

УДК 378.147:004

Н.О. Ризун

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТА ТЕСТОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

Разработан комплекс математических методов, моделей и алгоритмов идентификации индивидуальной интеллектуальной деятельности субъекта тестирования, позволяющих получить объективный набор индивидуальных профессионально-значимых характеристик идентификации его профессионального статуса на основании анализа структуры распределенных во времени фактических данных о процессе прохождения процедуры сертификации.

**Ключевые слова:** индивидуальная интеллектуальная деятельность, субъект тестирования, сертификация, информационная модель, время обработки, коэффициент корреляции, временной ряд, фазы.

**Введение.** Сертификация как способ подтверждения соответствия квалификации специалиста принятым в данном профессиональном сообществе стандартам сегодня стала неотъемлемой частью процесса развития и проверки навыков в различных сферах деятельности. Целью сертификации является установление уровня подготовки, профессиональных знаний, навыков и опыта специалиста, отличающегося индивидуальным стилем деятельности, для подтверждения его соответствия установленным требованиям и определения его возможностей надлежащим образом осуществлять конкретные действия в той или иной сфере деятельности.

Одним из наиболее прогрессивных инструментов организации процесса сертификации персонала являются автоматизированные системы компьютерной диагностики, используемые в качестве технологического механизма присвоения статуса специалистам согласно индивидуальному уровню профессиональной подготовки, идентифицированному при прохождении теста.

**Постановка проблемы.** Процедуру сертификации специалиста с помощью системы компьютерной диагностики профессиональной подготовленности (СКДПП) можно представить как совокупность следующих групп этапов:

– группа функции *субъекта тестирования*: этапы интеллектуальной *обработки* тестовых заданий и технической реализации принятых в результате обработки решений (термин «обработка» в данном случае означает индивидуальную интеллектуальную деятельность (ИИД) конкретного субъекта тестирования на его рабочем месте по решению поставленной перед ним задачи);

– группа функции *СКДПП*: этапы *фиксации* количества результатов *правильно* принятых решений, *конвертирования* их в цифровой (буквенный) идентификатор в соответствии с используемой методикой шкалирования и

его *інтерпретація* согласно установленным в рассматриваемом профессиональном сообществе *требованиям* и *стандартам* идентификации профессионального *статуса* специалиста.

Приоритетным направлением совершенствования процедуры тестового контроля является переход от систем компьютерной диагностики профессиональной подготовленности как «обезличенного» технологического инструмента фиксации факта наличия определенного количества профессиональных компетенций (знаний, навыков, умений) к системам интеллектуального анализа качественных профессиональных спецификаций личности, таких как: профессиональная уверенность, самостоятельность, индивидуальные особенности и механизмы восприимчивости к информационной нагрузке, скорость реакции и др. Таким образом, повышение качества и достоверности используемых измерительных средств и методов оценки, обеспечивающих получение и адекватную интерпретацию *качественных* идентификаторов профессионально-значимых индивидуальных характеристик специалиста на основании анализа *структуры* распределенных во времени индивидуальных данных о процессе прохождения сертификации, является актуальной научной проблемой.

**Анализ последних публикаций и нерешенные части общей проблемы.** Исследования в области совершенствования измерительных средств и методов формирования идентификаторов профессионально-значимых индивидуальных характеристик специалиста можно разделить на следующие научные направления:

– исследования индивидуальных *психофизиологических особенностей*, включающих свойства темперамента и нервной системы, особенности межполушарной асимметрии и вегетативной регуляции, а также характер адаптации человека к информационной нагрузке, по которым можно судить о его профессиональной пригодности [1–4];

– исследования существующих тенденций использования технических устройств и программных продуктов *экспресс-диагностики личностных характеристик*, используемых при отборе специалистов необходимого профиля [5];

– разработка методов индикации индивидуальной направленности *стрессовых реакций* у операторов при работе в условиях чрезвычайных ситуаций путем разработки и применения при проведении экспериментов тренажерных систем и имитационных моделей, в том числе использующих аппарат нечеткой логики и информацию о вероятных отказах оборудования [6–8], а также получение моделей интеллектуальной деятельности человека, позволяющих идентифицировать операторский персонал согласно последовательности *функциональных состояний* и оценить *эффективность* его интеллектуальной деятельности по результатам исследования эмпирической функции распределения [9, 10];

– исследования индивидуальных спецификаций степени уверенности интеллектуальной деятельности специалиста путем проведения аналогий между субъектом тестирования и классическим, а также адаптивным ПИД-регулятором [11, 12].

**Целью** данного исследования является разработка комплекса математических *методов, моделей и алгоритмов* идентификации индивидуальной

интеллектуальной деятельности субъекта тестирования, позволяющих получить объективный набор индивидуальных профессионально-значимых характеристик идентификации его профессионального статуса на основании анализа *структуры* распределенных во времени фактических данных о процессе прохождения процедуры сертификации.

**Результаты исследований.** С точки зрения системного подхода к анализу СКДПП: субъект тестирования (СТ), технические (мониторы, клавиатура, мышь) и программные (человеко-машинный интерфейс) средства подачи и обработки тестовых заданий можно рассматривать как целостную систему человеко-машинного взаимодействия. Целостность такой системы состоит в том, что, с точки зрения СТ, можно четко определить ее [9]: *вход* – монитор (технический вход) и зрительный анализатор человека (интеллектуальный вход); *выход* – принятые СТ-решения (интеллектуальный выход) и форма совершения исполнительного действия – выбор/ввод варианта (-ов) решения (технический выход); *состояние* – функциональное состояние СТ и аппаратных средств.

Основная парадигма проводимого автором исследования индивидуальной интеллектуальной деятельности (ИИД) субъекта тестирования состоит в следующем: *входная* информация, поступающая в определенные моменты времени на технический вход СКДПП в форме тестового задания, может быть интерпретирована как *совокупность эталонных экспертных интеллектуальных информационных моделей (ЭЭИИМ) реальных объектов, понятий, ситуаций*, а также отношений между отдельными объектами, понятиями, ситуациями в конкретной предметной области, сформированных группой экспертов; *выходная* информация, поступающая на технический выход СКДПП в форме реализации принятых в процессе обработки тестовых заданий решений, может быть интерпретирована как *совокупность индивидуальных интеллектуальных информационных моделей реальных объектов, понятий, ситуаций, сформированных субъектом тестирования в результате обработки ЭЭИИМ и в соответствии с фактическим уровнем его профессиональной подготовленности.*

Согласно сформулированной парадигме автором разработаны принципы формализации перечисленных элементов исследования:

*Принципы формализации ЭЭИИМ:* любой профессиональный навык содержит совокупность знаний, позволяющих работнику решить реальную практическую (теоретическую) задачу с определенным уровнем качества (профессионализма). Минимальной структурной единицей совокупности знаний является понятие [14]. В качестве метода формализации интеллектуальной информационной модели реального профессионального знания (навыка) можно использовать семантическую сеть [2, 3]. Базовым множеством сети является конечное множество понятий  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$  – эталонная совокупность элементарных понятий, требуемых для заданного профессионального уровня  $U_i$ . Подмножество понятий определенного профессионального уровня, сущность которых раскрывается определенным подмножеством элементарных понятий эталонной совокупности, обозначим  $S = \{S_i : S_i = S(O^u), S(O^u) \in P\}$ . Подмножество элементарных понятий эталонной совокупности, с помощью которых определяется сущ-

ность некоторого раскрываемого понятия определенного профессионального уровня, обозначим  $R = \{R_i : R_i = R(O^u), R(O^u) \subset P\}$ . Разбиение, задаваемое на множестве  $P$  отношением определения  $O^u$ , приводит к получению  $k$ -подмножеств  $Z_1, Z_2, \dots, Z_k$ , каждое из которых содержит группу элементарных понятий эталонной совокупности заданного целевого профессионального уровня, т. е.  $O^u = Z_1 \subset Z_2 \subset \dots \subset Z_k$ . Алгоритм разбиения реализует принцип включения в группы понятий более высокого целевого уровня набор понятий, проверяемых предыдущими, более низкими целевыми уровнями. Правила  $RULE = \{RULE_i : RULE_i = M(ALG(F), ALF)\}$  формализации информационной модели представляют собой совокупность: алгоритма  $ALG$  выбора формы тестового задания  $F$  (способа представления решения задачи  $RES$  и необходимости использования подмножества понятий определенного профессионального уровня, которые могут использоваться в качестве дистракторов  $F = \{F_i : F_i = DIS(U, P, RES)\}$ ) в зависимости от заданного профессионального уровня, а также алфавита  $ALF$  кодирования понятий (формулы, текст, графика, анимация и т. д.). Эталонные экспертные информационные модели реального  $i$ -го профессионального знания, позволяющего решить реальную практическую (теоретическую) задачу, представляет собой семантическую сеть, содержащую: информацию о требуемом целевом профессиональном уровне  $U_i$ ; форму тестового задания  $F$ ; подмножество понятий определенного профессионального уровня  $Z_i$ ; структуру их взаимосвязей  $L$ . Данная семантическая сеть определяется конечным множеством  $MOD^i$  символов, называемых атрибутами, т. е.  $MOD = \{S^i, R^i, Z_1, Z_2, \dots, Z_k, L^i, F^i\}$  и конечным множеством  $Q$  отношений, состоящего из отношения определения  $O^p$  и отношения целевого профессионального уровня  $U : Q = \{O^p, U^i\}$ . Интенционал отношений определяется следующими выражениями:  $INT(O^p) = \{[S^i, DOM(S^i) = S], [R^i, DOM(R^i) = R]\}$ ;  $INT(U^i) = \{[G^i, DOM(G^i) = G], [Z_j^i, DOM(Z_j^i) = Z_j]\}$ ; где  $DOM(X)$  – домен, т. е. множество значений атрибута  $X$ , указанного в скобках. Экстенционал  $EXT(I)$  отношения ( $I$ ) определяется множеством конкретных отношений между атрибутами, т. е. составляет конкретное наполнение интенционала. Принципы формализации процесса индивидуальной интеллектуальной обработки субъектом тестирования ЭЭИИМ предполагают реализацию следующих когнитивных процессов (лат. *cognitio*, «познание, изучение, осознание» – способность к умственному восприятию и переработке внешней информации):

1. Этап *распознавания ЭЭИИМ*: процесс *зрительного* восприятия поданной на экран монитора ЭЭИИМ  $MOD^i$  путем *выделения и опознавание* сущности элементарных понятий  $R_j^i$ , составляющих данную модель определенного профессионального уровня, путем сопоставления их с индивидуальными эталонами  $R_j^{*i}$  (результатами обучения и профессионального опыта СТ), где  $R_j^{*i} = \{R_j^{*i}(t_j^r) \in P, t_j^r = t_j^o + t_j^v, t_j^o \in [0, t_j^z]\}$ ,  $t_j^r$  – время завершения этапа зрительного восприятия длительностью  $t_j^v$ ; процесс *формирования* внутренней индивидуальной *образно-концептуальной модели*  $MOD^{*i} = \{MOD^{*i}(t_j^m) \in P, t_j^m = t_j^r + t_j^k, t_j^m \in [0, t_j^z]\}$  реальных объектов, понятий, ситуаций определенного профессионального уровня путем *установления*

связей и отношений между опознанными элементарными понятиями  $R_j^i$  на основании индивидуальных образно-концептуальных эталонов  $S_j^*$ , где  $t_j^m$  – время завершения этапа формирования  $MOD_i^*$  длительностью  $t_j^k$ ;

2. *Этап поиска и реализации решения задачи*, поставленной в ЭЭИИМ: процесс *экстраполяционного поиска* – манипулирование сформированной образно-концептуальной моделью путем циклического повторения этапов *конструирования/выбора* идеи/варианта решения информационной модели  $W_i^*$ , *сканирования* памяти на основании индивидуальных поисковых эталонов и направлений сканирования  $SEARCH^*$  и *компарации* (анализ) преимуществ одного решения перед другим в зависимости от формы тестового задания  $F = \{F_i : F_i = DIS(U, P)\}$ , где  $W_i^* = \{W_i^*(t_j^w), t_j^w = t_j^m + t_j^e, t_j^w \in [0, t_j^z]\}$ ,  $t_j^w$  – время завершения этапа экстраполяционного поиска длительностью  $t_j^e$ ; процесс *реализации решения* – выполнение набора команд  $A = \langle A_1, \dots, A_v \rangle A_j \in A$ , где  $A$  – вектор-множество команд, реализующих решение поставленной задачи  $Y_j$  (индивидуальная информационная модель), принятое в результате обработки ЭЭИИМ. Количество команд  $v$  зависит от формы тестового задания (ввод или выбор решения) и психомоторных характеристик субъекта тестирования  $K = \{K_i : K_i = K(F)\}$ , где  $A = \{A(t_j^z), t_j^z = t_j^w + t_j^p\}$ ,  $t_j^z$  – момент времени завершения реализации набора команд  $A$  за время  $t_j^p$ .

Эффективность (скорость и точность) интеллектуальной деятельности СТ по обработке информационных моделей зависит от его функционального (рабочего) состояния в определенные моменты времени в течение тестового сеанса  $T: C_k = \{C_k : C_k = C(\Delta t_k), \Delta t_k = t_{k+1} - t_k\}$ , определяемого индивидуальными интеллектуальными и психофизическими характеристиками.

Базируясь на приведенных выше парадигме и принципах была выполнена *постановка задачи субъекта тестирования* по выполнению индивидуальной интеллектуальной деятельности по обработке сгенерированной и поданной в случайном порядке на экран последовательности ЭЭИИМ реального профессионального знания (навыка) с целью подтверждения требуемого уровня реального профессионального знания (навыка). В *общем виде* данная задача может быть формализована следующим образом:

– *распознать* эталонную экспертную интеллектуальную информационную модель  $MOD_i$  и на основе сформированной  $MOD_i^*$  *принять* и *реализовать* принятое решение  $Y_j$  с помощью соответствующего вектора команд  $A$  с максимальными оперативностью  $t_j^z - t_j^o \rightarrow 0$ , точностью  $|MOD_i - MOD_i^*| \rightarrow 0$ , при  $|S_j - S_j^*| \rightarrow 0, |R_j - R_j^*| \rightarrow 0$  и эффективностью  $C_j \rightarrow \max_j; H(MOD_j - MOD_j^*) \xrightarrow{\Delta t_j^* \rightarrow 0} opt(S_j, R_j, Y_j, C_j)$ .

С целью *уточнения* критериев оптимизации общей постановки задачи индивидуальной интеллектуальной деятельности субъекта тестирования была разработана следующая система концепций, базирующихся на результатах предыдущих этапов исследований автора.

*Концепция 1.* Автором установлено, что время  $t_j^z$  с момента появления ЭЭИИМ на экране до момента реализации решения (без учета технологических погрешностей) является объективным инструментом комплексной

количественной формализации степени сложности: формулировки и визуального представления ЭЭИИМ –  $t_j^k$ ; задачи, поставленной в ЭЭИИМ –  $t_j^k + t_j^e$ ; технологии ввода решения  $t_j^p$ . Нормативом (эталонном) времени на обработку ЭЭИИМ можно считать среднее время, потраченное на него группой профессионалов-экспертов  $t_j^*$  с учетом поправки на СТ (чаще всего принимается равной 10%).

*Концепция 2.* В качестве инструмента идентификации индивидуальных спецификаций ИИД субъекта тестирования предлагается использовать коэффициент корреляции между рядами эталонного  $t^*$  и фактического  $t^f = t^z - t^o$  времени интеллектуальной обработки ЭЭИИМ  $K(t^*, t^f)$  [15]. Предложен следующий алгоритм интерпретации нормированных участков значений коэффициента корреляции  $K(t^*, t^f)$ : СТ, который *уверен* в своих профессиональных знаниях, производит обработку ЭЭИИМ в стабильном темпе ( $K(t^*, t^f) \geq 0,5$ ), что не ущемляет специфических особенностей ИИД «специалистов-тугодумов» или специалистов с «молниеносной реакцией»; в поведении СТ, обладающего *недостаточно* уверенными знаниями, будут наблюдаться случайные «выбросы» во времени распознавания значений, вызванные «пробелами» в освоенности предметной области ЭЭИИМ. ( $0,3 \leq K(t^*, t^f) < 0,5$ ); СТ, степень уверенности профессиональных знаний которого *не соответствует* заданной мере профессиональной подготовленности  $r(t)$ , может попытаться угадать правильный ответ, поэтому затраты его времени не будут пропорциональны ни времени обработки ЭЭИИМ, ни сложности ее решения ( $K(t^*, t^f) < 0,3$ ).

*Концепция 3.* Измеряемыми и определяемыми величинами проводимых автором экспериментов являлись: отклонение времени обработки заданной информационной модели с момента его появления до момента реализации решения от эталонного времени (оперативность  $|\Delta t_j^*|$ ) и процент неправильных ответов (точность  $REZ\%$  интеллектуальной обработки).

*Концепция 4.* Полагаем, что *результативность* интеллектуальной обработки, представляющая в данном случае *количественный* показатель уровня профессиональных знаний, определяется только после завершения тестирования [11]. Показатель же *оперативности* интеллектуальной обработки представляет собой временную последовательность значений, характеризующих исследуемые нами события и полученных в последовательные случайные моменты времени.

Базируясь на приведенных выше концепциях оперативности и точности, мы выполнили *уточнение задачи субъекта тестирования* по выполнению индивидуальной интеллектуальной деятельности по обработке сгенерированной и поданной в случайном порядке на экран последовательности ЭЭИИМ реального профессионального знания (навыка) с целью подтверждения требуемого уровня реального профессионального знания (навыка): *распознать* эталонную экспертную интеллектуальную информационную модель  $MOD_i$  и на основе сформированной  $MOD_i^*$  *принять* и *реализовать* принятое решение  $Y_j$  с помощью соответствующего вектора команд  $A$  с максимальной *уверенностью* (оперативностью)  $|\Delta t_j^*| \approx |\Delta t_i^*| \rightarrow const$ , максимальной *точностью* (результативностью)  $REZ\% \rightarrow 0$  и *эффективностью*  $C_j \rightarrow \max$ .

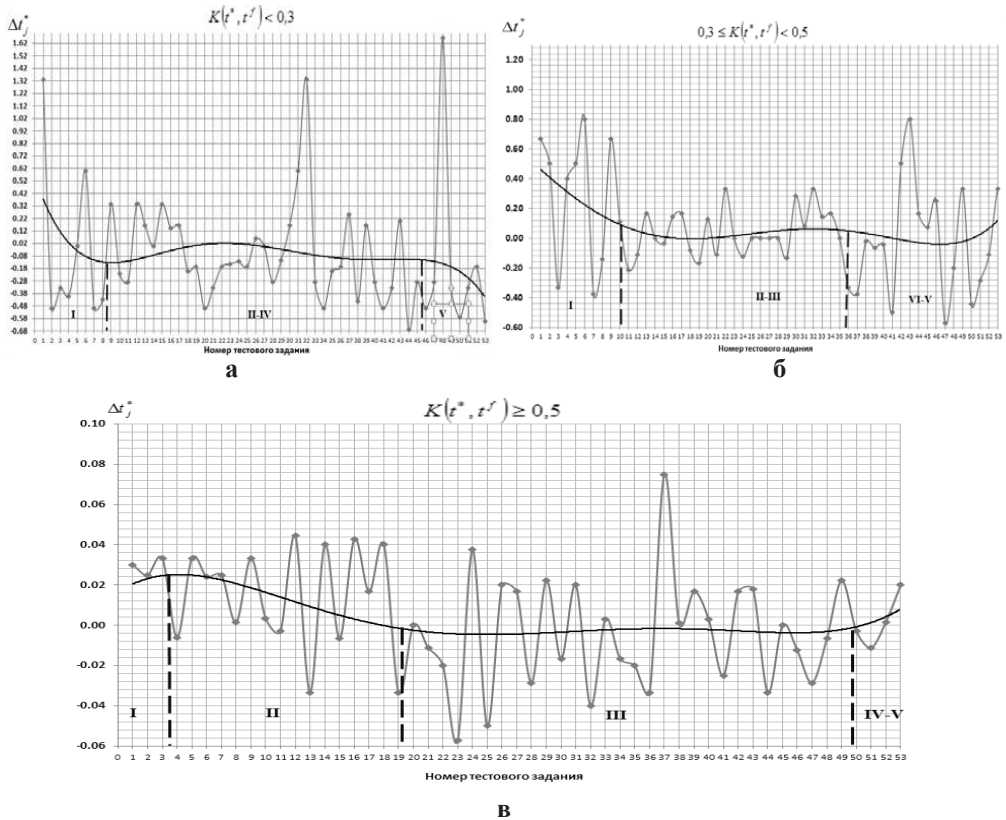
С целью уточнения концепции оценки степени *эффективности* индивидуальной интеллектуальной деятельности автором предложена методика анализа процесса интеллектуальной обработки сгенерированной и поданной в случайном порядке на экран последовательности ЭЭИИМ с помощью следующей модели временного ряда [11]:  $y(t) = m(t) + \xi(t)$ , где  $m(t)$  – тренд, форма которого зависит от уровня уверенности СТ в знаниях;  $\xi(t)$  – случайная составляющая с неизвестным законом распределения, которая включает случайный характер отклонений от тренда, обусловленный индивидуальными психофизическими характеристиками и спецификой протекания когнитивных процессов СТ.

Одной из общепринятых аппроксимаций тренда временной последовательности, описывающей деятельность человека как элемента целостной системы человеко-машинного взаимодействия в эргономике и теории надежности, является обобщенная *U*-образная кривая, в которой условно выделяется пять фаз, каждая из которых соответствует определенным функциональным состояниям. Интерпретация данных фаз с точки зрения функциональных состояний СТ в течение тестового сеанса, связанных со степенью уверенности контролируемых профессиональных знаний, может быть следующей: *первичная реакция* (I) – кратковременное снижение фактического уровня уверенности и точности интеллектуальной деятельности СТ, связанное с его процессом настройки на предметную область подаваемой в случайном порядке на экран последовательности ЭЭИИМ; *гиперкомпенсация* (II) и *компенсация* (III) – **постепенное повышение и стабилизация** показателей уверенности и точности обработки ЭЭИИМ до индивидуального фактического уровня; *субкомпенсация* (IV) и *декомпенсация* (V) – снижение нормального для СТ уровня уверенности и точности обработки.

Согласно введенным автором концепций длительность и устойчивость пребывания СТ в каждой из вышеперечисленных фаз является индивидуальной и зависит, в первую очередь, от степени уверенности его знаний в диагностируемой предметной области  $K(t^*, t^f)$ , а также от уровня личностных характеристик, необходимых для достижения заданной меры профессиональной пригодности  $K_p$ . На рис. 1 (а, б, в) приведены результаты анализа проведенных автором экспериментов, представляющие собой обобщенную структуру фаз ИИД в течение тестового сеанса, соответствующих форме тренда  $y(t) = m(t) + \xi(t)$  временной последовательности усредненных отклонений фактического времени обработки заданной ЭЭИИМ от эталонного трех категорий СТ, сгруппированных по диапазонам степени уверенности профессиональных знаний (значений коэффициента корреляции  $K(t^*, t^f)$ ). На основе анализа полученных результатов были установлены следующие закономерности:

– высокий уровень *устойчивости* индивидуальной интеллектуальной деятельности (ИИ) характеризуется формой тренда  $m(t)$  с короткой фазой настройки на предметную область (менее 5% от общего времени); плавным и уверенной фазой постепенного повышения интеллектуальной активности (до 30% об общего времени); длительной фазой стабильной и эффективной работы с минимальными (близкими к нулю) отклонениями от эталонного времени (до 57%); фактически отсутствующей фазой декомпенсации и ко-

роткой фазой некоторого повышение времени на обработку ЭЭИИМ в конце тестового сеанса (менее 8%);



**Рис. 1. Усредненная форма тренда эмпирического временного ряда для групп СТ, характеризующихся значением коэффициента корреляции:**  
**а –  $K(t^*, t^f) < 0,3$ ; б –  $0,3 \leq K(t^*, t^f) < 0,5$ ; в –  $K(t^*, t^f) \geq 0,5$**

– средний уровень *устойчивости* индивидуальной интеллектуальной деятельности (UM) характеризуется формой тренда  $m(t)$  с более длительными фазами первичной настройки на предметную область (до 20% от общего времени); недостаточно явно выраженными фазами повышения и нормализации показателей уверенности и точности распознавания ЭЭИИМ (до 60% об общего времени) с тенденцией к нестабильности; длительными этапами субкомпенсации/декомпенсации с явно выраженными «выбросами» в значениях отклонений фактического времени обработки ЭЭИИМ от эталонного (до 20%);

– низкий уровень *устойчивости* индивидуальной интеллектуальной деятельности (UL) характеризуется формой тренда  $m(t)$  с четко выраженными фазами первичной настройки и субкомпенсации/декомпенсации (до 30% от общего времени) и полным отсутствием стабильности в течение всего тестового сеанса.



**Выводы.** Разработан комплекс математических методов, моделей и алгоритмов идентификации индивидуальной интеллектуальной деятельности субъекта тестирования, позволяющий: формализовать понятие тестовых заданий как интеллектуальных информационных моделей реальных объектов, понятий, ситуаций; формализовать процесс ИИД субъекта тестирования как совокупности когнитивных процессов и выполнить их имитацию с помощью переходных процессов классического ПИД-регулятора; выполнить постановку задачи СТ в процессе подтверждения требуемого уровня реального профессионального знания и конкретизировать основные критерии оценки качества его индивидуальной интеллектуальной деятельности; получить набор характеристик уровня устойчивости ИИД специалиста путем использования в качестве инструмента анализа структуры распределенных во времени индивидуальных данных о процессе прохождения процедуры сертификации коэффициента корреляции между рядами эталонного и фактического времени обработки интеллектуальной ЭЭИИМ.

*Список использованных источников*

1. Бушов Ю.В. Психофизиологическая устойчивость человека в особых условиях деятельности: оценка и прогноз / Ю.В. Бушов, Томск, 1992. – 180 с.
2. Хомская Е.Д. Нейропсихология индивидуальных различий / Е.Д. Хомская, И.В. Ефимова, Е.В. Будыка, Е.В. Ениколопова. – М., 1997. – 256 с.
3. Небылицин В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления / В.Д. Небылицин // Хрестоматия по инженерной психологии. – М., 1991. – 300 с.
4. Несмелова Н.Н. Динамика функционального состояния человека при адаптации к информационной нагрузке / Н.Н. Несмелова // Вестник ТГПУ. – 2005 – № 7 – С. 170–175.
5. Куруськина М.Г. Использование аппаратно-компьютерных технологий в экспресс-диагностике личностных характеристик / М.Г. Куруськина, Н.И. Мартышова // Армия и общество. – 2010. – № 4. – С. 120–125.
6. Жедунов Р.Р. Система идентификации предаварийных ситуаций технологического процесса, использующая аппарат нечеткой логики и данные вероятных отказов / Р.Р. Жедунов // Вестник АГТУ. – 2007. – № 3. – С. 100–108.
7. Григорян Р.Д. Механизм колебаний функциональной надежности оператора компьютера / Р.Д. Григорян // Проблемы програмування. – 2008. – № 2–3. – С. 756–764.
8. Дикая Л.Г. Методики исследования и диагностики функциональных состояний и работоспособности человека-оператора в экстремальных условиях. / Л.Г. Дикая, А.И. Заиковский. – М.: ИП АН СССР, 1987. – 89 с.
9. Камінський Р.М. Ідентифікація інтелектуальної діяльності операторського персоналу за експериментальними даними / Р.М. Камінський, Л.Я. Нич // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Інформ. системи та мережі. – 2011. – № 715. – С. 134–149.
10. Нич Л.Я. Оцінювання ефективності індивідуальної інтелектуальної діяльності операторів у системах опрацювання зображень на основі експе-

риментальних даних / Л.Я. Нич, Р.М. Камінський // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». Інформ. системи та мережі. – 2011. – № 699. – С. 193–203.

11. Ризун Н.О. Вопросы идентификации тестируемого как ПИД-регулятора в составе автоматизированной системы профессиональной аттестации / Н.О. Ризун // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2012. – № 3 (41). – С. 133–141.

12. Ризун Н.О. Алгоритмы идентификации адаптивных ПИД-регуляторов автоматизированной системы профессиональной аттестации / Н.О. Ризун // Научный вестник НГУ. – 2012. – № 5. – С. 113–121.

13. Ризун Н.О. Спосіб рейтингового тестування рівня навчання у вищому навчальному закладі. Патент на корисну модель 72657 Україна: МПК G06F 7/00; Замовник та патентовласник: Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. – №.u201201551, заявл. 13.02.2012, опубл. 27.08.2012, бюл. № 16/2012. – 24 с.

14. Андреев А.Б. Экспертная система анализа знаний «Эксперт-ТС» / А.Б. Андреев, А.В. Акимов, Ю.Е. Усачев // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9–12 September 2002. Kazan, Tatstan, Russia. – 2002. – P. 97–101.

15. Холод Б.І. Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні. Патент на винахід 97149 Україна: G06F 7/04 (2006.01); Винахідники: Холод Б.І., Тараненко Ю.К., Ризун Н.О. Замовник та патентовласник: ЗАТ «Дніпропетровський університет економіки та права». – № a200912950, заявл. 14.12.2009, опубл. 10.01.2012, бюл. № 1/2012 р. – 11 с.

## References

1. Bushov Ju.V. (1992) *Psihofiziologicheskaja ustojchivost' cheloveka v osobyh uslovijah dejatel'nosti: ocenka i prognoz* [Psychophysiological human resistance in special conditions of activity: assessment and forecasting]. Tomsk. 180 p.

2. Homskaja E.D., Efimova I.V., Budyka E.V., Enikolopova E.V. (1997). *Nejropsihologija individual'nyh razlichi* [Neuropsychology of individual differences]. M., 256 p.

3. Nebylicin V.D. (1991). *Nadezhnost' raboty operatora v slozhnoj sisteme upravlenija*. Hrestomatija po inzhenernoj psihologii [The reliability of the operator in a complex control system]. M., 300 p.

4. Nesmelova N.N. (2005) *Dinamika funkcional'nogo sostojanija cheloveka pri adaptacii k informacionnoj nagruzke* [The dynamics of human functional state during adaptation to traffic load] Vestnik TGPU. №7, p. 170-175.

5. Kurus'kina M. G. (2010). *Ispol'zovanie apparatno-komp'juternyh tehnologij v jekspress-diagnostike lichnostnyh harakteristik* [Using hardware and computer technologies in the rapid diagnosis of personality characteristics]. Armija i obshhestvo. № 4, pp. 120-125.

6. Zhedunov R.R. (2007) *Sistema identifikacii predavarijnyh situacij tehnologicheskogo processa, ispol'zujushhaja apparat nechetkoj logiki i dannye veroyatnyh otkazov*. [Identification preemergencies process system using fuzzy logic and probability of failure data]. Vestnik AGTU. № 3, pp. 100-108.

7. Grigorjan R.D. (2008). *Mehanizm kolebanij funkcional'noj nadezhnosti operatora komp'jutera* [Oscillation mechanism of functional reliability computer operator]. Problemi programuvannja. № 2-3, pp. 756-764.

8. Dikaja L.G. (1987). *Metodiki issledovanija i diagnostiki funkcional'nyh sostojanij i rabotosposobnosti cheloveka-operatora v jekstremal'nyh uslovi-jah* [Methods of investigation and diagnosis of functional status and health of the human operator in extreme conditions]. M.: IP AN SSSR, 89 p.

9. Kamins'kij R.M. (2011) *Identifikacija intelektual'noi dijtal'nosti operators'kogo personalu za eksperimental'nimi danimi* [Identification of intellectual personnel carrier on experimental data]. Visn. Nac. un-tu «L'viv. politehnika». Inform. sistemi ta mrezihi. № 715, pp. 134-149.

10. Nich L.Ja. (2011). *Ocinjuvannja efektivnosti individual'noi intelektual'noi dijtal'nosti operatoriv u sistemah opracjuvannja zobrazhen' na osnovi eksperimental'nih danih* [Evaluation of the effectiveness of individual intellectual activity operator systems process images based on experimental data]. Visn. Nac. un-tu «L'viv. politehnika». Inform. sistemi ta mrezihi. № 699, pp. 193-203.

11. Rizun N.O. (2012) *Voprosy identifikacii testiruemogo kak PID-reguljatora v sostave avtomatizirovannoj sistemy professional'noj attestacii* [Questions identification test as PID in the automated system of professional certification]. Mizhnarodnij naukovu-tehničnij zhurnal «Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologičnih procesah». № 3 (41), pp. 133-141.

12. Rizun N.O. (2012). *Algoritmy identifikacii adaptivnyh PID-reguljatorov avtomatizirovannoj sistemy professional'noj attestacii*. [Identification Algorithms for adaptive PID automated system for professional certification]. Nauchno-tehničeskij zhurnal «Nauchnyj vestnik NGU». № 5. – pp. 113-121.

13. Rizun N.O., Taranenko Ju.K. (2012). *Sposib rejtingovogo testuvannja rivnja navchannja u vishhomu navchal'nomu zakladi* [Rating Method of testing learning in higher education]. Patent na korisnu model'. 72657 Ukraïna: MPK G06F 7/00; Zamovnik ta patentovlasnik: Taranenko Ju.K., Rizun N.O. №.u201201551, zajavl. 13.02.2012, opubl. 27.08.2012, bjul. № 16/2012. – 24 p.

14. Andreev A.B., Akimov A.V., Usachev Ju.E. (2002). *Jekspertnaja sistema analiza znanij "Jekspert-TS"* [Expert System Knowledge Analysis "Expert-TC"]. Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatrstan, Russia. pp. 97-101.

15. Holod B.I., Taranenko Ju.K., Rizun N.O. (2012). *Sposib vimiru rivnja znan' uchniv pri komp'juternomu testuvanni* [The method of measuring the level of students' knowledge in computer testing]. Patent na vinahid 97149 Ukraïna: G06F 7/04 (2006.01); Vinahidniki: Holod B.I., Taranenko Ju.K., Rizun N.O. Zamovnik ta patentovlasnik: ZAT «Dnipropetrovs'kij universitet ekonomiki ta prava». № a200912950, zajavl. 14.12.2009, opubl. 10.01.2012, bjul. № 1/2012

Розроблено комплекс математичних методів, моделей і алгоритмів ідентифікації індивідуальної інтелектуальної діяльності суб'єкта тестування, що дозволяють отримати об'єктивний набір індивідуальних професійно-значущих характеристик ідентифікації його професійного статусу на підставі аналізу структури розподілених у часі фактичних даних про процес проходження процедури сертифікації.

**Ключові слова:** індивідуальна інтелектуальна діяльність, суб'єкт тестування, сертифікація, інформаційна модель, час обробки, коефіцієнт кореляції, часовий ряд, фази.

The complex mathematical methods, models and algorithms for the identification of individual intellectual activity of the testee, allowing to obtain an objective set of individual characteristics of professional and meaningful identification of her/his professional status on the basis of analysis of structures distributed in time evidence of the process of passing the certification procedure were developed.

**Key words:** *individual intellectual activity, testee, certification, information model, the processing time, the correlation coefficient, time series, phases.*

*Одержано 28.01.2015.*