

### 1.3. WAYS OF THE PROFESSIONAL READINESS ASSESSMENT OF THE CRITICAL ERGATIC SYSTEM OPERATOR

У наш час діяльність оператора будь-якої системи складається з чотирьох етапів: прийняття інформації, оцінка та переробка, прийняття рішення, реалізація прийнятого рішення.

Сприйняття інформації охоплює наступні операції:

- виявлення об'єкта сприйняття;
- з'ясування в об'єкті окремих ознак, що відповідають завданню, поставленому перед оператором;
- ознайомлення з виділеними ознаками;
- дізнання об'єкта сприйняття.

Другий етап – це оцінка інформації, її аналіз та узагальнення на основі раніше заданих або сформованих критеріїв оцінки. Оцінка виконується на основі порівняння сприйнятої інформаційної моделі об'єкта зі складеною у оператора внутрішньою образно-концептуальною «моделлю ситуації» (системи управління).

Образно-концептуальна модель в даному випадку – це результат осмислення оператором ситуації, що склалася, з урахуванням поставлених перед ним завдань. На відміну від інформаційної моделі об'єкта вона відноситься до внутрішніх психологічних засобів діяльності оператора.

До змісту образно-концептуальної моделі відносяться образи і моделі реальної і прогнозованої ситуації, знання сукупності можливих дій, пов'язаних з управлінням, а також уявлення про цілі та критерії функціонування ергатичної системи критичного застосування (ЕСКЗ), знання (відчуття) наслідків рішень, які приймаються. Співвідношення елементів інформаційної моделі об'єкта з образами і уявленнями, що входять до складу концептуальної моделі, є важливою ланкою переробки інформації оператором. Головна складність, яка виникає на цьому етапі, пов'язана з проблемою індивідуалізації оператора, яку не враховують в сучасних моделях та методах направлених на підтримку його безпомилкової роботи. Оператор в складі ЕСКЗ повинен мати можливість, здійснюючи мінімальну кількість запитів, отримувати інформацію про критичний (який вимагає негайного втручання) стан керованого об'єкта або процесу.

Прийняття рішення на основі проведеного аналізу інформаційної моделі об'єкта та образно-концептуальної моделі ситуації. У деяких випадках завдання оператора визначають за раніше заданим, відомим оператору алгоритмом рішення. При цьому акт рішення зводиться до вибору найкращого, оптимального варіанту. Процес прийняття рішення оператором ускладнюється, якщо ситуація не передбачена заданим алгоритмом рішення. У цьому випадку взаємодія оператора з інформаційною моделлю об'єкта має вже дві мети – постановку самого завдання і пошук.

Постановка завдання пов'язана зі спеціальним перетворенням інформаційної моделі об'єкта. Тому потрібно створювати такі моделі, які максимально полегшують сприйняття проблемної ситуації. Оператор також використовує інформаційну модель об'єкта для перевірки різних варіантів вирішення завдання. В процесі прийняття рішення оператор маніпулює перетвореною вхідною інформацією. Але від оператора вимагають формування образу, адекватного не тільки до реальної ситуації і конкретного завдання, що стоїть перед ним, але також і до тих способів вирішення таких завдань, які є в його пам'яті.

Тому важливо вміти практично використовувати принцип узгодження інформаційної та концептуальної моделей при максимально можливому полегшенні умов діяльності оператора. Виконання прийнятого рішення за допомогою певної системи дій спираючись на

свій індивідуальний рівень професійної готовності (РПГ) або видання відповідних розпоряджень стосовно посадових інструкцій<sup>20</sup>.

Перші два етапи діяльності оператора умовно називають інформаційним пошуком, який охоплює також і пошук проблемної ситуації, а останні два – об'єднують поняттям обслуговування.

Отже, основною формою діяльності оператора є використання та обробка інформації. У багатьох формах інтерактивної роботи в ЕСКЗ оператор повинен мати високий РПГ та відповідний психофізіологічний стан.

Вважаючи помилку оператора, як відмову в роботі ергатичної складової ЕСКЗ, було розроблено інформаційну модель оператора, яка розглядається як індивідуальний інформаційний профіль оператора, який містить не тільки оцінку професійних, але і комплекс психофізіологічних характеристик (рис. 1). В роботі модель представлено у вигляді кортежу:

$$IM_{on} = \langle M, P, S, t_{zn}, TSP, W_i, W_j \rangle, \quad (1)$$

де  $M$  – мотиваційний потенціал;

$P$  – продуктивність;

$S$  – час, витрачений на прийняття рішення;

$t_{zn}$  – показник часу зниження рівня професійної готовності;

$TSP$  – тип сприйняття інформації;

$W_i$  – ймовірність безпомилкової роботи;

$W_j$  – ймовірність своєчасного виконання завдання.

Слід відзначити, що всі зміни керованого об'єкта фіксуються за допомогою датчиків, сигнали від яких перетворюються і подаються до приладів, за якими спостерігає оператор. Оператор сприймає показання приладів, розшифровує їх, приймає рішення, виконує відповідні дії. Сигнал, що виникає в результаті дій оператора, перетворюється і надходить до керованого об'єкта, змінюючи його стан.

При оцінці інформації, діяльність оператора спрямована на аналіз та узагальнення сигналів, що надходять, для порівняння необхідного і дійсного стану ЕСКЗ. Оператор виконує дії, пов'язані із запам'ятовуванням, видобутком з пам'яті і розшифровкою інформації. Під час прийняття рішення оператор порівнює модель процесу, який відбувається, з базою даних, що міститься в пам'яті системи "людина-машина", яка сформована на основі знань і вмінь, отриманих під час навчання та накопичення досвіду роботи, виробленого ним в процесі обробки інформації, що надходить<sup>21</sup>.

Оцінка професійної складової та визначення комплексу психофізіологічних характеристик дозволить підвищити оперативність процесу підвищення рівня професійної готовності оператора в складі ЕСКЗ.

<sup>20</sup> Тузовский, А. Ф. Системы управления знаниями (методы и технологии) [Текст] / А.Ф. Тузовский, С. В. Чириков, В. З. Ямпольский. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.

<sup>21</sup> Абрамов, В. М. Характеристики надёжности и функциональной безопасности структур железнодорожной автоматики / В. М. Абрамов, Б. Д. Никифоров, Д. В. Шалягин // Вестник. ВНИИЖТ. – 2006. – № 1. – С. 32-38.

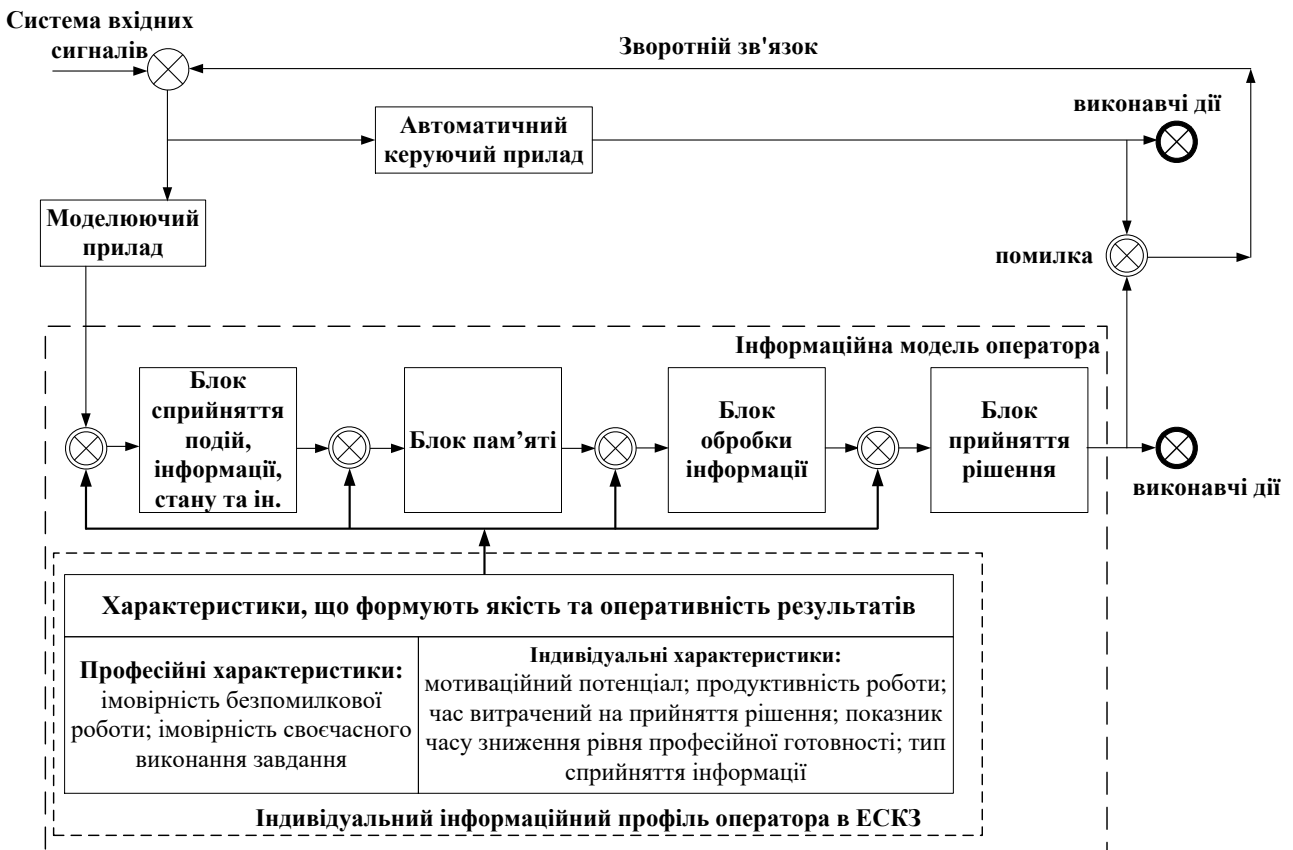


Рис. 1. Інформаційна модель оператора, як підсистема замкнутого контуру управління ЕСКЗ

За кількістю безпомилкових операцій визначається ефективність оператора як ланки ЕСКЗ. Основним показником безпомилковості є імовірність безпомилкової роботи<sup>22</sup>. Ця імовірність була розрахована, як на рівні окремої операції, так і на рівні алгоритму в цілому. За статистичними даними цей показник розраховується за формулою:

$$W_i = \frac{N_i - n_i}{N_i}, \quad (2)$$

де  $N_j$ ,  $n_j$  – загальна кількість, операцій, що виконується  $i$ -го виду і допущених помилок.

Також важливою характеристикою оператора для підвищення відмовостійкості ЕСКЗ є ймовірність своєчасного виконання завдання<sup>23</sup>. Цю ймовірність було визначено за статистичними даними:

$$W_j = 1 - \frac{N_{нс}}{N}, \quad (3)$$

де  $N_{нс}$  – кількість несвоєчасного виконання завдань;

$N$  – загальна кількість виконаних завдань.

Надалі, визначено кожен психофізіологічну характеристику оператора.

<sup>22</sup> Hollnagel, E. Human Reliability Analysis: Context and Control [Text] / E. Hollnagel // Academic. – London, 1993. – 336 p.

<sup>23</sup> Ортющенко, В. Н. Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ [Текст] / В. Н. Ортющенко, В. Н. Четверикова. – М.: Высшая школа. – Т. 1. – 1990. – 448 с.

Незважаючи на існування величезного числа визначень мотивації, у більшості з них виділяються 3 основні її функції. Мотивація – це те, що енергетизує (або активізує), спрямовує і підтримує поведінку.

Слід зазначити, досліді показали той факт, що підтримуюча функція мотивації пояснює, чому люди проявляють наполегливість у своїх зусиллях в досягненні цілей, а також, чому люди іноді втрачають хист до отримання нових професійних знань та вдосконалення існуючих тим самим підвищуючи свій РПГ.

Досліджуючи та аналізуючи саме оператора в складі ЕСКЗ на предмет виявлення його психофізіологічних характеристик, які певним чином впливають на процес забування інформації і зниження рівня професійної готовності, було виявлено таке поняття, як трудова мотивація. Трудова мотивація – це процес стимулювання окремого виконавця чи групи людей до діяльності, спрямований на досягнення цілей організації, до продуктивного виконання прийнятих рішень або намічених робіт.

Це показує тісний взаємозв'язок управлінського та індивідуально-психологічного змісту мотивації, який ґрунтується на тій обставині, що управління технічними системами, на відміну від управління соціальною системою і людиною, містить у собі необхідний елемент узгодження ланцюгів об'єкта і суб'єкта управління, а саме оператора та його рівня професійної готовності.

Для мотивації оператора будь-якої ЕСКЗ в Україні необхідно виявити його глибокі мотиваційні потреби з єдиною ціллю – налагодити систему стимулювання, яка направлена на задоволення виявлених мотиваційних потреб.

Розроблена в роботі методика визначення мотиваційного потенціалу оператора включає два етапи. Перший етап полягає у виявленні мотиваційних потреб, другий – у вимірі ступеня задоволеності виявлених потреб. Для здійснення першого етапу розглянемо можливість використання такого інструментарію, яким є мотиваційний профіль. Цей профіль визначається за допомогою виявлення у оператора його ставлення до мотиваційних факторів, серед яких фактор матеріального характеру є лише одним з дванадцяти.

Спеціалісти з управління персоналом зазначають, що тільки 10-15% співробітників викладаються на 100%, незалежно від стану справ в ЕСКЗ, водночас більшість потребують постійної мотивації та підтримки<sup>24</sup>.

Тому тенденцією сучасного керівництва ЕСКЗ є переорієнтація від технократичних методів управління до методів, які впливають на свідомість і трудову поведінку оператора. Впливати на трудову поведінку оператора можна через поглиблений мотиваційний потенціал.

Щоб кожен з операторів мав бажання досягати мети ЕСКЗ в галузі якості (вимога стандарту ISO 9001), він повинен бути до цього мотивованим, а ефективність мотивації залежить від особливостей оператора і насамперед від його ціннісних орієнтацій.

Проаналізувавши спеціалізовану літературу та відкриті публікації про мотиваційний потенціал підприємств, їх кадровий потенціал та інше було сформовано визначення мотиваційного потенціалу – це наявність мотивованих операторів, стовідсотково виконуючих свої посадові інструкції та орієнтовані на досягнення цілей ЕСКЗ в цілому.

Визначення мотиваційного потенціалу оператора включає два етапи. Перший етап полягає у виявленні мотиваційних потреб, другий – у вимірі ступеню задоволеності виявлених потреб.

Оператору було запропоновано пройти спеціалізований тест, який допоміг визначити його відношення до мотиваційних факторів. Фактори було обрано в результаті проведеного глибокого аналізу різноманітних публікацій присвячених даному питанню та на основі коректного експертного аналізу серед двадцяти семи мотиваційних факторів в професійній

---

<sup>24</sup> Косенко, Ю. І. Управление мотивацией субъекта обучения в задачах восстановления знаний [Текст] / П. С. Носов, Ю. И. Косенко // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции / Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2012. – Вып. 2, Том 5. Технические науки. – Одесса: Куприенко, 2012. – С. 28 – 31.

психології було обрано дванадцять, характерних саме для ЕСКЗ.

Перелік факторів визначення мотиваційного потенціалу оператора з поясненням їх сутності представлено в таблиці 1.

Сама методика виявлення цих факторів для кожного оператора пов'язана зі спеціалізованим тестуванням. Коли оператор відповідає на питання цього тесту, він виражає свою думку з приводу того, який із наведених вище факторів для нього є значимішим за інший через кількість балів<sup>25</sup>.

Для здійснення наступного етапу потрібно виявити в процесі опитування ступінь задоволеності потреб оператора для кожного фактору. Для цього запропоновано ступінь задоволеності фактору розмістити на шкалі від 0 до 1 з кроком 0,1. При цьому значення 0 – відповідає визначенню цілком незадоволений, а 1 – цілком задоволений.

Таблиця 1. Мотиваційні фактори оператора ЕСКЗ

| Номер фактору | Мотиваційні фактори  | Сутність мотиваційних факторів   |
|---------------|--|--|
| 1             | Фізичні умови праці  | Потреба мати прекрасні умови праці та комфортне навколишнє середовище Потреба спілкуватися з багатьма людьми, мати тісні стосунки з колегами |
| 2             | Ризик при виконанні професійних обов'язків                       | Мінімізація виникнення ситуацій з ризиком для здоров'я або життя   |
| 3             | Наявність страхової виплати у разі виникнення аварійної ситуації | Потреба мати чітко структуровану роботу, встановлені правила та директиви виконання  |
| 4             | Висока заробітна плата   | Потреба мати високу заробітну плату, матеріальні винагороди, набір пільг та надбавок   |
| 5             | Структуризація та інформатизація роботи                          | Потреба ставити для себе складні цілі та досягати їх   |
| 6             | Підвищення рівня професійної готовності                          | Потреба в постійних змінах, бажання постійно бути готовому до нових дій  |
| 7             | Психологічна підтримка   | Потреба формувати і підтримувати довгострокові стабільні стосунки з невеликою кількістю колег  |
| 8             | Визнання керівництвом  | Потреба в тому, щоб оточуючі цінували досягнення та успіхи індивідуума   |
| 9             | Влада та впливовість   | Прагнення керувати іншими, прагнення до конкуренції та впливовості   |
| 10            | Можливість впровадження власних ідей                             | Бажання бути постійно думаючим працівником, відкритим до нових ідей  |
| 11            | Самовдосконалення  | Потреба в самовдосконаленні та розвитку особистості  |
| 12            | Цікавість та перспективність роботи                              | Потреба мати суспільно корисну роботу  |

Для отримання достовірних результатів тестування оператори дотримувалися наступних правил:

- на питання відповідали швидко (на відповіді виділено пів години);

<sup>25</sup> Башкиров, Ю. М. Тренажерно-імітаційний комплекс на базі ЕОМ [Текст] / Ю. М. Башкиров, І. В. Єременко, Н. А. Стасевич, А. І. Бобунов // Військова освіта : зб. наук. пр. – Харків : Основа, 2000. – № 8. – С. 80-82.

– оператори повністю зосереджувались на заповненні тесту, не відволікаючись на інші справи;

– при опитуванні у операторів підтримувався позитивний настрій.

Для подальшого аналізу необхідно бали, отримані під час спеціального тестування, також перевести на шкалу від 0 до 1. Для цього максимальний бал приймається за 1, а інші визначаються через відношення до нього (табл. 2).

Таблиця 2. Значимість та ступінь задоволеності оператора мотиваційними факторами в ЕСКЗ

| Мотиваційні фактори оператора ЕСКЗ                               | Значимість фактору для оператора, ( $z$ ) | Ступінь задоволеності оператора фактором, ( $q$ ) |
|--|---|---|
| Фізичні умови праці  | 0,7                                       | 0,5   |
| Ризик при виконанні професійних обов'язків                       | 0,3                                       | 1,0   |
| Наявність страхової виплати у разі виникнення аварійної ситуації | 0,3                                       | 1,0   |
| Висока заробітна плата   | 0,7                                       | 1,0   |
| Структуризація та інформатизація роботи                          | 0,4                                       | 1,0   |
| Підвищення рівня професійної готовності                          | 0,9                                       | 0,7   |
| Психологічна підтримка   | 0,9                                       | 0,7   |
| Визнання керівництвом  | 0,7                                       | 1,0   |
| Влада та впливовість   | 0,9                                       | 0,5   |
| Можливість впровадження власних ідей                             | 0,8                                       | 0,5   |
| Самовдосконалення  | 1,0                                       | 0,6   |
| Цікавість та перспективність роботи                              | 0,8                                       | 0,9   |

Мотиваційний потенціал оператора було визначено за формулою:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{12} (z_i + q_i)}{24}, \quad (4)$$

де  $z_i$  – значимість мотиваційного фактору для оператора;

$q_i$  – ступінь задоволеності оператора фактором,  $i$  – номер фактору.

Шкалу значень мотиваційного потенціалу представлено на рисунку 2.

Підставивши у формулу значення таблиці 2, отримаємо значення мотиваційного потенціалу опитаного оператора, яке становить 18,4.

Отримані результати заносяться до індивідуального інформаційного профілю оператора та надаються для аналізу керівництву ЕСКЗ. Після проведення мотиваційних заходів через деякий час необхідно повторити експеримент.



Рис. 2. Шкала визначення значимості мотиваційних факторів

Отримавши наведені вище результати, можна бути впевненим, що опитаний оператор мотивований. Але не можна гарантувати, що така ситуація триватиме довго. У людини може щось змінитись в особистому житті, може змінитись атмосфера оточення, може змінитись керівник, і тоді для працівника на перше місце виходять інші мотиваційні потреби, які раніше здавалися не важливими. Тому керівництву необхідно не зупинятися на отриманих позитивних результатах, а відслідковувати мотиваційний потенціал, тому що від цього наряду залежить продуктивність роботи оператора, що безпосередньо впливає на якість роботи ЕСКЗ.

Концепція людських ресурсів базується на розумінні оператора, як головної рушійної сили ЕСКЗ. Відповідно до цієї концепції основою роботи з кадрами за сучасних умов має бути не просто мотивація до високопродуктивної праці, а розвиток трудового потенціалу організації, підвищення конкурентоспроможності персоналу, комплексна мотивація трудової діяльності.

Слід зазначити, що саме для оцінки продуктивності оператора, яка впливає певною мірою на процес забування інформації, що надалі призводить до зниження рівня професійної готовності, за основу було обрано модель виконання. Ця модель була запропонована спочатку Вроомом, а потім Лоулером і Портером, як доповнення до моделей валентності і мотивації<sup>26</sup>.

На основі моделі виконання в роботі було використано методику визначення продуктивності оператора. Методика визначення мотиваційного потенціалу може з успіхом прогнозувати продуктивність лише в тих видах діяльності, де рівень продуктивності залежить в першу чергу від зусиль або старання. Очевидно, що такий тісний зв'язок може мати місце лише в досить простих видах діяльності. Тим часом дослідження, що проводилися протягом декількох років, свідчать про те, що найважливішим фактором продуктивності, особливо в складних видах трудової діяльності, є рівень інтелектуальних здібностей, що підтверджує факт необхідності саме підвищення рівня професійної готовності оператора, які є головним чинником інтелектуального багажу оператора.

З цих же досліджень відомо, що мотивація не має значущих зв'язків зі здібностями, будучи незалежним чинником, що впливає на продуктивність. Методика визначення продуктивності намагається об'єднати обидва ці фактори з тим, щоб збільшити прогностичну здатність теорії очікувань щодо ефективності працівників.

Для цього було введено додаткове поняття, здатність, під якою мається на увазі сприйняття індивідом своєї здатності до виконання завдань, що виникають у трудовій діяльності. Таким чином, під здатністю в даному випадку розуміється суб'єктивна оцінка працівником своїх здібностей, а не та об'єктивна оцінка, яка виходить в результаті

<sup>26</sup> Бобровский, В. И. Эргатические модели железнодорожных станций [Текст] / В. И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // 36. наук. праць КУЕТТ: Серія «Транспортні системи і технології», Вип. 5. – К.: КУЕТТ, 2004. – С. 80 – 86.

використання тестів на загальні та професійні здібності. Розуміння здібності як суб'єктивного чинника дещо знижує прогностичну цінність методики визначення продуктивності, однак важко не погодитися з тим, що самооцінка своїх здібностей може надавати обмеження впливу на продуктивність, якщо вона, наприклад, занижена. З іншого боку, немає ніяких гарантій, що така оцінка в свою чергу не залежить від мотивації. У цьому випадку вона не буде суттєво покращувати прогнози продуктивності. Така методика цілком здатна її дещо поліпшити, до того ж ніщо не заважає паралельно використовувати дані об'єктивних тестів.

Як і у випадку попередніх дослідів, для визначення продуктивності оператору пропонують шкалу з проханням оцінити свої професійні навички та вміння.

Для визначення продуктивності використовується оцінка, отримана з методу визначення мотиваційного потенціалу, яка помножується на самооцінку здібності, математична формула якої виглядає наступним чином:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{12} (z_i + q_i)}{24} \cdot A, \quad (5)$$

де  $A$  – самооцінка професійних здібностей оператора (визначається бальною оцінкою за шкалою від 0 до 1, з кроком 0,1).

Проведені експерименти та досліді показали, що методика визначення продуктивності базується на кількох припущеннях, формального опису яких Вроом не приводив, але які містяться в його теорії в неявному вигляді. Цих припущень два.

По-перше, процес регуляції оператором своєї поведінки розглядається як процес вибору між різними її варіантами, або альтернативами. Це означає, що у оператора завжди є вибір між наступними альтернативами: збільшити, знизити, або зберегти рівень зусиль, які він прикладає до виконання своєї роботи.

По-друге, такий вибір здійснюється на раціональній основі.

Це означає, що з трьох існуючих альтернатив (збільшувати, зменшувати, або зберегти попередній рівень зусиль) оператор буде вибирати ту, яка з найбільшою гарантією спричинить за собою максимальну кількість переважних наслідків. Інакше кажучи, вона вибере ту альтернативу, яка характеризується найбільш ідеальним поєднанням рівня очікувань і валентності результату.

Такий підхід називається щодо прийняття рішень «стратегією максимізації корисності» і спирається на уявлення про те, що люди вважають за краще вибирати ті альтернативи, які приносять їм найбільші вигоди.

Зазначимо, що особливостями змістово-процесуального компонента забезпечення готовності оператора до професійного самовдосконалення є виявлення науково-теоретичних і практично-процесуальних знань і вмінь, які забезпечують реалізацію особистісно-професійного розвитку і рівня професійної готовності.

Відправною позицією в з'ясуванні сутнісного змісту рівня професійної готовності, спроможного здійснювати особистісно-професійний розвиток і корекцію у напрямі професійного самовдосконалення, максимально реалізуючи власний потенціал і досягаючи певних рівнів сформованої готовності до професійного самовдосконалення є інтегративний підхід, який передбачає, що результатом дослідження є знання про самостійну інженерну діяльність, аутопсихологічну компетентність й уміння їх реалізувати в процесі підвищення РПГ.

Розроблена методика визначення мотиваційного потенціалу та продуктивності оператора апробовано на категорії операторів підприємства «ВКФ Кріопром ООО» та в «Херсонській дирекції залізничних перевезень Одеської залізниці».

Відділу по роботі з персоналом підприємств доручено надалі розвивати вищенаведені методики та їх апробацію з послідовним підключенням до цього процесу кадрової служби.



Результати розроблених методик визначення мотиваційного потенціалу операторів та її продуктивності було надалі використано в розробці методу визначення індивідуального часу для підвищення рівня професійної готовності оператора.

Слід відзначити, що використання методики визначення мотиваційного потенціалу, дозволяє виявити внутрішні резерви оператора для його розвитку та навчання, оскільки за допомогою мотивації можна впливати як на розвиток самої особистості оператора, так і на продуктивність його діяльності, що є дуже важливою прикладною задачею при підвищенні рівня професійної готовності.

Зниження рівня професійної готовності оператора, яке виникає частіше за все через те, що оператор з часом забуває професійні знання, що впливає на безвідмовну роботу ЕСКЗ. Забування виявляється в тому, що втрачається чіткість запам'ятованого матеріалу, зменшується його обсяг, виникають помилки у відновленні, воно стає неможливим і, нарешті, унеможливується впізнання. Забування – процес поступовий, завадою для нього є послаблення і порушення раніше утворених умовних зв'язків. Чим менше вони закріплені, тим швидше згасають і забуваються.

Як показують дослідження пам'яті, швидше забувається та інформація, якій належить другорядна роль у змісті діяльності. Протягом набагато тривалішого часу утримується інформація, що несе в діяльності головне смислове навантаження. Найвищі темпи забування мають місце відразу після заучування матеріалу.

При дослідженні показника часу забування великий внесок зробив відомий вчений Г. Еббінгауз<sup>27</sup>. Вперше, ним було розроблено методи дослідження запам'ятовування та забування, побудована крива зміни об'єму пам'яті в залежності від часу, що пройшов після запам'ятовування матеріалу. Експерименти Торндайка, пов'язані з навчанням, шляхом спроб і помилок, та досліди І. П. Павлова щодо затухання умовних рефлексів підтвердили закон забування Еббінгауза. За дослідженнями Г. Еббінгауза в перші 12 годин після запам'ятовування забувається біля 60% матеріалу, після процес забування іде значно нижчими темпами і через 6 діб пам'ятається приблизно 20% початкового матеріалу.

Тому для кращого запам'ятовування матеріалу варто використовувати повторення.

Процес забування ґрунтується на явищі гальмування нервових зв'язків, що утворилися при запам'ятовуванні. Воно може відбуватися внаслідок діяльності, що передувала запам'ятовуванню або відбувалася після нього. В першому випадку гальмування буде проактивним, в другому – ретроактивним.

Ці явища пояснюють, наприклад, корисність розподілення повторень в часі, краще збереження початку і кінця матеріалу, стійкість того, що вивчено перед сном.

Таким чином, з'явилась основа для формалізації, де крива забування представлена у вигляді аналітичної залежності на рисунку 3.

На відміну від Еббінгауза та його послідовників, дослідженнями осмисленого матеріалу займався американський психолог М. Джонс. Після проведеного ряду експериментів ним було отримано криву наближену до кривої Еббінгауза.

Зважаючи на досліди М. Джонса<sup>28</sup>, припустимо, що процес забування матеріалу не безкінечний і по закінченні деякого проміжку часу в пам'яті суб'єкта містяться постійні залишкові знання, які більше не зменшуються з часом. Тоді лінійну ділянку на кривій забування можна приблизно представити у вигляді постійної величини.

---

<sup>27</sup> Эббингауз, Г. О памяти. Хрестоматия по общей психологии. Психология памяти [Текст] / Г. Эббингауз. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 272 с.

<sup>28</sup> Косенко, Ю. І. Механізм ідентифікації та трансформації знань суб'єкта критичної інфраструктури [Текст] / П. С. Носов, Ю. І. Косенко // Збірник наукових праць / Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві – Вип. 3(4) – Одеса, 2013. – С. 99 – 104.

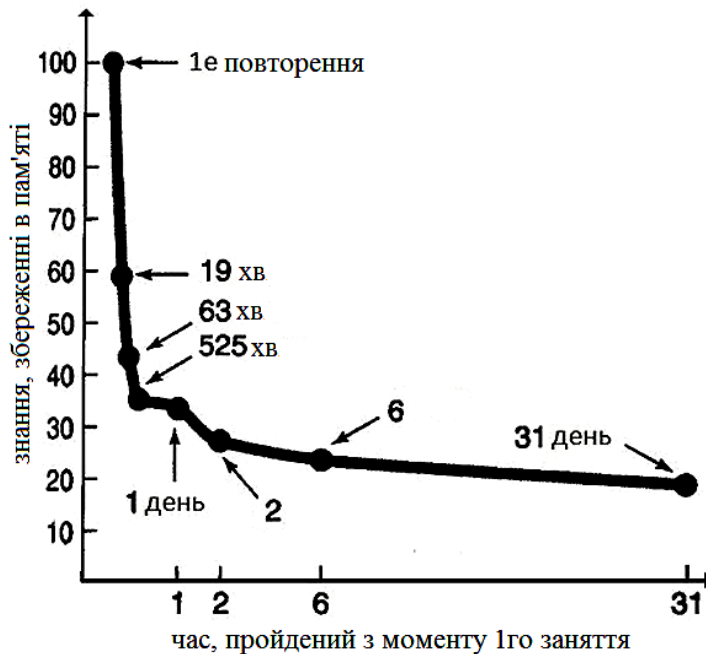


Рис. 3. Крива забування Ебінгауза

Апроксимуємо залежність забування професійних знань оператора від часу за формулою:

$$V = (V_0 - V_k) \cdot e^{(-kt)} + V_k \quad (6)$$

де  $V_0$  – кількість питань кваліфікаційного тесту, прийнята за 100%;

$V_k$  – залишкові професійні знання оператора, %;

$V$  – поточний рівень професійної готовності оператора;

$k$  – масштабний коефіцієнт часу;

$t$  – оптимальний час після якого необхідно проводити підвищення рівня професійної готовності.

Для визначення часу зниження рівня професійної готовності в якості вихідних даних для розрахунку використовувались показники  $V_0$  і  $V_k$ , значення яких отримано емпірично, шляхом спеціалізованого тестування оператора ЕСКЗ.

Для показника час зниження рівня професійної готовності ( $t_{zn}$ ) задаємо абсолютну похибку  $\Delta V = V_{zn} - V_k$ , в проміжку  $[0,05; 0,3]$ , де  $V_{zn}$  – розрахункові професійні знання, які залишились в пам'яті оператора після закінчення  $t_{zn}$ . Обираємо  $\Delta V = 0,05$ .

Відомо, що експонента наближається до осі абсцис з похибкою  $\approx +0,05$  при  $t \in [3; 3,5]$ .

Відповідно, для розрахунку  $t_{zn}$  використовуємо формулу:

$$\Delta V = e^{(-kt_{zn})}. \quad (7)$$

Звідки логарифмуючи, отримуємо:

$$t_{3H} = \frac{\ln(0,05)}{-k}. \quad (8)$$

Для розрахунку невідомого коефіцієнта  $k$  необхідно провести додатковий експеримент: задати довільне  $t$  і визначити, шляхом тестування, значення  $V$ . Надалі, перетворивши (4), розраховуємо  $k$ .

$$k = -\frac{\ln\left(\frac{V-V_k}{V_0-V_k}\right)}{t}. \quad (9)$$

Підставляючи  $k$  в (6) знаходимо  $t_{3H}$ .

$$t_{3H} = \frac{\ln(0,05) \cdot t}{\ln\left(\frac{V-V_k}{V_0-V_k}\right)}. \quad (10)$$

Для апробації результатів перевірялось 117 операторів ЕСКЗ із розрахунку, що  $t=4$  тижні. Використовуючи дані експерименту, за формулами (7) і (8) виконано розрахунок  $t_{3H}$ . Фрагмент результату експерименту наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати розрахунку  $t_{3H}$  операторів ЕСКЗ

| Дані експерименту |       |      | Дані розрахунку |     |          |
|-------------------|-------|------|-----------------|-----|----------|
| № з/п             | $V_0$ | $V$  | $V_k$           | $t$ | $t_{3H}$ |
| 1                 | 100   | 77   | 71              | 4   | 7,6      |
| 2                 | 100   | 70   | 68              | 4   | 3,9      |
| 3                 | 100   | 97   | 94              | 4   | 17,3     |
| 4                 | 100   | 69   | 65              | 4   | 5,5      |
| 5                 | 100   | 75   | 61              | 4   | 11,7     |
| 6                 | 100   | 95   | 92              | 4   | 12,2     |
| 7                 | 100   | 73   | 70              | 4   | 5,2      |
| 8                 | 100   | 97   | 95              | 4   | 13,1     |
| 9                 | 100   | 95   | 87              | 4   | 24,8     |
| 10                | 100   | 89   | 82              | 4   | 12,7     |
| ...               | ...   | ...  | ...             | ... | ...      |
| 93                | 100   | 88   | 83              | 4   | 12,8     |
| Середнє значення  | 100   | 83,7 | 78,5            | 4   | 12,2     |

Виходячи з експерименту, середній час зниження рівня професійної готовності операторів ЕСКЗ дорівнює 12,2 тижня.

Для перевірки достовірності отриманих результатів через 12 тижнів після процесу підвищення рівня професійної готовності провели повторну перевірку операторів, яка показала, що результати майже не змінились.

Користуючись даними, отриманими коректним експертним шляхом та даними

з професійно-кваліфікаційних джерел та відкритих публікацій було визначено, що в середньому процес підвищення рівня професійної готовності оператора в ЕСКЗ потрібно проводити приблизно від 6 до 18 тижнів.

Слід зазначити, що процес підвищення рівня професійної готовності залежить також від змісту діяльності ЕСКЗ, її організації та умов, за яких вона відбувається. Причиною, яка знижує рівень, може бути негативна індукція, зумовлена змістом матеріалу.

Схожий, складний матеріал попереднього заняття ускладнює утворення нових тимчасових нервових зв'язків, знижує ефективність запам'ятовування. Для тривалого утримання в пам'яті інформації важливо від самого початку забезпечити міцне її запам'ятовування і закріплення шляхом повторення в перші дні після того, як вона була отримана.

Слід відзначити, що час реакції оператора є складовою частиною загального операційного часу ЕСКЗ. Час реакції залежить від того, наскільки операційний час системи впливає на виконання поставленої задачі.

Для деяких систем вимоги щодо часу не мають важливого значення, але для ЕСКЗ загальний операційний час для успішного виконання задачі є визначальним. Результати досліджень часу реакції оператора на світлові подразники можуть бути використані для професійного відбору і профорієнтації, оскільки вони дозволяють виявити уповільнену реакцію, відповідно операторам, з таким показником не можна доручати операції, де від швидкості реакції залежить вирішення тієї чи іншої задачі.

РПГ оператора до керування процесом можна визначити за його здатністю реагувати на різні подразники. Швидкість реакції на сигнали різної модальності є показником стану нервової системи людини. В якості критерію швидкості реакції в роботі було обрано час, витрачений на прийняття рішення (секунди), тобто час від моменту реагування оператора на сигнал (початок відповідей на питання спеціалізованого тесту) до моменту закінчення керуючих впливів (вибір правильної відповіді):

$$S = \frac{t_{cp}}{n} \cdot N, \quad (11)$$

де  $n$  – відсоток правильних відповідей оператора на питання спеціалізованого тесту, %;

$N$  – кількість питань спеціалізованого тесту перевірки рівня професійної готовності оператора, прийнята за 100 %;

$t_{cp}$  – середній час, витрачений оператором на правильні відповіді спеціалізованого тесту, с.

Враховуючи вищезазначені індивідуальні психофізіологічні характеристики, як складові інформаційного профілю оператора в ЕСКЗ, запропоновано вдосконалити метод оцінки рівня професійної готовності оператора.

Оскільки процес підтримки рівня професійної готовності – це динамічний процес, який включає всі інформаційні процеси і таку психофізіологічну характеристику як забування, враховуємо залежність цієї характеристики від рівня професійної готовності оператора. Спираючись на дослідження Г. Еббінгауза в роботі було визначено коефіцієнт часу зниження рівня професійної готовності оператора :

$$k = \frac{V_k \cdot S \cdot I}{F \cdot \log(t) \cdot V_0}, \quad (12)$$

де  $V_k$  – залишкові професійні знання;

$I$  – коефіцієнт зацікавленості ( $I = 0,88 \cdot M$ );

$F$  – коефіцієнт забування ( $F = 0,768$ , згідно з Еббінгаузом);

$t$  – оптимальний час, після якого необхідно проводити повторний процес підтримки рівня професійної готовності;

$V_0$  – кількість питань спеціалізованого тесту для перевірки рівня професійної готовності, прийнята за 100 %.

Оскільки в роботі запропоновано індивідуальний підхід з урахуванням індивідуального інформаційного профілю оператора, необхідно визначити оптимальний об'єм подачі інформації для оператора у процесі підвищення його рівня професійної готовності. Зважаючи на досліди М. Джонса, припустимо, що процес забування інформації оператора не безкінечний, і по закінченні деякого проміжку часу у оператора формуються залишкові професійні знання, які характеризують його РПГ в ЕСКЗ і більше не зменшуються з часом. Спираючись на результати дослідів Г. Еббінгауза та М. Джонса<sup>29</sup>, апроксимуємо залежність забування від часу та оцінюємо РПГ оператора:

$$V = (V_0 - V_k) \cdot e^{\left(\frac{-V_k \cdot S \cdot I}{F \cdot \log(t) - V_0} \cdot t\right)} + V_k. \quad (13)$$

Надалі цей метод було використано для вирішення задачі індивідуальної подачі інформації в діапазоні часу засвоєння професійних знань оператором для підтримки його РПГ.

Для підтвердження достовірності методу оцінки виконуємо розрахунки математичного очікування і дисперсії генеральної сукупності отриманих значень. Вони повинні задовольняти спроможності, незміщеності і ефективності. Оцінкою для генеральної середньої було обрано вибірккову середню:

$$M^*(x) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 83,39 \quad (14)$$

Запропонований метод оцінки, згідно із законом великих чисел по Чебишеву, при  $n \rightarrow \infty$  збігається по ймовірності з математичним очікуванням  $\bar{x}_{n \rightarrow \infty} M(x) = a$ , тобто ( $M(x) = 83,4$ ;  $a = 83,39$ ), що доводить спроможність оцінки.

Оцінка РПГ оператора має бути незміщеною:

$$M(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n a}{n} = \frac{na}{n} = a. \quad (15)$$

дійсно,

$$M(\bar{x}) = M\left[\frac{\sum x_i}{n}\right] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M(x_i) = \frac{a \cdot n}{n} = a. \quad (16)$$

Оскільки зміщення дорівнює 0,01, то вважатимемо його несуттєвим для достовірності оцінки РПГ.

Для визначення ефективності отриманої оцінки РПГ оператора ЕСКЗ розраховуємо

<sup>29</sup> Бабич, Ю. І. Визначення індивідуальних характеристик суб'єкта критичної інфраструктури, які впливають на процес відновлення його професійних знань в знання-орієнтованих системах підтримки прийняття рішень [Текст] / Ю. І. Бабич, М. І. Бабич, В. М. Тонконогий // Збірник наукових праць / Високі технології в машинобудуванні. – Вип.1(24) – Харків: НТУ «ХПІ», 2014 – С. 3–11.



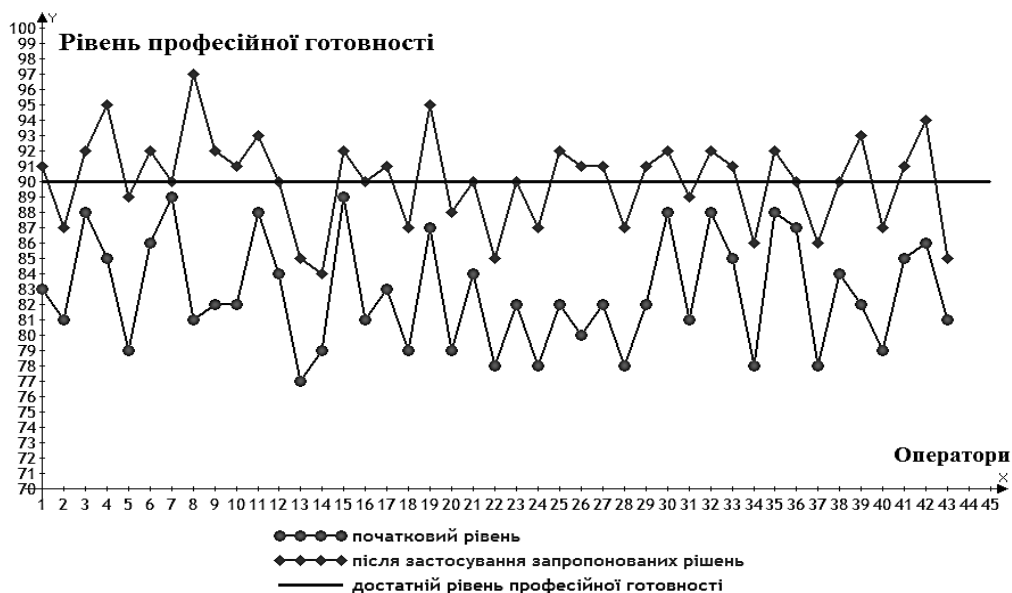


Рис. 5. Показники рівня професійної готовності операторів при запропонованих рішеннях

Загальні показники ефективності щодо проведених досліджень показано на рисунку 6.



Рис. 6. Показники ефективності запропонованих рішень

Виходячи з експерименту, середній час зниження рівня професійної готовності оператора дорівнює 12 тижням. Було проведено ряд експериментів: кількість операторів – 117 осіб (працівники Херсонської дирекції залізничних перевезень Одеської залізниці). Визначено кількість операторів з достатнім ( $\geq 90\%$ ) та недостатнім рівнем професійної готовності. Проведено різні заходи щодо підтримки рівня у операторів з низькими показниками при стандартних рішеннях та при запропонованих в роботі рішеннях.

Враховуючи вищезазначене слід зауважити, що виникає складність використання запропонованих методик та методів на практиці через відсутність штату спеціально підготовлених фахівців із психологічною освітою. Однак, використовуючи запроповану

інформаційну модель оператора і, розглядаючи її як індивідуальний інформаційний профіль, стало можливим відстежувати час зниження рівня професійної готовності та враховувати показники індивідуальних характеристик оператора з інформаційного профілю, що дало змогу підвищити рівень професійної готовності оператора в складі ЕСКЗ та оперативність цього процесу.

Для покращення процесу підвищення рівня професійної готовності оператора необхідно впроваджувати моделі та інформаційні інструментальні засоби, здатні витягувати з загальної бази знань персоніфіковану інформацію і визначати індивідуальний час на процес підвищення рівня професійної готовності оператора. Запропонований підхід дозволить спроектувати і реалізувати варіативний підхід при прийнятті рішення щодо вибору індивідуального часу на процес підвищення рівня професійної готовності оператора і створення електронної інформаційної системи підбору для нього індивідуальної програми.

## References:

1. Тузовский, А. Ф. Системы управления знаниями (методы и технологии) [Текст] / А. Ф. Тузовский, С. В. Чириков, В. З. Ямпольский. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.
2. Абрамов, В. М. Характеристики надёжности и функциональной безопасности структур железнодорожной автоматики / В. М. Абрамов, Б. Д. Никифоров, Д. В. Шалягин // Вестник ВНИИЖТ. – 2006. – № 1. – С. 32 – 38.
3. Hollnagel, E. Human Reliability Analysis: Context and Control [Text] / E. Hollnagel // Academic. – London, 1993. – 336 p.
4. Ортющенко, В. Н. Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ [Текст] / В. Н. Ортющенко, В. Н. Четверикова. – М.: Высшая школа. – Т. 1. – 1990. – 448 с.
5. Косенко, Ю. І. Управление мотивацией субъекта обучения в задачах восстановления знаний [Текст] / П. С. Носов, Ю. И. Косенко // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции / Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2012. – Вып. 2, Том 5. Технические науки. – Одесса: Куприенко, 2012. – С. 28 – 31.
6. Башкиров, Ю. М. Тренажерно-імітаційний комплекс на базі ЕОМ [Текст] / Ю. М. Башкиров, І. В. Єременко, Н. А. Стасевич, А. І. Бобунов // Військова освіта : зб. наук. пр. – Харків : Основа, 2000. – № 8. – С. 80 – 82.
7. Бобровский, В. И. Эргатические модели железнодорожных станций [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Зб. наук. праць КУЕТТ: Серія «Транспортні системи і технології», Вып. 5. – К.: КУЕТТ, 2004. – С. 80 – 86.
8. Эббингауз, Г. О памяти. Хрестоматия по общей психологии. Психология памяти [Текст] / Г. Эббингауз. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 272 с.
9. Косенко, Ю. І. Механізм ідентифікації та трансформації знань суб'єкта критичної інфраструктури [Текст] / П. С. Носов, Ю. І. Косенко // Збірник наукових праць / Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві – Вып. 3(4) – Одеса, 2013. – С. 99 – 104.
10. Бабич, Ю. І. Визначення індивідуальних характеристик суб'єкта критичної інфраструктури, які впливають на процес відновлення його професійних знань в знання-орієнтованих системах підтримки прийняття рішень [Текст] / Ю. І. Бабич, М. І. Бабич, В. М. Тонконогий // Збірник наукових праць / Високі технології в машинобудуванні. – Вып.1(24) – Харків: НТУ «ХПІ», 2014 – С. 3 –11.
11. Балановський, П.К. Використання ЕОМ для практичної підготовки фахівців зв'язку [Текст] / П. К. Балановський, А. П. Глушко, С. А. Литвин // Військова освіта: зб. наук. пр. – Харків : Основа, 2000. – № 8. – С. 220 – 223.