

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ СОВРЕМЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Долятовский В.А.

*ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», Ростов-на-Дону,
e-mail: dvaleri@inbox.ru*

Современные системы менеджмента предприятий характеризуются нарастанием сложности решения задач управления, большими объемами данных, необходимостью их обработки и выделения знаний, что увеличивает нагрузки менеджеров и операторов производственных процессов. Информационные нагрузки выросли за последние десять лет на порядок, внедряются информационные технологии и мягкие вычисления в обработку данных и принятие решений. Нарастание сложности управления увеличивает информационную и интеллектуальную нагрузку персонала, что приводит к необходимости проектирования его деятельности и обеспечения нормальных условий работы. Это обстоятельство изменяет содержание и структуру организационных наук, ведет к повышению роли человеческого фактора в управлении. В эргономике выделены уровни микроэргономики (проектирование систем «человек – техника», адаптация и самоорганизация человеко-технических систем), мидиэргономики (управление работой человека и коллектива, создание команд), макроэргономики (проектирование сложных социотехнических систем). Рассмотрена предметная область и структура эргономики, определены показатели качества деятельности работников, построены модели их влияния на эффективность системы менеджмента. Выделены восемь классов эргатических систем, сформулированы классы задач эргономического проектирования. Поставлена задача оптимизации выбора эргономического обеспечения системы управления предприятием, определены особенности эргономических задач проектирования работы оператора, руководителя, коллектива работников. Решена задача проектирования числа уровней организационной структуры управления предприятием, приведены примеры проектирования деятельности человека-оператора на основе оценок его загрузки и статистических характеристик потоков информации.

Ключевые слова: сложность управления, менеджмент, нагрузки менеджера, эргономическое проектирование, эргономическое обеспечение

ERGONOMIC TASKS OF MODERN MANAGEMENT

Dolyatovskiy V.A.

Rostov State Economic University, Rostov-on-Don, e-mail: dvaleri@inbox.ru

Modern enterprise management systems are characterized by an increase in the complexity of solving management problems, large volumes of data, the need to process them and extract knowledge, which increases the workload of managers and operators of production processes. Information loads have grown over the past 10 years by an order of magnitude, information technologies and soft computing are being introduced into data processing and decision making. The growing complexity of management increases the information and intellectual load of the personnel, which leads to the need to design its activities and ensure normal working conditions. This circumstance changes the content and structure of organizational sciences, leads to an increase in the role of the human factor in management. In ergonomics, the levels of microergonomics (design of “human-technical” systems, adaptation and self-organization of human-technical systems), midiergonomics (management of the work of a person and a team, creation of teams), macroergonomics (design of complex socio-technical systems) are distinguished. The subject area and structure of ergonomics are considered, indicators of the quality of work of employees are determined, models of their influence on the effectiveness of the management system are built. Eight classes of ergatic systems are singled out, classes of ergonomic design problems are formulated. The task of optimizing the choice of ergonomic support for the enterprise management system is set, the features of the ergonomic tasks of designing the work of an operator, manager, and a team of employees are determined. The problem of designing the number of levels of the organizational structure of enterprise management is solved, examples of designing the activity of a human operator based on estimates of its load and statistical characteristics of information flows are given.

Keywords: complexity of management, management, loads of the manager, ergonomic design, ergonomic providing

Сейчас происходит когнитивная революция, идет четвертая волна технологий, наряду с информационными, био- и нанотехнологиями в жизнь входят когнитивные технологии, обращенные на человека, учитывающие его психические состояния и предельные возможности [1, 2]. Когнитивные технические системы оценивают состояния человека-оператора и адаптируют под него технические устройства. Люди способны генерировать больше информации, чем ее обработать и выделить знания. Информационный трафик быстро растет, в обществе возрастает роль человеческого фактора, его влияния на прогресс в эконо-

мике [2–4]. Решения людей становятся все более влияющими на экономику и общество [5]. Но возможности человека имеют ограничения, это ощущала развивающаяся экономика и начало создаваться эргономическое обеспечение (ЭО) [6, 7]. Работы в этом направлении вели Н. Винер, В.А. Трапезников, А.И. Губинский [1–10] и др. Возникли новые направления: праксеология, эргономика, инженерная психология. Однако не решен ряд задач обеспечения эффективной работы ЛПР в системе менеджмента [6, 7]. Работа направлена на постановки базовых задач эргономики в системах менеджмента и АСУ.

Материалы и методы исследования

Организационные науки: кибернетика, менеджмент, праксеология, инженерная психология, эргономика – приобретают все большую важность в эволюции современного общества. Это связано с тем, что:

- усиливается роль интеллектуального капитала, прогресс экономики определяется переходом идей, инноваций в интеллектуальную собственность, которая преобразуется в новые изделия, технологии, приносящие высокую прибыль (возрастающая отдача),

- осуществляется переход от энергоемких производств к информационно емким,
- экономика начинает управляться не достижением прибыли, а социальной полезностью, повышением благосостояния людей (рис. 1).

Предметные области этих наук пересекаются, организационные науки решают разные прикладные задачи производства и управления на основе получения фундаментальных знаний о человеке (табл. 1).

Эргономика решает комплекс задач проектирования деятельности людей в системах разной природы (рис. 2).



Рис. 1. Взаимоотношения организационных наук

Таблица 1

Предметные области организационных наук

Область знаний	Решаемые задачи
Кибернетика	Управление в системах различной природы
Менеджмент	Управление социально-экономическими системами на основе использования человеческого интеллекта, организации управления
Праксеология	Организация эффективной деятельности человека в системах
Научная организация труда	Применение научных методов к трудовым процессам
Эргономика	Приспособление характеристик системы к характеристикам человека для оптимизации условий и процесса работы; проектирование изделий и систем с учетом особенностей и удобства использования людьми
Инженерная психология	Учет психологических характеристик человека при проектировании и эксплуатации технических систем

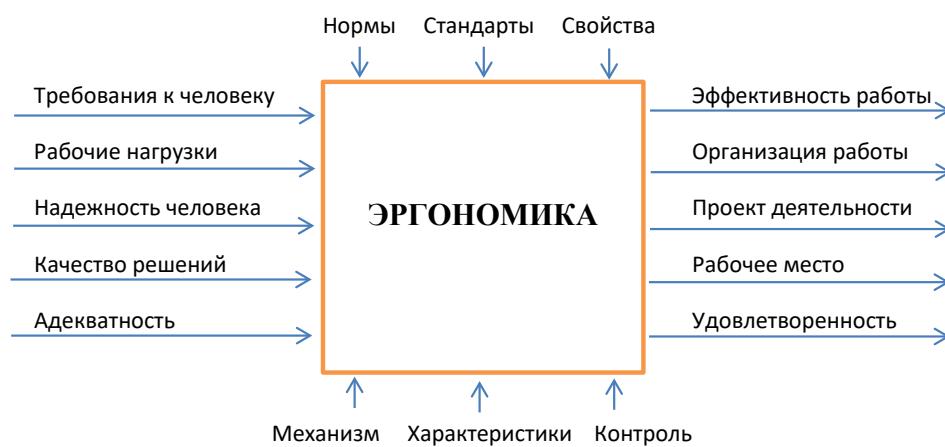


Рис. 2. Диаграмма задач эргономики

Организация деятельности людей в системе управления

По приблизительным расчетам, в РФ ежедневно обрабатывается 500 терабайт экономической информации, принимается 14 млн ЛПР $1,5 \cdot 10^7$ решений. В системах обработки данных (СОД) основными показателями качества функционирования является вероятность получения правильной (безошибочной) β^1 , своевременной ϑ^1 и точной δ^1 информации и выработки эффективного e^1 , своевременного ϑ_p^1 решения. Эти показатели в СОД можно рассчитать на основе реальной статистики:

$$\beta = (N - (n_0 - nk)) / N, \quad (1)$$

$$\vartheta = Nc / N, \quad (2)$$

$$\delta = Nt / N, \quad (3)$$

где N – общее количество обработанных единиц информации или решений ЛПР, n_0 – число ошибочных единиц, n_k – число откорректированных единиц, Nc – число своевременно обработанных единиц, Nt – число точных единиц.

Если рассчитать число безошибочных и своевременных результатов, получим

$$B_{op}^1 = (Nc / N^2) [N - (1 - \gamma_k)n_0]. \quad (4)$$

Таким же образом, для качества решений имеем

$$\vartheta_p = [(Nc(1 - \gamma_k)n_0p) / N^4p] N \text{ при } N \text{ сви} \quad (5)$$

Например, при $N = 100$, $Nc = 90$, $n_0 = 4$, $\gamma_k = 0,5$ по формуле (4) получим $B_{op}^1 = 0,88$, т.е. своевременно и безошибочно будет обработано 88% поступившей информации.

Система управления реализует частные решения D_1, \dots, D_m на основе относительного описания объекта $y(t)$. Решения принимаются при возникновении проблемных ситуаций S_1, \dots, S_L , решениям будут соответствовать некоторые значения результата или дохода e . Если известно распределение вероятностей $p(e_i/R_i, y_i)$, то решение принимается в соответствии с правилом $\max e_i p(e_i/R_i, y_i)$. При уменьшении достоверно-

сти информации Y или ошибках при выборе R_i появляются потери двух видов:

$$\Delta e_d = e_{cp}(R^*/y_i) - e_{cp}(R/y_i), \quad (6)$$

$$\Delta e_p = e_{cp}(R^*/y_i) - e_{cp}(R_i/y_i), \quad (7)$$

где R^* – оптимальное решение в ситуации S , R – решение при недостатке информации y , y_i – достаточный объем информации о ситуации, y – неполная информация.

Эти потери приводят к уменьшению показателя эффективности системы управления:

$$W = \sum e(R_i/y_i) / \sum e(R^*/y_i). \quad (8)$$

Пусть известны усредненные результаты от принятия решений в пяти ситуациях $S_1 \dots S_5$, оптимальные значения дохода в них $e_{cp}(R^*/y_i)$, размеры потерь Δe_d , Δe_p , тогда можно рассчитать показатели эффекта принимаемых людьми решений (табл. 2).

Расчеты для этих ситуаций дают КПД $w = 0,82$, $1-w = 0,18$; потери эффектов от некачественных решений $R \Delta e_p = 0,066$ и неполной информации (или недостаточных знаний ЛПР) $\Delta e_d = 0,114$. То есть два фактора деятельности людей в управлении – некачественные решения и недостаток знаний и опыта – приводят к существенным потерям (рис. 3).

Системы, включающие людей в качестве элементов, делятся на 8 классов (табл. 3).

Результаты анализа и проектирование эргономического обеспечения

Процесс взаимодействия элементов системы управления, обеспечивающий достижение поставленной цели G , определяет организацию управления:

$$P = (X, Y, A, R, t), \quad (9)$$

где X и Y – входы и выходы процесса,

A – алгоритм или принципы преобразования X в Y ,

R – используемые ресурсы, t – время.

Между элементами существует соотношение

$$X, A, R, T \rightarrow Y. \quad (10)$$

Таблица 2

Показатели эффектов решений в пяти ситуациях

Показатели	Ситуация 1	Ситуация 2	Ситуация 3	Ситуация 4	Ситуация 5
$e(R_i / y_i)$	18	15	34	26	19
$e(R^* / y_i)$	22	18	40	32	24
Δe_d	1	1	2	3	2
Δe_p	3	2	4	3	3

Таблица 3

Классификация систем

Решаемые задачи	Состав	Тип системы	Обозначение
Одна задача	Человек	Моноэргатическая	МЭ
Функция	Коллектив	Полиэргатическая	ПЭ
Монофункциональная	Человек + техника	Моноэрготехническая	МЭТ
Система	Коллектив + техника	Полиэрготехническая	Пэт
Поток разных задач	Человек	Полиэргатическая	ПМЭ
Полифункциональная	Коллектив (структура)	Полифункциональная Полиэргатическая	ППЭ
Сложные задачи СЧМ	Система «человек – Техника»	Полифункциональная Моноэрготехническая	ПМЭТ
Социотехнические	Коллектив + техника	Полифункциональная Полиэрготехническая	Ппэт



Рис. 3. Роль человеческого фактора в системе менеджмента

Если рассмотреть разрезы основного преобразования А, можно получить набор частных показателей эффективности:

$$\text{Функционально-целевой показатель } X, A, R, Y \rightarrow F(G) \quad (11)$$

$$\text{Функционально-временной показатель } X, A, R, Y \rightarrow F(T) \quad (12)$$

$$\text{Функционально-программный показатель } X, Y, R, T \rightarrow F(A) \quad (13)$$

Формально эргатическая система может быть представлена четверкой величин:

$$S = (H_1, H_2, H_3, H_4), \quad (14)$$

где H_1 – вектор характеристик работников организации,

H_2 – вектор структурных элементов,

H_3 – вектор характеристик используемых технических средств (вычислительной мощности, памяти).

H_4 – вектор условий, режимов, регламентов работы людей в системе.

Применение этих показателей можно связать с решением отдельных задач эргономического проектирования:

1. Задачи анализа эффективности деятельности людей и эргономической диагностики: при заданных H_1, H_2, H_4 определить значения функции достижения цели $F(G)$.

2. Задачи отбора людей, при заданной $F(G)$ и $H_2 = \text{const}, H_4 = \text{const}$ найти значения H_1 .

3. Задачи синтеза оргструктур управлени: при заданных $F(G)$ и H_1 найти H_2, H_4 .

4. Задачи организации и условий работы персонала: найти H_4 при заданных $F(G), F(A), H_1, H_2$.

Комбинации векторов H_1, \dots, H_4 дают множество вариантов построения эрготехнических систем S , для которых можно рассматривать их при ограничениях материальных ресурсов $L_1(S)$, людских $L_2(S)$, финансовых $L_3(S)$, нормативов и стандартов $L_4(S)$. Задачу выбора оптимального эргономического обеспечения можно сформулировать в виде: на основе выбора вектора характеристик системы S максимизировать целевую функцию эффективности $E(S)$ при ограничениях:

$$E(S(H_1 \dots H_4)) \rightarrow \max \quad (15)$$

$$\text{при } \left\{ \begin{array}{l} L_1(S) < L_1^* \\ L_2(S) < L_2^* \\ L_3(S) < L_3^* \\ L_4(S) < L_4^* \\ C(H_1, H_2, H_3, H_4) < C_{\text{доп}} \end{array} \right.$$

Это многопараметрическая задача оптимизации, ее решение определяет набор характеристик людей, техники, режимов и условий работы, обеспечивающих максимум целевой функции $E(S(H_1 \dots H_4))$.

Особенностью эргатических систем является то, что состав требований к людям и специфика эргономического обеспечения полностью определяется функциями, выполняемыми людьми. Отсюда вытекает логическая необходимость функционального анализа деятельности людей в управлении. Поэтому в последние годы разработаны специальные средства для этого анализа,

например, язык UML. Принятие решений при технико-экономическом управлении предприятием направлено на устранение отклонений текущих значений результирующих переменных $Y(t)$ от целевых показателей $Y_u(t)$ вдоль траектории движения к цели управления. Вырабатываемые управляющие воздействия $u(t)$ зависят от отклонений $\Delta Y(t)$, коэффициентов готовности персонала и техники, достоверности полученной информации a , состояния объекта $Y(t)$ и случайных возмущений μ .

Результаты исследования и их обсуждение

Методы проектирования различаются для разных уровней менеджмента и определяются функциями человека в системе. Люди, обрабатывающие информацию, преобразуют поступающую информацию $I_{\text{вх}}$ в результаты $I_{\text{рез}}$ в соответствии с алгоритмом преобразования А:

$$I_{\text{рез}} = A \cdot I_{\text{вх}}. \quad (16)$$

Задачи проектирования заключаются в определении тезаурусов информации и алгоритма преобразования для получения требуемой безошибочности и своевременности процесса. Для обеспечения требуемой структурной надежности людей, обрабатывающих информацию (ЛОИ), решается задача резервирования ЛОИ на основе статистики коэффициента готовности.

ЛПР выбирает решения R в зависимости от ситуации S , своего опыта Q , личностных качеств L . Наиболее простой моделью деятельности ЛПР является использование прецедентов P , структуризация ситуаций и их распознавание на основе выделения признаков и построение отображений типа таблицы решений.

Человек-оператор (ЧО) моделируется автоматом с двумя входами и таблицей преобразований вход/выход, для повышения безошибочности строится алгоритм деятельности, рассчитываются показатели надежности его выполнения. Если они ниже требуемых, встраиваются дополнительные операции контроля и решается задача поиска компромисса между безошибочностью и своевременностью.

Для полигротехнических систем решаются задачи проектирования их структуры. Примером такой эргономической задачи является задача расчета количества уровней оргструктур управления при известной пропускной способности ЛПР и объемах информации, генерируемых операционной средой предприятия (рис. 4). Структура должна быть адекватна по нагрузке характеристикам ЛПР.

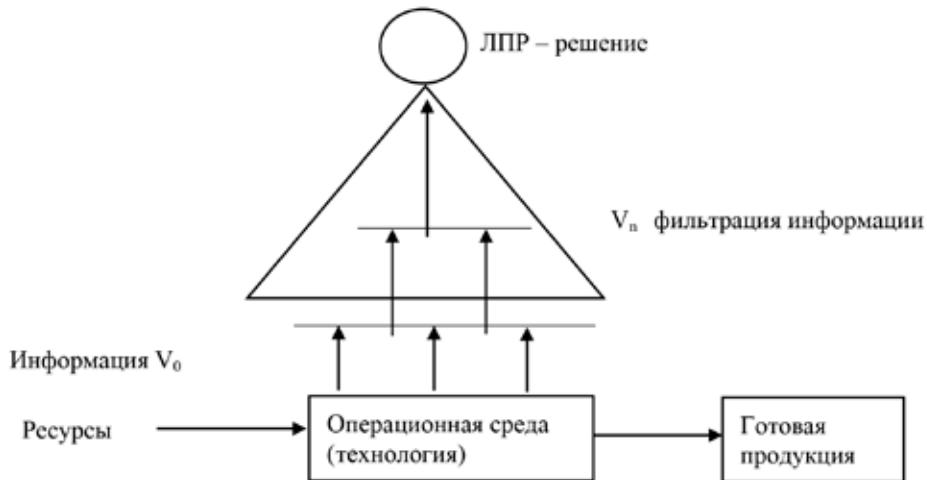


Рис. 4. Сжатие информации в организационной структуре

На нижнем уровне производство генерирует большой объем информации V_0 ; для того чтобы ЛПР на верхнем уровне мог принять решение, необходима фильтрация, сжатие информации до комфорtnого ЛПР объема $\rightarrow V_n$; в структуре на каждом уровне сжатие информации определяет $K_{сж}$. Пусть $K_{сж} \ll 1$, $K_{сж} = \text{const}$. Тогда на следующем уровне объем информации уменьшится:

$$V_1 = K_{сж} * V_0;$$

на втором уровне: $V_2 = K_{сж} * V_1 = K_{сж}^2 * V_0$;

на самом верхнем уровне у ЛПР должен быть адекватный его возможностям объем информации:

$$V_n = K_{сж}^n * V_0. \quad (17)$$

Можно решить две проектные задачи:

1) пусть n – количество уровней при $K_{сж} = \text{const}$. Тогда из формулы (17)

$$\lg V_n = n * \lg K_{сж} + \lg V_0,$$

и число уровней равно

$$n = (\lg V_n - \lg V_0) / \lg K_{сж} = \lg (V_n / V_0) / \lg K_{сж}. \quad (18)$$

2) если n задано, нужно найти коэффициенты сжатия для структуры $K_{сж}$.

Из формулы (18)

$$\lg K_{сж} = \lg (V_n / V_0) / n. \quad (19)$$

Пример расчета. Предприятие располагает объемом оперативной информации $V_0 = 10^6$ байт/день, информация, которую способен обработать генеральный директор, составляет $V_n = 10^3$ байт/день.

По формулам (18), (19):

$$1) n = \frac{\log_{10} V_n - \log_{10} V_0}{\log_{10} K_{сж}} = \frac{\log_{10} V_n / V_0}{\log_{10} K_{сж}} = \frac{\log_{10} (10^3 / 10^6)}{\log_{10} 10^{-1}} = \frac{\log_{10} 10^{-3}}{\log_{10} 10^{-1}} = -3 / -1 = 3$$

$$2) \log_{10} K_{сж} = \frac{\log_{10} \left(\frac{V_n}{V_0} \right)}{n} = \frac{\log_{10} \left(\frac{10^3}{10^6} \right)}{4} = \frac{\log_{10} 10^{-3}}{4} = -\frac{3}{4} = -0.75, \text{ т.о.}$$

$$K_{сж} = 10^{-0.75} = 0,178 = 17,8\%$$

Выводы:

1) при имеющихся объемах информации и коэффициенте сжатия, равном 0,1, количество уровней иерархической структуры равно 3;

2) при четырехуровневой иерархической структуре для оптимальной обработки информации коэффициент сжатия должен быть равен 0,178, или 17,8%.

Проектирование работы оператора. Оператор принимает и обрабатывает сообщения, которые поступают в среднем каждые три минуты. Оператор может обработать в среднем 28 сообщений в час. Известно, что информация стареет через 6 мин после поступления ее к оператору. Эргономическая оценка заключается в проверке соблюдения условий, определяющих информационную нагрузку оператора (ИНО). Эти условия описываются рядом показателей. Информационная перегрузка будет отсутствовать, если фактические показатели ИНО не будут превышать соответствующих предельно допустимых значений. Определение показателей ИНО проводится: 1) на этапе проектирования СЧТС с помощью аналитических методов; 2) на этапе испытаний СЧТС с помощью экспериментально-статистических методов. Рассчитаем показатели ИНО и сравним их с предельно допустимыми. Коэффициент загруженности – это вероятность того, что оператор занят обработкой поступающих сообщений. Данный коэффициент можно найти по формуле

$$\eta = t_p / T_{\text{общ}} = \beta = \lambda / \mu, \quad (20)$$

где t_p – общее время, в течение которого оператор занят обработкой поступающей информации;

$T_{\text{общ}}$ – общее время дежурства оператора за пультом управления;

λ – интенсивность входящего потока сообщений, 1/час;

μ – интенсивность обслуживания, 1/час.

Предельно допустимым значением данного коэффициента является 0,75.

Интенсивность входящего потока сообщений:

$$\lambda = 60 / 3 = 20 \text{ 1/час.}$$

Оператор может обработать в среднем 28 сообщений в час.

Отсюда найдем коэффициент загрузки по формуле

$$\eta = 20 / 28 = 0,71. \quad (21)$$

$0,71 < 0,75$, коэффициент загрузки не превышает допустимого значения.

Период занятости – время непрерывной без пауз работы оператора. Период занятости человека-оператора можно определить по формуле

$$T_{\text{зан}} = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{\sum n_{Ti} * T_{3i}}{\sum n_{Ti}}, \quad (22)$$

где n_{Ti} – количество случаев, соответствующих i -му периоду занятости;

T_{3i} – середина i -го периода занятости.

Найдем период занятости, используя формулу (22):

$$T_{\text{зан}} = 1 / (28 - 20) = 0,125 \text{ час.} = 7,5 \text{ мин.}$$

Предельно допустимое значение периода занятости составляет 15 мин. В нашем случае значение периода занятости меньше предельно допустимого, так как $7,5 < 15$.

Коэффициент очереди – вероятность того, что на обработке находится больше одного сообщения. Данный коэффициент находится по формуле

$$\rho = \beta^2 = t_{\text{оч}} / T_{\text{общ}}, \quad (23)$$

где $t_{\text{оч}}$ – общее время, в течение которого на обработке у оператора было более одного сообщения.

Используя формулу (23), найдем показатель очереди:

$$\rho = 0,71^2 = 0,5.$$

Предельно допустимым значением коэффициента очереди является 0,4. Значение данного коэффициента выше предельно допустимого: $0,5 > 0,4$. Следовательно, при данном значении коэффициента очереди будет наблюдаться информационная перегрузка оператора АСУ.

Длина очереди сообщений – число сигналов, одновременно требующих внимания оператора. Длину очереди сообщений можно найти по следующей формуле:

$$K = \frac{\beta}{1 - \beta} = \frac{\sum (t_k * k)}{T_{\text{общ}}}, \quad (24)$$

где k – количество одновременно поступающих сообщений;

t_k – общее время, в течение которого поступают одновременно k сообщений. Определим длину очереди сообщений:

$$K = 0,71 / (1 - 0,71) = 2,45$$

Предельно допустимым значением длины очереди сообщений является 3. В нашем случае оно составляет 2,45, а значит, не превышает предельно допустимое, так как $2,45 < 3$.

Время ожидания начала обработки сообщения – появление дефицита времени в работе оператора. Оно находится по формуле

$$T_{\text{ож}} = \frac{\beta}{\mu - \lambda} = \frac{\sum (n_{tj} * t_{\text{ож}})}{\sum n_{tj}}, \quad (25)$$

где $t_{\text{ож}}$ – середина j -го периода ожидания начала сообщения;

n_{tj} – количество сообщений, соответствующих j -му периоду.

Используя формулу (25), можно определить время ожидания начала обработки сообщения:

$$T_{ож} = 0,71 / (28 - 20) = 0,089 \text{ час.} = 5,3 \text{ мин.}$$

Предельно допустимым значением для данного показателя является разность между предельно допустимым временем пребывания информации в звене «человек-оператор» ($t_{пп}$) и временем обработки сигнала оператором (t_o).

Из условия задачи известно, что информация стареет через 6 мин после поступления ее к оператору. Чтобы определить время обработки сигнала оператором, нужно воспользоваться формулой

$$t_o = 1 / \mu = 1 / 28 = 0,036 \text{ час.} = 2,14 \text{ мин.}$$

Исходя из этого, найдем предельно допустимое значение времени ожидания начала обработки сообщения:

$$T_{пред} = t_{пп} - t_o = 6 - 2,14 = 3,86.$$

Расчетное значение превышает предельно допустимое, так как $5,3 > 3,86$. Следовательно, при данном значении показателя будет наблюдаться информационная перегрузка оператора АСУ, а это означает, что необходимо провести эргономические мероприятия.

Список литературы

1. Трапезников В.А. Человек в системе управления // Труды 5 всесоюзного совещания по современным проблемам управления. М.: Институт проблем управления, 1971. С. 123–130.

2. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Эргономические основы организации труда. М.: Экономика, 1974. 484 с.

3. Ломов Б.Ф. Человек и техника. М.: Советское радио, 1966. 254 с.

4. Губинский А.И., Кобзев В.В. Надежность деятельности оператора в системе управления. М.: Машиностроение, 1976. 308 с.

5. Долятовский В.А. Проблема эргономического обеспечения в системах машинной обработки экономической информации: дис. ... докт. экон. наук. Москва, 1981. 265 с.

6. Долятовский В.А., Гамалей Я.В., Долятовский Л.В., Капранов А.В. А.с. № 21082 о регистрации. Комплекс программ эргономического проектирования деятельности оператора АСУ. Заявлено 16.06.15, опубл. 21.07.15. М.: ОФЭРНИО, 2015.

7. Кириченко С.А., Рабцевич А.А. История развития и становления эргономики // Молодой ученый. 2014. № 8 (67). С. 493–395.

8. Эргономические основы проектирования производственной среды / Ред. кол: Д. Джонз, Д. Бродбент, Д. Вассерман и др. М.: Мир, 1991. 500 с.

9. Физиолого-эргономические требования к проектированию производственного оборудования, организации технологических процессов и рабочих мест // Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту. URL: <http://mbty.ru/BIBLIO/SNIPS/sp/2.2.2.1327-03/2.2.2.1327-03.htm> (дата обращения: 01.09.2022).

10. Матусевич М.С., Ткачук В.А., Ерохина О.Б., Ткачук А.А. Психолого-педагогические аспекты эргономического обеспечения профессиональной деятельности // Молодой ученый. 2014. № 3 (62). С. 960–962.