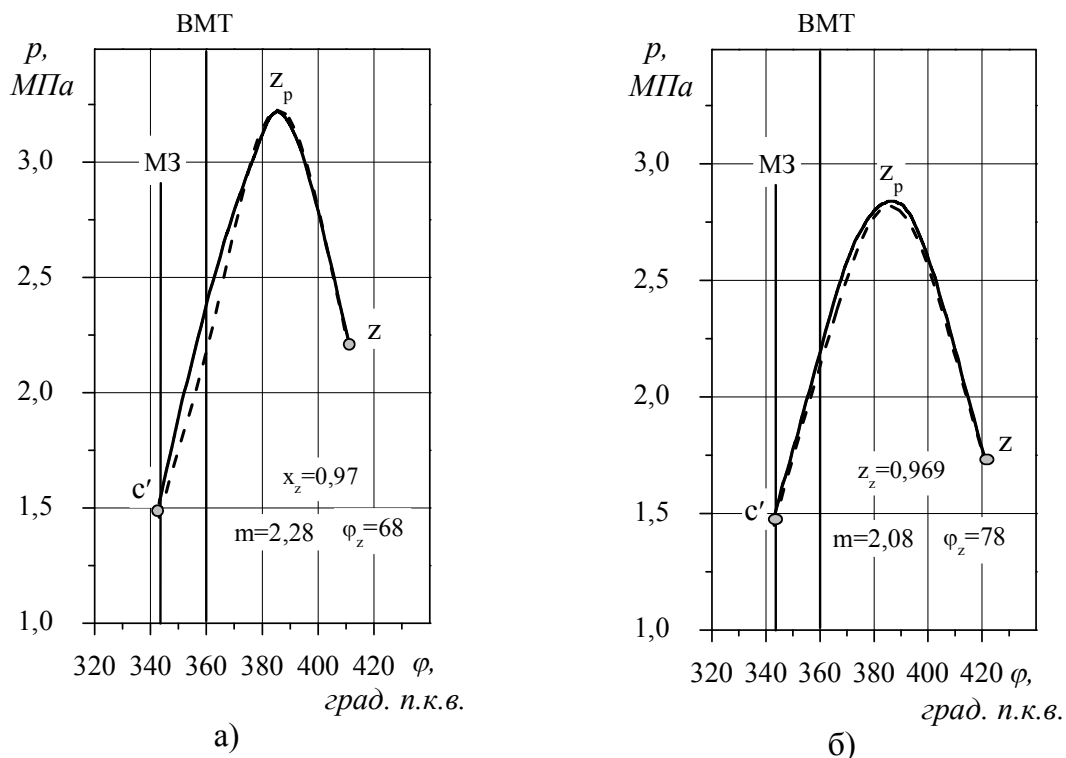


Рис. 3. Експериментальні (-----) і розрахункові (— — —) залежності зміни тиску  $p$  в циліндрі двигуна на основній ділянці процесу згорання від кута повороту колінчастого вала  $\varphi$  ( $n = 2200 \text{ хв}^{-1}$  та  $\Delta p_k = 2,5 \text{ кПа}$ ): а) бензин А-95; б) бензин А-95 з добавкою 20% біоетанолу

#### Література

1. Виле И.И. Новое о рабочем цикле двигателей. Скорость сгорания и рабочий цикл двигателя. - М.: МАШГИЗ, 1962.
2. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Навч. посібник для вузів /Колчин

А.И., Демидов В.П. – 4-е вид., стер. – М.: Вища школа, 2008. – 57...61 с.

3. *Двигатели* внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов/Шароглазов Б.А, Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. – Ч.: ЮурГУ, 2004.

УДК 656.13

## **ФОРМУВАННЯ РОБОЧИХ ГРУП ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЕКСПЕРТІВ В ПРОЦЕСАХ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ І ПРОГРАМАМИ**

*Грисюк Ю.С. кандидат економічних наук  
Лабута А.В.*

**Постановка проблеми.** При застосуванні системного аналізу для експертного прогнозування в нових, малодосліджених областях довелося стикнутися із труднощами формування експертних груп, що володіють необхідною компетентністю. Недолік всіх методів оцінки компетентності, заснованих на агрегуванні часних показників, полягає в тому, що зазначені методи не враховують індивідуальної специфічності не тільки набору часних показників компетентності і їхніх значень, але й варіабельності значень вагових коефіцієнтів для кожного експерта та кожного сполучення «експерт-питання». Інший недолік методів стосується обліку індивідуальних коефіцієнтів компетентності в групі у вигляді лінійної функції від індивідуальних оцінок, у якій ваговими множниками є нормовані значення коефіцієнта компетентності кожного експерта. У результаті зазначеної процедури відбувається спотворення внеску індивідуальних оцінок і оцінок всієї групи експертів, що істотно впливає на точність експертних оцінок.

**Актуальність теми.** Компетентність експерта впливає на точність його оцінки, а не на її значення. Розуміння зазначеної різниці приводить до необхідності розробки такої процедури формування груп експертної оцінки з урахуванням компетентності експертів, що забезпечувала б одержання неспотвореного колективного прогнозу.

**Основна частина.** При рішенні задач оцінки реалізації елементів програми або проекту широко застосовуються методи експертних оцінок. Передбачаються наступні види експертної роботи:

- оцінка результатів діяльності по заданій шкалі; визначення нормативної шкали оцінок для подальшого оцінювання по ній об'єктів або явищ;
- ранжування об'єктів або явищ;
- оцінка різних параметрів майбутнього стану;
- оцінка розподілу можливостей.

При цьому експертне оцінювання може бути:

інтегральним, коли експертне оцінювання виступає в ролі визначення кінцевих результатів стану (розвитку, діяльності) об'єктів або явищ в цілому;

диференційованим, коли експерти оцінюють окремі складові програми, а на їхній основі по існуючій формулі розраховується інтегральна оцінка;

системним або структурним, коли експертно оцінюється ступінь взаємодії між елементами з метою подальшого аналізу і синтезу стану об'єкта або явища, які декомпозуються в процесі експертизи або інтегруються при формуванні остаточного рішення.

Експертна оцінка множини об'єктів виконується по деякому наборі критеріїв, які називають оціночними параметрами. Зміст набору оціночних параметрів значною мірою залежить від характеру проблеми.

Необхідно виділити дві категорії оціночних параметрів, що виконують різні функції на різних етапах оцінки можливості реалізації планів програми:

*основні* — час і ймовірність одержання чи реалізації певного результату; витрати (у натуральному, вартісному або відносному вираженні) на одержання певного результату; якісна або кількісна характеристика ступеня досягнення кінцевої та проміжної цілей;

*допоміжні* — відносна важливість оцінюваного результату чи елемента для досягнення мети вищого рівня; стан вивченості оцінюваного елемента програми; вид очікуваного результату; імовірний ступінь відповідності між очікуваними та фактичними результатами; рівень пріоритету результатів; ймовірний ступінь готовності очікуваного результату до практичного використання та ін.