

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В КОГНИТИВНОЙ СИСТЕМЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Иванов И.В., канд. педагог. наук, докторант, ФГК ВОУ ВО ВА «Военная академия РВСН им. Петра Великого»

Когнитивные способности человека-оператора являются главенствующим элементом в решении задачи физической защиты критически важных объектов от высокотехнологичных деструктивных воздействий. При этом оптимальность принимаемых решений зависит от свойств технической подсистемы и характеристик внешнего воздействия. Сравнение результатов опытов восприятия информации о состоянии внешней среды по схемам прямого отражения и прямого теленаблюдения дает неоднозначный исход. Данный факт дает основание полагать, что уменьшение энтропии эргасистемы возможно, если когнитивные способности и вычислительную производительность технической подсистемы представить ресурсными ограничениями в решении задачи оптимального управления. Универсальность ожидаемого результата при интегральности расходования ресурсов по Лагранжу и терминальности состояния системы по Майеру приводит к решению экстремальной задачи Больцы. В статье представлено решение вариационной задачи оптимального управления энтропией, создаваемой ресурсными ограничениями.

Ключевые слова: оптимизация, технологический процесс переработки информации, эргасистема, высокотехнологичное деструктивное воздействие, когнитивная адаптация, энтропия.

Цитирование: Иванов И.В. Метод оптимизации технологического процесса переработки информации в когнитивной системе физической защиты критически важных объектов от высокотехнологичных деструктивных воздействий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 2(83). С. 52–59.

ВВЕДЕНИЕ

Восприятие человеком-оператором визуальной информации от технической подсистемы находится под влиянием естественных и объективных факторов, связанных с антропологическими и технологическими ограничениями. В этом случае возникает эффект, известный в нейрпатологии под названием «ассоциативная агнозия» – неспособность распознать объект целиком при полном его узнавании. Оптимизация управленческих решений по физической защите критически важных объектов (КВО) от высокотехнологичных деструктивных воздействий (ВТДВ) требует оптимизации технологического процесса переработки информации (ТППИ). Для представления этой задачи в упрощенном виде используется теоретико-множественный

метод формализации ТППИ в целевом информационном пространстве отношений между элементами эргасистемы.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Рассмотрение ТППИ в задаче физической защиты КВО от ВТДВ обязывает оптимальное управление представлять адаптивной функцией эргасистемы к когнитивным способностям человека-оператора (рис. 1).

В соответствии с общими положениями теории информации [1, 2] видеопоток можно рассмотреть как информационный массив (ИМ), который имеет количественные и качественные характеристики. Понятие **количественные характеристики** будем применять при описании информа-

ции, связанной с функционированием технической подсистемы, **качественные характеристики** – при описании информации, связанной с когнитивной активностью человека-

оператора. Под **обобщенной характеристикой** ИМ будем понимать количество и качество информации, которые необходимы для индексирования данных с признаками ВТДВ.

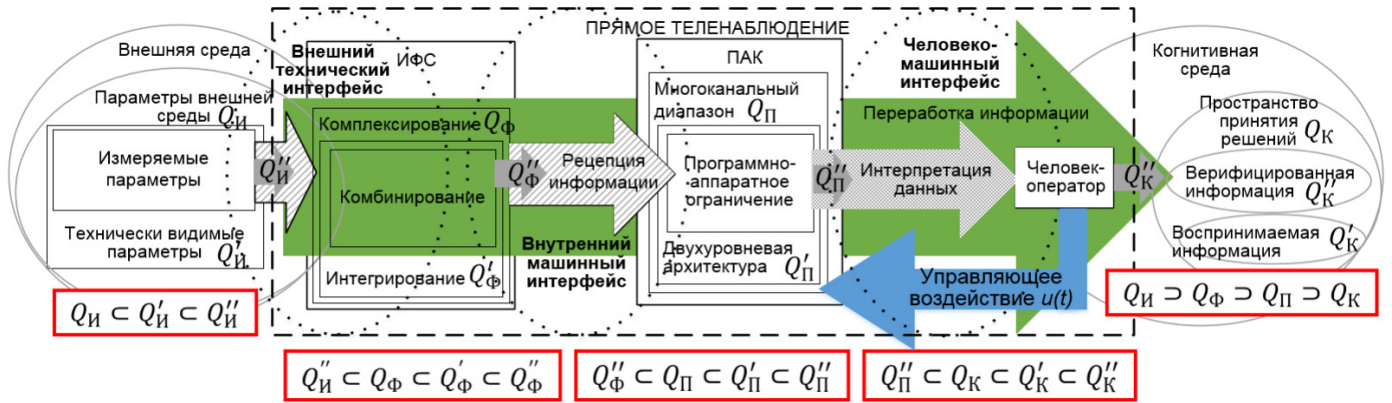


Рис. 1. Структурная модель ТППИ по схеме прямого теленаблюдения

В ТППИ происходит сужение ИМ, характеристиками которого являются: Q – количество информации (массив) на этапах измерения, извлечения, восприятия (индекс «И»), преобразования и интерпретации (индекс «П»), коммуникации (индекс «К»), $u(t)$ – управляющее воздействие. Индекс «*» указывает на знания, полученные в результате опыта прямого отражения, индекс «'» указывает на знания, полученные в результате опыта прямого теленаблюдения.

Однако сравнение результатов когнитивного процесса в опытах прямого отражения и прямого теленаблюдения по количеству верифицированной информации в показателях приближения к объективной информации не дает однозначный исход (рис. 2). Поэтому оптимизация ТППИ в эргосистеме должна содержать формальный механизм решения теоретической задачи повышения ситуационной осведомленности и методику оценки оптимальности решений, принимаемых в интересах физической защиты КВО от ВТДВ.

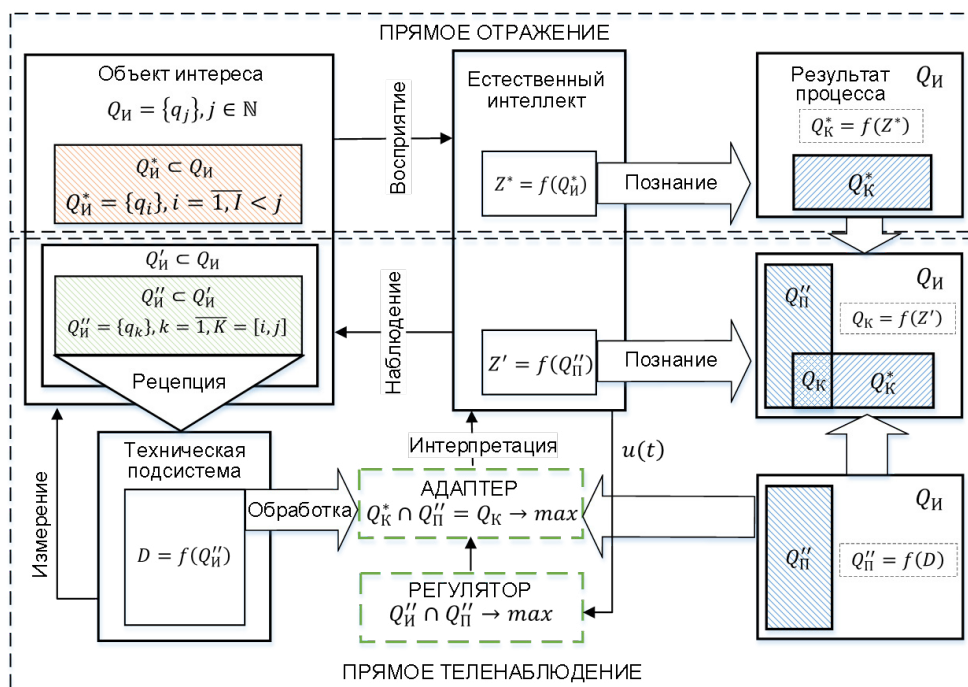


Рис. 2. Структурная модель когнитивного процесса в опытах прямого отражения и прямого теленаблюдения

На рис. 2 обозначены: Z – когнитивная функция, D – данные, $\{q_j\}$ – множество измеряемых параметров (координаты, идентификационные признаки, электромагнитные характеристики и другие параметры ВТДВ).

По схеме прямого отражения $Q_{И}$, так же как и $Q_{И}''$ по схеме прямого теленаблюдения, антропологически недоступно для человеческого восприятия. Оптические эффекты по-разному интерпретируются человеком и машиной, что повышает информационную энтропию в ТППИ при рецепции, интерпретации и коммуникации информации [3–5].

Верифицированная информация оценивается показателями точности, выражается через количество истолкованной и представленной в виде образа информации, на основе которой принимается решение. Между количеством объективной информации $Q_{И}$ и количеством верифицированной информации $Q_{К}''$ существует некоторая разница, которую можно формализовать, используя энтропийный подход [6, 7]. Следовательно, решение задачи оптимального управления находится в области обобщения условий когнитивной активности человека-оператора и параметрического контроля среды информационного обмена.

Постановка задачи

1. В целях снижения потерь от ошибочных и нерациональных решений необходимо оптимизировать ТППИ в условиях ресурсных ограничений. При этом в ТППИ управляющим воздействиям подвергаются только те структурные элементы эргасистемы, функционирование которых приводит к адаптации технической подсистемы.

Из рис. 2 видно, что количество коммуникационной информации ($Q_{К}$) есть пересечение множеств ($Q_{К}^*$) и ($Q_{П}''$), которое требуется максимизировать:

$$Q_{К}^* \cap Q_{П}'' = Q_{К} \rightarrow \max. \tag{1}$$

Учитывая выражение (1), увеличение нового множества пересечения приближает к множеству ($Q_{И}$) за счет разности:

$$Q_{И} \setminus Q_{К} = \Delta Q_{\text{доп}} \rightarrow \min, \tag{2}$$

где величина ($\Delta Q_{\text{доп}}$) является ограничением, характеризует объективность верифицированной информации показателями точности в пределах допустимых значений и оценивается степенью приближения к $Q_{И}$ при его минимизации.

Количество воспринимаемой информации от ВТДВ ($Q_{И}^*$) определяется априорной энтропией от параметров элементов (q_i). Коммуникационная информация ($Q_{К}$) формируется на основе данных (D).

Величины $Q_{К}^*$ и $Q_{П}''$ являются стабильными и определяются в некоторой области допустимых ресурсных ограничений. Вид функций Z^* и Z' задается в первом случае когнитивными способностями человека-оператора, во втором – вычислительной производительностью технической подсистемы. Исходя из целей настоящего исследования, ситуационная осведомленность ставится в зависимость от количества перерабатываемой информации.

2. В таком случае информационный критерий оптимизации представляет собой экстремум функции, связывающей изменение соотношений измерительной информации ($Q_{И}^*$) и ($Q_{П}''$) на входе с изменением соотношения коммуникационной информации ($\Delta Q_{\text{доп}}$) на выходе эргасистемы. Если вариант решения характеризуется распределением в виде кортежа вероятностей состояния КВО (p) в зависимости от параметров ВТДВ:

$$P(q) = \langle p_1(q), \dots, p_i(q), \dots, p_j(q), \dots, p_k(q) \rangle, \tag{3}$$

то $P^*(q^*)$ является информационным критерием решения экстремальной задачи при его равенстве:

$$P^*(q^*) = \arg \max_{q \in Q_{И}} J_0(H, P(q)), \tag{4}$$

где $J_0(P(q))$ – целевой функционал от кортежа заданных параметров (q) с ограничением:

$$J_n(P(q^*)) \in J_n^0, n = \overline{1, N}, q^* \in \Delta Q_{\text{доп}} \subset Q_{И}. \tag{5}$$

3. По формальной модели восприятия Д. Хоффмана [8], основанной на эволюционной теории восприятия [9, 10] и идее, что результат восприятия не является прямым отображением реальности и можно выразить когнитивную функцию Z^* , которая обеспечивает адаптивность организма к среде для выживания. То есть когнитивная функция оценивает, насколько восприятие и принятое решение способствуют выживанию.

Если цель процесса – принять оптимальное решение (действие) d^* , Q – объективное (истинное) количество информации, которое недоступно напрямую для восприятия человеком-оператором, d – решение человека-оператора, то функция когнитивного ограничения имеет вид:

$$Z^* = \arg \max_d Z(d, Q_H). \quad (6)$$

Адаптивность восприятия человека направлена на максимизацию когнитивной функции, а не на точное отображение реальности. Тогда адаптивная функция имеет вид:

$$\widehat{Z} = \arg \max_{Q_H^*} F(Q_H^*, d). \quad (7)$$

Таким образом, когнитивная функция имеет вид:

$$Z^*(t) = f(Pr(t), T(t), A(t), Mr(t), L(t), S(t), D(t), Q_H^*), \quad (8)$$

где перечисленные функции времени есть когнитивные функции: восприятия $Pr(t)$, мышления $T(t)$, внимания $A(t)$, памяти $Mr(t)$, обучаемости $L(t)$, речи $S(t)$, принятия решений $D(t)$; t – время.

Тогда параметры, которые характеризуют когнитивные способности человека-оператора, определяющие оптимальность принятия решений, представляют собой выражение:

$$\widehat{Z}(t) = (\Phi(t), \Theta(t), E(t), t), \quad (9)$$

где $\Phi(t) = (G(t), B(t), C(t), R(t), t)$ – вектор-функция работоспособности;

$\Theta(t)$ – вектор-функция восприятия;

$E(t)$ – вектор-функция внешних факторов;

$G(t)$ – вектор-функция физиологического состояния;

$B(t)$ – вектор-функция функционального состояния;

$C(t)$ – вектор-функция психологического состояния;

$R(t)$ – вектор-функция компетентности.

4. То есть требуется найти оптимальный вариант управления энтропией для обеспечения наилучшего качества информационного массива при ограничениях в распределении ресурсов (принятия решения, выбора стратегии, управляющего воздействия).

Количество информации определяется величиной уменьшения шенноновской дифференциальной энтропии:

$$H = -k \int p(q) \log p(q) dq; q \in Q_H, \quad (10)$$

где $p(q)$ – плотность распределения случайной величины q ,

k – коэффициент, определяющий размерность энтропии.

Для непрерывных случайных величин в результате минимизации ($\Delta Q_{\text{доп}}$) в когнитивном процессе на временном отрезке обобщенная энтропийная составляющая информационного баланса на выходе эргосистемы уменьшается:

$$I = L(H, t), t \in [t_H, t_K], \quad (11)$$

$$L(H, t_H, t_K) = H_{apr} - H_{aps}, \quad (12)$$

где L – информационная составляющая изменения шенноновской дифференциальной энтропии H в опыте измерения по схеме когнитивной адаптации;

t_H, t_K – время начала и окончания измерений;

H_{apr} – априорная энтропия;

H_{aps} – апостериорная энтропия.

Процесс восприятия можно описать с помощью байесовской вероятности:

$$P(Q_H | \omega) = \frac{P(\omega | Q_H) P(Q_H)}{P(\omega)}, \quad (13)$$

где $P(Q_H | \omega)$ – апостериорная вероятность восприятия объективной информации Q_H при наличии стимула (сенсорного сигнала) от ВТДВ ω ,

$P(\omega | Q_H)$ – вероятность стимула (получения сигнала) от ВТДВ Q_H при восприятии объективной информации ω ,

$P(Q_H)$ – априорная вероятность восприятия объективной информации Q_H ,

$P(\omega)$ – общая вероятность стимула (сигнала) от ВТДВ ω .

Решение задачи

1. Универсальность ожидаемого результата при интегральности расходования когнитивных ресурсов (интегральные затраты в формулировке задачи Лагранжа) и терминальности состояния системы (терминальные затраты в формулировке задачи Майера) приводит к решению вариационной задачи оптимального управления, где требуется на заданном временном отрезке $[t_H, t_K]$ минимизировать целевой функционал Больцы:

$$F = H_{apr}(Q_H, t_H) - H_{aps}(Q_H, t_K) + \int_{t_H}^{t_K} u(Q_H, t) h_{\text{III}}(V, Q_H(t), t) dt \rightarrow \min, \quad (14)$$

где $h_{JJ}(V, Q_H(t), t)$ – вектор производной по времени от условной энтропии покрытия по J элементам, взаимодействующим с объектом управления;

$u(Q_H(t), h_{JJ}, t)$ – вектор управляющих воздействий на ресурсные потоки.

Функция $\hat{u}(t) \in C^1([t_H, t_K])$ доставляет слабый локальный минимум; если найдется $\delta > 0$, то для любой функции $u(t) \in C^1([t_H, t_K])$ выполняется неравенство:

$$F(u) \geq F(\hat{u}). \tag{15}$$

Интегрант $h(t)$ непрерывен в окрестности множества:

$$\left((t, \hat{u}(t), \dot{u}(t)) \mid t \in [t_H, t_K] \right), \tag{16}$$

а терминант H непрерывно дифференцируем в окрестности точки $(\hat{u}(t_H), \hat{u}(t_K))$.

Тогда уравнение Эйлера:

$$-\frac{d}{dt} \hat{F}(h_{JJ}, t) + \hat{F}(u(t), t) = 0. \tag{17}$$

Условия трансверсальности:

$$\hat{f}(u(t), t) = f_n(\hat{u}(t_H), \hat{u}(t_K)), \tag{18}$$

$$\hat{f}(h_{JJ}, t) = (-1)^n \hat{f}(u(t), t), n = 0, 1. \tag{19}$$

- Тогда, учитывая выражения (1) – (4), по энтропии покрытия в когнитивной среде можно оценить оптимальность принимаемых решений. Максимизация апостериорной энтропии H_{aps} имеет свое представление в теоретико-множественном выражении:

$$H_{aps} = \log \left(\frac{\| (Q_H \setminus Q_K) \cup \Delta Q_{доп} \|}{\| \Delta Q_{доп} \|} \right), \tag{20}$$

где двойные прямые скобки « $\| \cdot \|$ » означают операцию приведения к норме.

Учитывая степень значимости и критичность ошибки для оптимальности принимаемых решений, нельзя исключить влияние ложной информации. То есть энтропия определяется не только статистической неопределенностью, но и методами восприятия, толкования, представления. Методы оценивания информационной энтропии А.А. Харкевича и Р.Л. Стратоновича, хотя и учитывают штрафы, оценку влияния выбора метода на

энтропию не содержат. По М.М. Бонгарду, на энтропию влияет оценка правильности принятого решения:

$$H_{aps} = \log n - H \left(\frac{P_1}{P_0} \right) + m, \tag{21}$$

где n – число равновероятных исходов;

P_0 и P_1 – вероятности правильного решения до и после получения сообщения о ВТДВ соответственно;

m – погрешность восприятия (визуальный шум) из-за несовершенства сенсоров, аппаратной задержки или случайных помех, вызванных внешними непреднамеренными возмущающими факторами, которые увеличивают энтропию.

- При этом требуется обеспечить минимизацию расходов временных, технологических (информационных и технических) и когнитивных ресурсов C_0 при изменении $C_0(t)$ от начального $C_0(t_H)$ до конечного $C_0(t_K)$ значения:

$$\Psi: C_0(t_H) \rightarrow C_0(t_K) \mid C_i(t) \in C_i, t \in [t_H, t_K], \tag{22}$$

$$L(C_0(t_H), C_0(t_K)) + \int l(C(t), t) dt \rightarrow \min, \tag{23}$$

где Ψ – целевой оператор ресурсного отображения объекта управления;

$L(\cdot)$ – терминант функционала расходования ресурсов;

$l(\cdot)$ – интегрант функционала расходования ресурсов;

C – ресурсы, расходуемые на управление.

Отношение между элементами эргасистемы происходит на уровне ресурсного обмена. Для каждого элемента определен обобщенный вектор-столбец ресурсов C_i :

$$C_i^T = (C_{TCi}^T, C_{КОГi}^T), i = \overline{1, n}, \tag{24}$$

где C_{TCi}^T – вектор технических компонентов; $C_{КОГi}^T$ – вектор когнитивных компонентов человека-оператора, T – символ транспонирования.

Вектор ресурсов является векторной функцией времени:

$$C = C(t), t \in [t_H, t_K]. \tag{25}$$

Для объекта управления задан обобщенный вектор, описывающий начальное состояние, и вектор программных требований в конце временного отрезка управле-

ния. Динамика обобщенного вектора ресурсов может быть представлена системой стохастических дифференциальных уравнений в общем виде:

$$C(t) = F(C(t), t, Q_H(t)), \quad (26)$$

где Q и (t) – вектор ВТДВ.

4. В концепции функционирования организационно-технических систем [11–13] оптимизация ТППИ средствами когнитивной адаптации мер по физической защите КВО от ВТДВ представляет собой целенаправленный процесс, описываемый концептуально-логической моделью эргасистемы [11, 14] (рис. 3).

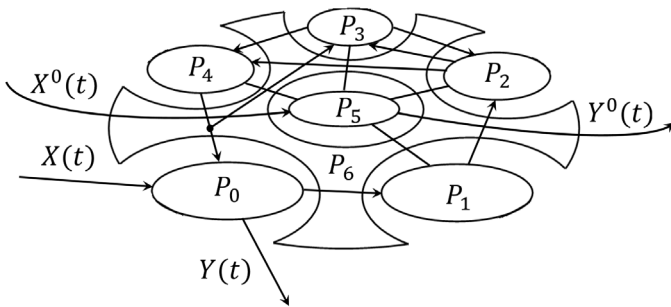


Рис. 3. Концептуально-логическая модель эргасистемы

Концептуально-логическая модель эргасистемы как инвариантный контур управления включает в себя объект управления P_0 (комплекс инженерно-технических средств (КИТСО), комплекс задач и мероприятий) и функциональные подсистемы:

P_1 – измерения параметров ВТДВ (человек-оператор и КИТСО);

P_2 – оценки состояния P_0 (подсистема контроля технического состояния);

P_3 – коррекции (исполнители НИР и ОКР);

P_4 – лицо (орган управления), принимающее организационное решение по изменению комплекса задач и мероприятий;

P_5 – координации (штаб, кризисный центр);

P_6 – информационного обмена;

контур управления: сложный динамический объект (СДО) (P_0)– человек-оператор (P_4);

контур управления: лицо, принимающее решение (ЛПР) (P_4) – СДО (P_0);

$R(t) = f(X, X^0, t)$ – функция воздействий;

$\Theta(t) = f(Y, Y^0, t)$ – функция реакций;

$X(t)$ – воздействие внешних факторов;

$Y(t)$ – отклик;

$X^0(t)$ – целевое воздействие;

$Y^0(t)$ – отклик на целевое воздействие;

t – время.

Обеспечение полного контроля человеком-оператором обстановки на охраняемом объекте в реальном времени при ВТДВ напрямую связано с возможностью покрытия всего охраняемого пространства чувствительной зоной измерительной подсистемы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по схеме прямого отражения, когда человек-оператор воспринимает окружающую действительность напрямую, без участия технической подсистемы, существует разность между количеством объективной и верифицированной информации (эволюционная теория восприятия), которая может быть оценена некоторой мерой неопределенности. По схеме прямого теленаблюдения эта неопределенность создается техническими подсистемами P_1 , P_2 и когнитивными ограничениями.

При этом оптимизация управленческих решений достигается уменьшением энтропии эргасистемы. В свою очередь, за счет снижения информационной энтропии на этапе верификации повышается ситуационная осведомленность лица, принимающего решения.

Список использованных источников и литературы

1. Стратонович Р.Л. Теория информации. – М.: Сов. радио, 1975. – 424 с.
2. Теория информации и ее приложения (сборник переводов под ред. А.А. Харкевича) / Л. Заде, Р. Хартли, К. Шеннон и др. – М.: Физматгиз, 1959. – 328 с.

3. Geisler W.S. Contributions of ideal observer theory to vision research // Vision research. 2020. № 167. С. 2–8.
4. Современная офтальмология: Руководство. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2021. – 752 с.
5. Душков Б.А. Королев А.В., Смирнов Б.А. Психология труда, профессиональной и организационной деятельности: словарь. – М.: Академический Проект, 2005. – 848 с.
6. Сухов А.В. Информационные технологии в эргасистемах военного назначения: классификационный аспект // Военная мысль. 2007. № 7. С. 33–40.
7. Бурый А.С., Сухов А.В. Оптимальное управление сложными техническими комплексами в автоматизированном информационном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2003. № 8. С. 145–162.
8. Hoffman D.D. The case against reality: Why evolution hid the truth from our eyes. WW Norton and Company. 2019.
9. Hoffman D.D., Singh M., Prakash C. The interface Theory of Perception // Psychonomic bulletin & review. 2015: № 22. С. 1480–1506.
10. Bennett A.T.D., Cuthill I.C. Evolution of color vision: From genes to behaviour. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 2023. Т. 378 (1871). 2021.0275.
11. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем: монография. – М.: РГУП, 2020. – 314 с.
12. Бурый А.С., Морин Е.В. Концептуализация качества в программной среде информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 4(73). С. 19–26.
13. Бурый А.С., Морин Е.В. Концептуальная модель контроля качества программной продукции на множестве признаков // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 1(65). С. 29–37.
14. Сухов А.В., Конюшев В.В. Цифровая полиция как эргатическая система, функционирующая в цифровой экосистеме // Правовая информатика. 2021. № 2. С. 28–39. –<https://doi.org/10.21681/1994-1404-2021-2-28-39>

METHOD FOR OPTIMIZING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF INFORMATION PROCESSING IN A COGNITIVE SYSTEM OF PHYSICAL PROTECTION OF CRITICAL FACILITIES FROM HIGH-TECH DESTRUCTIVE IMPACTS

Ivanov I.V., Ph.D., doctoral student of the Military Academy of the Peter the Great Strategic Missile Forces

The cognitive abilities of a human operator are the main element in problem solving of physical protection of critical facilities against high-tech destructive impacts. At the same time, the properties of technical subsystem and the characteristics of external impact significantly affect the optimality of the decisions made. The universality of the expected result with integrality of Lagrangian resource expenditure and the terminality of system state according to Mayer leads to the extreme Bolza task solution. The article presents a solution to the variational task of optimal entropy control created by resource constraints.

Keywords: optimization, technological process of information processing, ergatic system, high-tech destructive impacts, cognitive adaptation, entropy.

For citation: Ivanov I.V. Method for optimizing the technological process of information processing in a cognitive system of physical protection of critical facilities from high-tech destructive impacts. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2025; 2(83): 52–59. (In Russ.).

References

1. Stratonovich R. L. Teoriya informacii. Moscow: Sov. Radio Publ., 1975, 424 p.
2. Teoriya informacii i ee prilozheniya (sbornik perevodov pod red. A.A. Xarkevicha). Moscow: Fizmatgiz Publ., 1959, 328 p.
3. Geisler W.S. Contributions of ideal observer theory to vision research. *Vision research*, 2020, no. 167, pp. 2–8.
4. *Sovremennaya oftal'mologiya: Rukovodstvo*. Saint-Petersburg: Piter Publ., 2021, 752 p.
5. Dushkov B.A., Korolev A.V., Smirnov B.A. *Psixologiya truda, professional'noj i organizacionnoj deyatel'nosti: slovar'*. Moscow: Akademicheskij Proekt Publ., 2005, 848 p.
6. Sukhov A.V. Informacionny'e tehnologii v e'rgasistemax voennogo naznacheniya: klassifikacionny'j aspect. *Voennaya mysl*, 2007, no. 7, pp. 33–40.
7. Buryi A.S., Sukhov A.V. Optimal Control of Complicated Technical Complexes in an Automatic Information Space. *Automation and Remote Control*, 2003, vol. 64, no. 8, pp. 1329–1345. <https://doi.org/10.1023/A:1025039702499>.
8. Hoffman D.D. *The case against reality: Why evolution hid the truth from our eyes*. WW Norton and Co, 2019.
9. Hoffman D.D., Singh M., Prakash C. The interface Theory of Perception. A Natural Selection Argument for Perceptual Interfaces. *Journal of Consciousness Studies*, 2021, 28 (5–6), pp. 121–146.
10. Bennett A.T.D., Cuthill I.C. Evolution of color vision: From genes to behaviour. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2023, 378 (1871), 20210275.
11. Lovtsov D.A. *Informacionnaya teoriya e'rgasistem: monografiya*. Moscow: RGUP Publ., 2020, 314 p.
12. Buryi A.S., Morin E.V. Konceptualizaciya kachestva v programmnoj srede informacionny'x sistem. *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation*, 2023, no. 4(73), pp. 19–26.
13. Buryi A.S., Morin E.V. Konceptual'naya model' kontrolya kachestva programmnoj produkcii na mnozhestve priznakov. *Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation*, 2022, no. 1(65), pp. 29–37.
14. Sukhov A.V., Konyushev V.V. Cifrovaya policiya kak ergaticheskaya sistema, funkcioniruyushchaya v cifrovoj ekosisteme. *Pravovaya informatika, Legal informatics*, 2021, no. 2, pp. 28–39. <https://doi.org/10.21681/1994-1404-2021-2-28-39>.