

УДК 621.311.25

О. М. Головченко, к. т. н, доц.,

В. А. Каплун

АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ КОМП'ЮТЕРНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ НАВЧАННЯ ОПЕРАТОРІВ ХІМВОДООЧИСТКИ ТЕС

Вступ

В останні роки для підготовки спеціалістів використовуються різноманітні комп'ютерні засоби, до яких можна віднести й автоматизовані навчальні системи, системи контролю знань, тренажери та тренажерні ігри тощо. Розповсюдження дистанційного навчання дозволяє підвищити ефективність комп'ютерної технології навчання (КТН) шляхом розроблення засобу адаптації навчального процесу до особливостей того, хто навчається. В процесі дистанційного навчання основною діючою фігурою є студент, який самостійно обирає місце, час, форму навчання, і при цьому інтенсивно працює за своїм індивідуальним розкладом. Самостійна робота на всіх етапах навчання вимагає наполегливості, вміння зосередитись та визначити головні моменти, певного ступеня реакції й швидкості сприйняття нової інформації. Саме тому особисті фізичні та психологічні якості кожного студента мають неабияке значення. Засобом адаптації процесу навчання до конкретного студента могла би бути автоматизована система управління КТН (АСУ КТН), яка б складала програми навчання для кожного студента та забезпечувала автоматичний режим роботи комп'ютерної технології навчання, враховувала індивідуальний підхід до кожного виду занять і способу засвоєння необхідного матеріалу.

Таким чином, успіх дистанційного навчання залежить не тільки від інформаційного простору, сформованого викладачем (електронних підручників, набору тестових завдань для перевірки засвоєння студентом теоретичного матеріалу, матеріалу для проведення практичних та лабораторних занять), але і від особистих фізично-психологічних якостей студента.

Мета даної роботи полягає в тому, щоб створити таку автоматизовану систему управління навчанням, яка підбиратиме для кожного студента свій особистий план навчання з огляду на його фізичні та психологічні властивості, та розробити сукупність моделей для об'єктивного оцінювання результатів контрольного тестування. Запропоновану методика підбору програми індивідуального навчання з урахуванням індивідуальних здібностей та характеристик студентів рекомендується використовувати під час навчання експлуатаційників обладнання ТЕС.

Постановка задачі та об'єкт дослідження

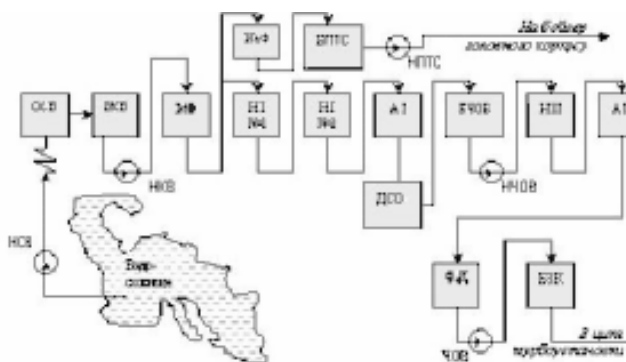


Рис. 1. Загальна схема хімоводоочистки ІВС

Виробництво пари на прямотокових котлах ТЕС потребує якісного очищення природної води від солей та газів. Схема функціонування хімоводоочистки (ХВО) ТЕС показана на рис. 1.

Джерелом води для ХВО є водосховище — охолоджувач. Вода з водосховища за допомогою насосів сирової води (НСВ) надходить до підігрівника сирової води (ПСВ), а звідти потрапляє на освітлювачі сирової води (ОСВ), де грубодисперсні та коллоїдно-дисперсні частки видаляються з природної води методом коагуляції з подальшим осадженням. Потім освітлена вода попадає в баки коагульованої води (БКВ), а

далі вже насосами коагульованої води (НКВ) подається на механічні фільтри (МФ). Механічні фільтри призначені для затримання механічних домішок в освітленій воді та часткового обеззалізування. Далі механічно очищена вода попадає на Н-катіонітові фільтри I сходинки (Н I № 1 та Н I № 2), які складаються з 2-х окремих корпусів (передвключеного та загального) і призначені для зниження загальної жорсткості та видалення карбонатної жорсткості у воді, що надійшла. Після цього вода попадає на аніонітові фільтри I сходинки (А I), які призначені для видалення аніонів сильних кислот. Через декарбонізатори (ДСО₂) вода попадає в баки частково обезсоленої води (БЧОВ). Частково обезсолена вода насосами (НЧОВ) подається на Н-катіонітові фільтри II сходинки (Н II), де з води видаляються катіони натрію та залишки катіонів кальцію і магнію, а потім на аніонітові фільтри II сходинки (А II), де з води видаляються аніони слабких кислот та залишки аніонів сильних мінеральних кислот.

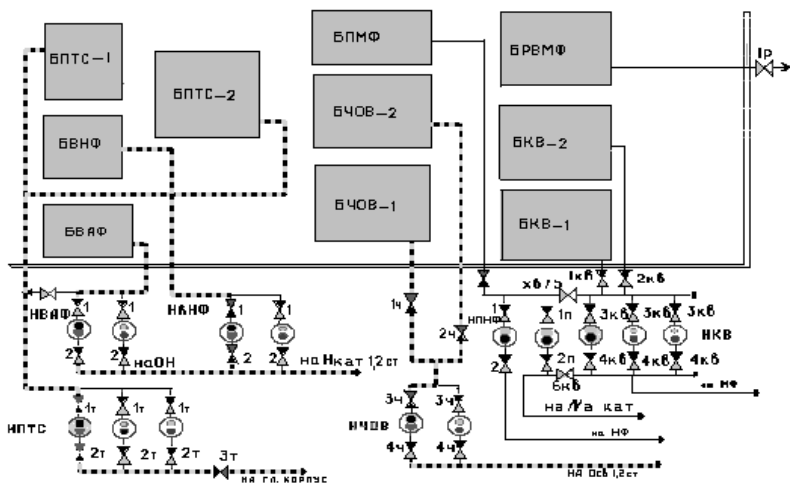


Рис. 2. Схема бакового господарства

витратами реагентів та електроенергії приводів насосів. Схема бакового господарства з насосами показана на рис. 2. Оператор включає та виключає насоси, контролює силу струму електродвигунів, витрати, тиски і рівні води. Оператор повинен вміти діяти в аварійних ситуаціях експлуатації насосів: кавітація, поломка робочого колеса, протікання сальників тощо.

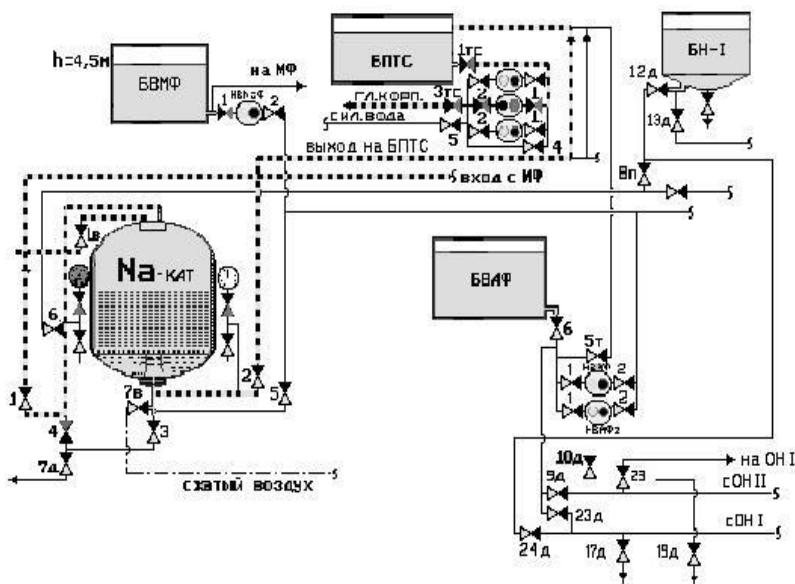


Рис. 3. Натрій-катіонний фільтр

установкою, повинна оволодіти досить великою кількістю знань та навичок.

Через фільтри змішаної дії (ФЗД), які призначені для глибокого обезсолювання та обезкремнювання води, хімічно очищена вода (ХОВ) потрапляє в баки запасу обезсоленої води (БЗК), звідки вона надходить в цикл турбоустановки для її подальшого використання.

Управління ХВО здійснюється ключами та кнопками зі щита управління та безпосередньо засувками устаткування. Задачею управління є досягнення необхідної якості води з найменшими

Експлуатація фільтрів включає операції пуску, контролю, регенерації, розпушування, відмивання, зупину. Як приклад, на рис. 3 показано натрій-катіонний фільтр.

Для пуску фільтра необхідно виконати 5 операцій: відкрити засувку 1, відкрити засувку 2, відкрити засувку 1В для видалення повітря, закрити засувку 1В, засувкою 1 встановити необхідну витрату води.

Всі етапи експлуатації натрій-катіонного фільтра потребують виконання близько 100 операцій. Для пуску всієї ХВО необхідно виконати близько 800 операцій. Отже, особа, яка керуватиме такою

Математичне моделювання як основа комп'ютерної технології підготовки експлуатаційників ХВО

З метою прискорення підготовки експлуатаційників ХВО створено комп'ютерну технологію навчання (КТН), яка дозволяє вивчати устаткування на теоретичних, практичних та лабораторних заняттях та здійснювати контроль знань. Контроль набутих знань з процесів, конструкцій, правил техніки безпеки та експлуатації відбувається тестуванням. Для теоретичних занять розроблені посібники в електронному варіанті. На практичних заняттях студенти виконують гідравлічні розрахунки насосів та технологічні розрахунки фільтрів, в яких визначаються кількості реагентів та час реакції. Для лабораторних занять створені математичні моделі водосховища, підігрівників сирої води, бакового господарства, фільтрів.

Математична модель водосховища призначена для розв'язання таких задач: визначення щомісячних температур води, дати покриття водосховища льодом, товщини льоду, розмірів майни, товщини шару випареної води, кількість перепаленого палива через підвищення температури води водосховища відносно природної. Також модель може використовуватися для визначення оптимальної поверхні водосховища, розрахунків мінералізації води, прогнозування біологічного та санітарного становищ водосховища. Модель складена за методикою [1]. Моделювання аварійних та нормальних режимів роботи ХВО виконана за двома методиками: за методом логіко-числового моделювання динаміки процесів в устаткуванні енергетичних виробництв, створеним у ВНТУ, та за методом логіко-динамічного моделювання процесів для тренажерів операторів ТЕС, розробленим у Київському інституті автоматики (КІА).

Перевагою першого методу є можливість моделювання великої кількості станів устаткування, що розглядається, і це робить доцільним його використання для вивчення аварійних та нетипових режимів. Згідно з цим методом математична модель устаткування представляється сукупністю логіко-чисельних модулів, визначених на графі устаткування. Незалежними змінними логічних функцій є коди дуг та вузлів графа. Незалежними змінними чисельних функцій є стани органів регулювання. Залежними змінними є розрахункові параметри теплоносіїв та робочих тіл. До недоліків методу ВНТУ слід віднести трудомісткість програмної реалізації.

Метод КІА призначений для графічного зображення процесів в устаткуванні у вигляді рухомих ліній, рівнів, надписів та ін. [2]. Послідовність змін станів органів регулювання, проміжки часу протікання процесів, їх напрями та чисельні значення параметрів задаються. Програмна реалізація цього методу досить проста, що є його перевагою.

За методом ВНТУ створено тренажер бакового господарства для набуття навичок дій в аварійних ситуаціях експлуатації насосних агрегатів. За методом КІА разом із співробітниками пункту тренажерної підготовки Ладижинської ТЕС розроблені тренажери фільтрів для вивчення їх нормальних режимів.

Оцінка дій слухачів відбувається автоматично. В тренажері з ліквідації аварій оцінка виставляється за двома критеріями: часом ліквідації аварії та кількістю допущених помилок. Числові значення критеріїв множаться на вагові коефіцієнти та додаються. В тренажерах фільтрів дії слухачів оцінюються за методикою, яка ранжує помилки за вагою наслідків, враховує їх кількість та час виконання вправи. Комп'ютерна технологія навчання експлуатаційників ХВО впроваджена в навчальному процесі ВНТУ та Ладижинської ТЕС.

Системний аналіз з врахуванням індивідуальних властивостей слухачів

Під час підготовки експлуатаційників ТЕС організацію навчання пропонується базувати на методах системного аналізу [3], використанні методів множинного регресійного аналізу, накопиченні статистичних даних для подальшого уточнення використовуваних математичних моделей та залученні експертів (викладачі ВНЗ, психологи та інструктори ТЕС).

Формалізувати вищезгаданий підхід можна таким чином. В результаті навчання викладач повинен дати остаточну оцінку студенту, тобто оцінити його кінцеву «вартість» як спеціаліста.

Вартість спеціаліста В складається із сукупності показників психологічної «вартості» Ψ , фізичної «вартості» Φ та рейтингу Р, який присвоєно студенту під час навчання

$$B = F_B(P, \Phi, \Psi),$$

де F_B — математична модель прогнозу «вартості» слухача.

Показники психологічної та фізичної вартості слухача можуть бути отримані за результатами тестів, які придатні для оцінювання характеристик спеціалістів даного напрямку. Хоча, для того, щоб не звертатись до занадто узагальнених тестів, можна також за допомогою методу системного аналізу побудувати математичні моделі прогнозів для оцінювання особистих якостей студентів

$$\Phi = F_\Phi(f_1, f_2, \dots, f_{n\Phi}),$$

$$\Psi = F_\Psi(\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_{n\Psi}),$$

де $f_1, f_2, \dots, f_{n\Phi}$ — фізичні та $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_{n\Psi}$ — психологічні якості, необхідні для володіння даною спеціальністю, підбір яких — також справа експертів.

Рейтинг Р, у свою чергу, залежить від оцінки знань, отриманих з теоретичного матеріалу, практичних та лабораторних занять

$$P = F_P(T, \Pi, \Lambda),$$

де Т, П, Λ — показники засвоєння знань з теоретичного, практичного матеріалу та лабораторних занять відповідно, і які визначаються таким чином:

$$T = (S_0^T, S_T, t_T, \Phi, \Psi);$$

$$\Pi = F_\Pi(S_0^\Pi, S_\Pi, t_\Pi, \Phi, \Psi);$$

$$\Lambda = F_\Lambda(S_0^\Lambda, S_\Lambda, t_\Lambda, \Phi, \Psi).$$

$S_0^T, S_0^\Pi, S_0^\Lambda$ — показники початкових обсягів знань з теоретичного, практичного та лабораторного курсів відповідно. Оцінені ці показники можуть бути за допомогою рівняння множинної лінійної регресії в результаті проведення тестового контролю за залишковими знаннями

$$S_0 = \sum_{i=1}^m a_i x_i,$$

де x_i — оцінка за відповідь на i -е питання тесту, a_i — ваговий коефіцієнт i -го питання. Для побудови цієї регресійної моделі можна використати статистичні дані, отримані в результаті контрольного опитування по даних тестах операторів, які навчалися в учбових закладах та ТЕС. Використовувана модель множинної регресії повинна динамічно змінюватись в результаті поповнення бази статистичних даних під час чергового опитування слухачів.

S_T, S_Π, S_Λ — обсяги знань, які необхідно засвоїти під час навчання. Оцінкою обсягу знань може бути просто кількість тем по кожному з видів занять, якщо всі заняття мають приблизно однакову «вагу», або ж комплексний показник, який враховує цінність b_i кожного заняття (ця величина залежить від експертів) для майбутньої вартості спеціаліста і максимальний, за думкою експертів, час g_i для нормального засвоєння теми даного заняття.

$$S_T = \sum_{i=1}^n b_i^T g_i^T, \quad S_\Pi = \sum_{i=1}^k b_i^\Pi g_i^\Pi; \quad S_\Lambda = \sum_{i=1}^n b_i^\Lambda g_i^\Lambda,$$

де t_T, t_Π, t_Λ — загальний термін засвоєння теоретичної, практичної та лабораторної частин курсу відповідно. Керуючи саме цими значеннями, знаючи початковий рівень знань S_0 і загальний обсяг знань, та зважаючи на показник фізичних Φ та психологічних Ψ якостей, викладач і повинен спланувати процес навчання самим оптимальним шляхом.

Функції $F_P, F_T, F_\Pi, F_\Lambda$ — математичні моделі прогнозів кількісної оцінки результатного рейтингу та оцінок засвоєння навчального матеріалу всієї програми курсу. Вони мають вигляд функцій відклику і створюються в результаті оброблення статистичних даних з безпосередньою участю експертів-викладачів та спеціалістів з даного предмету. Ці функції можуть змінюватись в про-

цесі навчання, оскільки їх вигляд у великій мірі залежить від експертів та їх досвіду, а досвід, як відомо, з часом змінюється, як можуть змінюватись обставини, в яких доведеться працювати майбутньому спеціалісту.

Як згадувалось вище, математичні моделі прогнозів, тобто функції F будуються за допомогою методу системного аналізу. Використовуваний підхід полягає в розділенні задачі знаходження багатомірної функції F на окремі частини, розв'язуванні окремих задач і далі в синтезі отриманих результатів. Отже, функцію F шукаємо у нормованому вигляді

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n k_i F_i(x_i)$$

де n — загальна кількість параметрів, $F_i(x_i)$ ($i = 1, \dots, n$) — нормовані одномірні функції корисності, а k_i — вагові коефіцієнти, які характеризують ціннісні співвідношення між окремими критеріями. Обмеженням методу є умови незалежності пари критеріїв (x_i, x_j) ($i = 1, \dots, n-1, j = i+1, \dots, n$) за перевагою від інших критеріїв. З урахуванням цього функція $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ вираховується в такій послідовності:

- призначення критеріїв x_i , їх найгіршого та найкращого рівнів;
- визначення незалежності критеріїв x_i , за перевагою;
- визначення одномірних функцій $F_i(x_i)$;
- визначення вагових коефіцієнтів k_i
- розрахунок $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

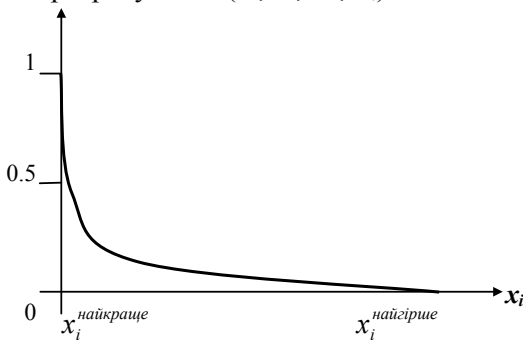


Рис. 4. Побудова одномірних функцій $F_i(x_i)$

значенню $x_i = x_i^{\text{найкраще}}$ відповідає значення, рівне 1, тобто

$$F_i(x_i) = \begin{cases} 0, & x_i = x_i^{\text{найгірше}}; \\ 1, & x_i = x_i^{\text{найкраще}}. \end{cases}$$

Третя точка на графіку відшукується за допомогою лотереї 50:50. Необхідно знайти такий детермінований еквівалент, при якому його корисність $F_i(x_i^{\text{детерм.}})$ дорівнює очікуваній корисності лотереї:

$$F_i(x_i^{\text{детерм.}}) = 0,5 F_i(x_i^{\text{найгірше}}) + 0,5 F_i(x_i^{\text{найкраще}}) = 0,5.$$

Графіки апроксимуються параболічними функціями.

Вагові коефіцієнти k_i оцінюються в два етапи: спочатку вони ранжуються за важливістю, а потім визначаються чисельні значення вагових коефіцієнтів. Це виконується шляхом встановлення ціннісних співвідношень між критеріями. Ці співвідношення визначають можливу зміну одного критерію за рахунок іншого. Здійснюється така оцінка коефіцієнтів, як і при побудові одномірних функцій $F_i(x_i)$, з безпосередньою участю експерта.

Тепер, маючи значення коефіцієнтів k_i та знаючи вигляд одномірних функцій $F_i(x_i)$, можемо обчислювати і значення множинної функції $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Саме такий метод використовується під час побудови моделей прогнозів $F_p, F_T, F_{\Pi}, F_{\Lambda}$.

Нижче наведено модель F_{Ψ} , отриману для визначення прогнозної оцінки психологічних якостей слухача. Для зручності всі початкові дані і результати проміжних розрахунків зведені у табл. 1. Наведені показники, проранжовані експертом, на ТЕС визначаються відповідними тестами.

Побудова моделі психологічної «вартості» експлуатаційника

№	Назва показника	найгірше Ψ_j найкраще Ψ_j	детерм Ψ_j	$F_j(\Psi_j^{детерм.})$	Вагові кое- фіцієнти k_i	Вигляд одномірної функції корисності $F_j(\Psi_j)$
1	Здатність до концентрації уваги	0:100	5,52486E+01	6,27928E-01	3,88888E-01	1,30513E-02·x -3,05132E-05·x ²
2	Здатність до переключення уваги	0:100	5,85635E+01	5,61442E-01	2,44194E-01	9,00305E-03·x +9,96940E-06·x ²
3	Точність у визначенні кольорів	0:100	5,22099E+01	4,74812E-01	1,37101E-01	8,10482E-03·x +1,89517E-05·x ²
4	Здатність до сконцентрованості в умовах перешкод	0:100	6,85082E+01	7,28421E-01	6,50973E-02	1,20088E-02·x -2,00881E-05·x ²
5	Здатність до переключення уваги в умовах перешкод	0:100	6,82320E+01	7,72096E-01	4,74183E-02	1,41417E-02·x -4,14174E-05·x ²
6	Точність у визначенні кольорів в умовах перешкод	0:100	5,41436E+01	6,50494E-01	3,66115E-02	1,43925E-02·x -4,39250E-05·x ²
7	Темп діяльності в умовах перешкод	0:100	4,80662E+01	5,84051E-01	2,38156E-02	1,41417E-02·x -4,14174E-05·x ²
8	Точність під час діяльності в умовах перешкод	0:100	6,35359E+01	7,67533E-01	1,39095E-02	1,57050E-02·x -5,70509E-05·x ²
9	Продуктивність під час діяльності в умовах перешкод	0:100	6,85082E+01	7,38315E-01	1,06760E-02	1,24673E-02·x -2,46739E-05·x ²
10	Втомлюваність під час діяльності в умовах перешкод	0:100	7,34806E+01	7,91969E-01	7,88228E-03	1,29334E-02·x -2,93345E-05·x ²
11	Загальна успішність діяльності в умовах перешкод	0:100	5,82872E+01	7,56523E-01	6,24253E-03	1,71422E-02·x -7,14222E-05·x ²
12	Темп діяльності, що потребує переключення уваги	0:100	7,32044E+01	9,00322E-01	4,72262E-03	1,85788E-02·x -8,57880E-05·x ²
13	Нервово-психологічна адаптивність	0:100	6,13259E+01	6,58207E-01	4,25188E-03	1,18951E-02·x -1,89517E-05·x ²
14	Стресостійкість	0:100	8,14917E+01	6,75070E-01	2,79862E-03	7,27994E-04·x +9,27200E-05·x ²
15	Компетентність у міжособистосних відносинах	0:100	5,27624E+01	7,17143E-01	1,88926E-03	1,76039E-02·x -7,60399E-05·x ²
16	Конфліктність	0:100	6,10497E+01	7,87610E-01	1,35487E-0	1,74483E-02·x -7,44830E-05·x ²
17	Товаристкість	0:100	5,49723E+01	6,16541E-01	1,06711E-03	1,26993E-02·x -2,69939E-05·x ²
18	Соціальна сміливість	0:100	5,88397E+01	6,26088E-01	6,57919E-04	1,15562E-02·x -1,55627E-05·x ²
19	Швидкість прийняття рішень	0:100	5,93922E+01	7,09095E-01	4,11916E-04	1,47754E-02·x -4,77541E-05·x ²
20	Здатність до навчання	0:100	5,77348E+01	7,19916E-01	2,92087E-04	1,58425E-02·x -5,84255E-05·x ²
21	Циклічність у роботі	0:100	5,88397E+01	7,19997E-01	2,10278E-04	1,54338E-02·x -5,43383E-05·x ²
22	Загальна працездатність	0:100	6,65745E+01	6,80515E-01	1,51400E-04	1,06637E-02·x -6,63712E-06·x ²
23	Ініціативність	0:100	6,65745E+01	7,12985E-01	1,03030E-04	1,21228E-02·x -2,12283E-05·x ²
24	Передбачливість	0:100	7,18232E+01	7,40662E-01	7,34589E-05	1,11083E-02·x -1,10835E-05·x ²
25	Вимогливість	0:100	6,43646E+01	8,14484E-01	5,44083E-05	1,74483E-02·x -7,44830E-05·x ²
26	Скрупульозність	0:100	5,88397E+01	5,58851E-01	4,43147E-05	8,78002E-03·x +1,21997E-05·x ²
27	Дисциплінованість	0:100	5,88397E+01	6,62296E-01	2,47653E-05	1,30513E-02·x -3,05132E-05·x ²
28	Енергійність	0:100	6,68508E+01	7,68656E-01	1,6402E-05	1,45192E-02·x -4,51920E-05·x ²
29	Емоційна стійкість	0:100	6,27071E+01	7,51013E-01	1,26075E-05	1,52999E-02·x -5,29997E-05·x ²
30	Стійкість до виконання обов'язків	0:100	6,38121E+01	7,79477E-01	9,46841E-06	1,61213E-02·x -6,12135E-05·x ²
31	Доброчесність	0:100	5,77348E+01	4,51258E-01	7,38041E-06	4,83276E-03·x +5,16723E-05·x ²
32	Чутливість	0:100	6,04972E+01	7,68503E-01	3,33047E-06	1,68428E-02·x -6,8428E-05·x ²
33	Скромність	0:100	6,49171E+01	7,08001E-01	2,55948E-06	1,25831E-02·x -2,583147E-05·x ²
34	Значимість суспільних інтересів	0:100	5,35911E+01	6,71056E-01	1,81211E-06	1,54338E-02·x -5,43383E-05·x ²
35	Честолюбство	0:100	6,96132E+01	7,86386E-01	1,21603E-06	1,42666E-02·x -4,26669E-05·x ²
36	Цілеспрямованість	0:100	-	-	9,56273E-07	1,28161E-02·x -2,81615E-05·x ²

Тепер, маючи одномірні функції корисності по кожному з показників і вагові коефіцієнти для кожного параметра та знайшовши суму добутків вагових коефіцієнтів на значення одномірних функцій корисності для конкретної людини, отримаємо загальну оцінку психологічної «вартості»

майбутнього експлуатаційника ТЕС. Так, взявши слухача з середньо-статистичними психологічними якостями (табл. 2) і використовуючи наведену модель, отримуємо такий результат: загальна «вартість» психологічної складової Ψ для взятого слухача становить 0,693016 ($\approx 69\%$).

Таблиця 2

Розрахунок психологічної «вартості» експлуатаційника

№	Назва показника	Значення показника ψ_i	Вагові коефіцієнти k_i	Значення функції $F_i(\psi_i)$	Значення добутку $k_i F_i(\psi_i)$
1	Здатність до концентрації уваги	50	3,88888E-01	0,573750	0,223763
2	Здатність до переключення уваги	60	2,44194E-01	0,575856	0,140509
3	Точність у визначенні кольорів	90	1,37101E-01	0,882090	0,120846
4	Здатність до сконцентрованості в умовах перешкод	50	6,50973E-02	0,549775	0,035735
5	Здатність до переключення уваги в умовах перешкод	50	4,74183E-02	0,596500	0,028274
6	Точність у визначенні кольорів в умовах перешкод	50	3,66115E-02	0,640250	0,023433
7	Темп діяльності в умовах перешкод	50	2,38156E-02	0,596500	0,014197
8	Точність під час діяльності в умовах перешкод	50	1,39095E-02	0,657250	0,009136
9	Продуктивність під час діяльності в умовах перешкод	50	1,06760E-02	0,538500	0,005762
10	Втомлюваність під час діяльності в умовах перешкод	50	7,88228E-03	0,576750	0,004545
11	Загальна успішність діяльності в умовах перешкод	50	6,24253E-03	0,671500	0,004190
12	Темп діяльності, що потребує переключення уваги	50	4,72262E-03	0,735750	0,003458
13	Нервово-психологічна адаптивність	80	4,25188E-03	0,839040	0,003566
14	Стресостійкість	50	2,79862E-03	0,596750	0,001671
15	Компетентність у міжособистосних відносинах	50	1,88926E-03	0,710000	0,001342
16	Конфліктність	20	1,35487E-0	0,310200	0,000419
17	Товариськість	50	1,06711E-03	0,582500	0,000623
18	Соціальна сміливість	50	6,57919E-04	0,561000	0,000369
19	Швидкість прийняття рішень	50	4,11916E-04	0,630500	0,000260
20	Здатність до навчання	90	2,92087E-04	0,948960	0,000277
21	Циклічність у роботі	50	2,10278E-04	0,634250	0,000133
22	Загальна працездатність	80	1,51400E-04	0,431680	0,000065
23	Ініціативність	70	1,03030E-04	0,743120	0,000077
24	Передбачливість	50	7,34589E-05	0,527500	0,000039
25	Вимогливість	50	5,44083E-05	0,684000	0,000037
26	Скрупульозність	80	4,43147E-05	0,780480	0,000035
27	Дисциплінованість	80	2,47653E-05	0,852800	0,000211
28	Енергійність	80	1,64020E-05	0,870720	0,000014
29	Емоційна стійкість	70	1,26075E-05	0,814730	0,000010
30	Стійкість до виконання обов'язків	80	9,46841E-06	0,827120	0,000008
31	Доброчесність	90	7,38041E-06	0,717280	0,000005
32	Чутливість	90	3,33047E-06	0,693840	0,000002
33	Скромність	90	2,55948E-06	0,755580	0,000002
34	Значимість суспільних інтересів	80	1,81211E-06	0,811930	0,000001
35	Чеслолюбство	50	1,21603E-06	0,608250	0,000001
36	Цілеспрямованість	80	9,56273E-07	0,569750	0,000001
	СУМА:		9,99999E-01		0,693016

Аналогічним чином проводиться оцінка і за іншими комплексними показниками (рівень фізичної, теоретичної, практичної, лабораторної підготовки), а потім і загальний рейтинг майбутнього оператора.

Висновки

Таким чином, запропоновано підхід, що використовує методи системного аналізу, дозволяє визначити оптимальний час, який повинен витратити на оволодіння новими знаннями слухач, що

має бажання пройти курс навчання, в залежності від своїх особистих фізичних, психологічних властивостей та обсягу попередніх знань. Такий підхід являє собою своєрідну експертну систему, яка за допомогою спеціалістів-експертів дозволяє спланувати процес навчання і спрогнозувати «вартість» слухача.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Браславский А. П., Кумарина М. Н., Смирнова М. Е. Тепловое влияние объектов энергетики на водную среду. — Л.: Гидрометеоздат, 1989. — 250 с.
2. Чачко А. Г. Подготовка операторов энергоблоков. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 232 с.
3. Кини Р. Размещение энергетических объектов. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 320 с.

Рекомендована кафедрою захисту інформації

Надійшла до редакції 27.01.04
Рекомендована до опублікування 10.02.04

Головченко Олексій Михайлович — доцент кафедри теплоенергетики; *Каплун Валентина Аполінарівна* — асистент кафедри захисту інформації.

Вінницький національний технічний університет