

ОПИСАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ПСИХИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА
ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ И ПРОЦЕДУР ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Анвер Сайядович Латуга¹, Алексей Иванович Примакин²,
Сергей Алексеевич Сахнов³, Никита Алексеевич Таратухин⁴

¹⁻⁴ Академия войск национальной гвардии, Санкт-Петербург, Россия

¹ latuga700@bk.ru

² a.primakin@mail.ru

³ sakhnov_1992@mail.ru

⁴ nik.taratuxin@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность описания и прогнозирования эмоционально-психического состояния человека посредством применения математического инструментария теории массового обслуживания в неординарных условиях. Представлена попытка объединить в математической модели теорию эмоций П. В. Симонова с динамическим описанием состояний человека через систему обыкновенных дифференциальных уравнений А. Н. Колмогорова. Подобный подход позволит прогнозировать поведенческие реакции человека в неблагоприятных условиях и сформировать рекомендации по противодействию мошенническим воздействиям на психику человека.

Ключевые слова: эмоционально-психическое состояние человека, система массового обслуживания (СМО), показатели эффективности СМО, оптимизация параметров, алгоритм автоматизации процедур аналитического моделирования СМО

Для цитирования: Латуга А.С., Примакин А.И., Сахнов С.А., Таратухин Н.А. Описание и прогнозирование эмоционально-психического состояния человека на основе алгоритмов и процедур теории массового обслуживания // Вестник Военной академии войск национальной гвардии. 2026. № 3 (36). С. 182–195. URL: <http://vestnik-academrg.ru/2026/09/019.pdf>.

Original article

DESCRIPTION AND FORECASTING OF A PERSON'S EMOTIONAL AND PSYCHOLOGICAL STATE BASED
ON ALGORITHMS AND PROCEDURES OF THE THEORY OF MASS SERVICE

Anver S. Latuga¹, Alexey I. Primakin², Sergey A. Sakhnov³, Nikita A. Taratukhin⁴

¹⁻⁴ Academy of the National Guard, Saint Petersburg, Russia

¹ latuga700@bk.ru

² a.primakin@mail.ru

³ sakhnov_1992@mail.ru

⁴ nik.taratuxin@mail.ru

Abstract. The article discusses the possibility of describing and predicting a person's emotional and mental state using the mathematical tools of the theory of mass service in extraordinary conditions. It presents an attempt to combine the theory of emotions by P.V. Simonov with the dynamic description of a person's states through the system of ordinary differential equations by A.N. Kolmogorov in a mathematical model. This approach allows for predicting a person's behavioral responses in adverse conditions and providing recommendations for countering fraudulent influences on the human psyche.

Keywords: human emotional and mental state, mass service system (MSS), MSS efficiency indicators, parameter optimization, and an algorithm for automating MSS analytical modeling procedures

For citation: Latuga A.S., Primakin A.I., Sakhnov S.A., Taratukhin N.A. Description and forecasting of a person's emotional and psychological state based on algorithms and procedures of the theory of mass service. Vestnik Voennoj akademii vojsk nacional'noj gvardii. 2026;3(36):182–195. (In Russ.). Available from: <http://vestnik-academrg.ru/2026/09/019.pdf>.

© Латуга А.С., Примакин А.И., Сахнов С.А., Таратухин Н.А., 2026

Введение

Построение математических моделей эмоционально-психической системы человека (далее – ЭПСЧ) остаётся актуальной и перспективной областью исследований, что обусловлено рядом факторов [1, 2].

Это, прежде всего, высокая динамичность и сложность социальной среды, когда человека постоянно сопровождают интенсивные информационные потоки и не простые социальные взаимодействия. Попытка описания и прогнозирования психического состояния человека, т. е. создания математической модели его поведения, поможет понять причины принятия человеком того или иного решения, позволит спрогнозировать его поведенческие реакции.

Возможности современных информационных технологий позволяют создавать и накапливать огромные объёмы данных, касающихся особенностей поведения человека и его эмоций. В этом случае математическое моделирование обеспечивает их обработку и анализ данных, выявляя скрытые закономерности и паттерны, которые невозможно обнаружить при традиционном качественном анализе [7, 8].

Математическая модель способна спрогнозировать динамику эмоционально-психического состояния человека, включая риски социально опасного поведения, эмоциональное выгорание, профессиональную дезадаптацию и другие состояния [15].

Кроме того, математическая модель создает инструментарий для развития методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Современные алгоритмы машинного обучения и нейронные сети открывают новые возможности для моделирования сложных психических состояний человека в неординарных условиях, позволяют работать с неструктурированными данными, выявлять нелинейные зависимости и создавать более точные предсказательные модели [15].

В зависимости от типа используемого математического инструментария математическое моделирование ЭПСЧ можно классифицировать по трем направлениям [15].

Детерминированные модели, которые предполагают, что будущее состояние системы однозначно определяется её текущим состоянием и внешними воздействиями, в психологии используются не часто,

поскольку психологическая реальность редко может быть описана полностью детерминированными процессами.

Стохастическое моделирование, которое включает случайные величины и процессы, наиболее распространённый подход в психологии. Случайные величины в подобных моделях описываются вероятностными характеристиками, но и полученный результат имеет вероятностный характер, например, модели с латентными переменными, которые невозможно измерить непосредственно. В этом случае применяются алгоритмы и процедуры кластерного, факторного и регрессионного анализов.

Третье направление связано с синергетическими моделями, фундаментом которых являются элементы теории самоорганизации и синергетика – наука, утверждающая появление упорядоченных структур из хаоса. В таких моделях математическая идеализация содержит чувствительность к начальным условиям и непредсказуемость исхода для системы. Например, синергетический подход может рассматривать разум как нелинейную систему, которая при далёких от равновесия условиях превращается в части сложных аттракторов [16].

Основные положения

Психическое состояние человека тесно связано с его эмоциями, поскольку эмоции отражают субъективную оценку ситуации, потребностей и отношения к миру. Они влияют на поведение, когнитивные процессы, физиологические реакции и общее благополучие личности. Эмоции, как субъективные психологические состояния человека, возникают в ответ на воздействие внешних и внутренних раздражителей [11].

Представляет интерес, с точки зрения возможностей математического описания эмоций и на их основе прогнозирования поведения человека, потребностно-информационная теория П. В. Симонова [17, 18].

В данной теории эмоции рассматриваются как отражение мозгом актуальной потребности и вероятности её удовлетворения, а оценка этих параметров происходит на основе генетического и ранее приобретённого индивидуального опыта. В соответствии с теорией Симонова, эмоции – это не просто реакция на стимул, а интегральная оценка рассогласования между тем, что необходимо для достижения цели,

и тем, чем организм реально располагает [18].

Симонов предлагает лаконичную математическую модель, где эмоция выступает как функция двух ключевых переменных. Формула Симонова выглядит следующим образом (1):

$$\mathcal{E} = -\Pi \cdot (I_n - I_c), \quad (1)$$

где $\mathcal{E}$ – эмоция (её сила, качество и знак); Π – сила и качество актуальной потребности (жажда, голод, безопасность или социальное признание); I_n – информация о средствах, времени и ресурсах, теоретически необходимых для удовлетворения потребности; I_c – информация о средствах, времени и ресурсах, которые в данный момент есть у человека в распоряжении; $(I_n - I_c)$ – оценка возможности удовлетворения потребности с учётом имеющегося опыта (генетического и приобретённого).

С учетом того, что ЭПСЧ связано с многократным выполнением однотипных задач, где случайные процессы (информационные потоки) влияют на смену психических состояний человека, представляется целесообразным для построения математической модели психической системы человека применить инструментарий (алгоритмы и процедуры) систем массового обслуживания (СМО) [14].

Теоретической основой подобных систем являются случайные процессы, которые переводят СМО из одного состояния в другое. Случайные процессы описываются интенсивностями информационных потоков λ (в терминах теории массового обслуживания – потоком заявок-задач) и временем обслуживания заявок $t_{\text{обсл.}}$ каналами СМО. В широком понимании, случайный процесс – это случайная функция, у которой каждому значению аргумента (временному промежутку в процессе наблюдения за системой) соответствует случайная величина (одно из возможных состояний СМО) [13].

Для перехода от формально-математического описания информационного потока к эмоционально-психической модели человека, необходимо обратиться к культурно-исторической парадигме Л. С. Выготского [5, 6]. Важно понимать, что высшие психические функции человека отличаются от натуральных своим опосредованным строением. Главным орудием этого опосредования являет-

ся знак. Знак – это искусственно созданное стимул-средство (речь, схема, число, норма, правило), которое преобразует непосредственную реакцию на раздражитель в осознанное, произвольно регулируемое действие [22].

СМО способны описывать любой процесс, где присутствует поток заявок (информационные стимулы, события, требования среды), которые необходимо обслужить (отработать); есть каналы обработки информации (когнитивные и физиологические ресурсы человека); где формируется очередь из необслуженных заявок (необработанные впечатления, незавершённые действия, нарастающее напряжение).

В теории систем массового обслуживания принято считать и обозначать:

λ – интенсивность поступления информации/стимулов-раздражителей (для психической системы человека – поступающий в нее информационный поток, который необходимо обслужить/переработать);

μ – мера знакового опосредования или интенсивность обработки информации ЭПСЧ (скорость обслуживания/переработки поступившей информации и принятие осмысленных решений);

$\rho = \lambda/\mu$ – приведенная интенсивность информационного потока (степень загрузки психической системы человека).

Если $\rho < 1$ – система стабильна, эмоции слабы или отсутствуют (рациональное поведение).

Если $\rho > 1$ – нарастает очередь, необработанная информация накапливается, возникает отрицательная эмоция (страх, тревога, гнев) как сигнал дефицита ресурсов.

Если $\rho = 1$ и ресурс избыточен – психическая система человека испытывает положительные эмоции (радость, уверенность).

В терминах системы массового обслуживания (Далее – СМО), указанные в уравнении (1) величины, могут трактоваться и измеряться следующим образом:

Π – значимость для человека поступающей информации, которая может рассматриваться как относительная величина и измеряться в диапазоне от 0 до 1 (степень важности);

I_n – требуемая (необходимая) интенсивность обработки психической системой человека поступающей информации

(λ), т.е. то, что психической системе человека требуется обработать;

I_c – существующая (реальная) интенсивность обработки психической системой человека поступающей информации (μ), т.е. то, что психическая система человека способна обработать.

Графическая интерпретация возможного соотношения между I_n (для СМО – λ) и I_c (для СМО – μ) представлена на рисунке 1.

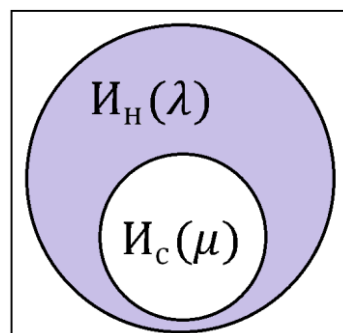


Рисунок 1 – Схема, поясняющая соотношение интенсивностей поступающей информации $I_n(\lambda)$ и способностью ее обработки $I_c(\mu)$ психической системой человека

Figure 1 – A diagram illustrating the relationship between the intensity of incoming information $I_n(\lambda)$ and the ability of the human mental system to process it $I_c(\mu)$

С учетом сказанного, формула (1) примет вид (2):

$$\Xi = -\Pi \cdot (\lambda - \mu).$$

(2)

Анализируя (2), можно сделать следующие выводы:

1. Если $\lambda > \mu$, то $(I_n - I_c) > 0$, а значит $\Xi < 0$ (отрицательная эмоция).

2. Если $\lambda < \mu$, то $(I_n - I_c) < 0$, а значит $\Xi > 0$ (положительная эмоция).

3. Если $\lambda = \mu$, то $\Xi = 0$ (автоматизм, эмоции отсутствуют).

Сила эмоции определяется по формуле (3):

$$|\Xi| = -\Pi \cdot (\lambda - \mu).$$

(3)

Для большей информативности видится целесообразным перейти от разности абсолютных значений интенсивностей ($\lambda - \mu$) к относительной величине β (4):

$$\beta = \frac{\lambda - \mu}{\lambda} = 1 - \frac{\mu}{\lambda} = 1 - \frac{1}{\rho},$$

(4)

где $\rho = \lambda/\mu$ – приведенная интенсивность потоков, циркулирующих в системе; β – безразмерная относительная величина соотношения информационных потоков (для формулы Симонова – I_n и I_c).

Для ситуации, которая представлена на рисунке 1 ($I_n \geq I_c$ или $\lambda \geq \mu$), величина β соответствует доле затемненной области (рисунок 1), ее значения лежат в диапазоне от 0 (отрицательная эмоция – депрессия)

до 1 (эмоции отсутствуют, «возможности соответствуют потребностям»).

В случае, когда «возможности» значительно преобладают над «потребностями» ($I_n \leq I_c$ или $\lambda \leq \mu$), числовые значения величины β изменяются от 1 до ∞ (положительные эмоции).

С математической точки зрения эмоционально-психическое поведение человека, как СМО, можно трактовать как явление, заданное конкретными условиями среды и внутренними параметрами (величиной потребности). Состояние психической системы человека (обозначим ее, как S) определяется вектором, состоящим из текущей силы потребности (Π) и информационной разности ($I_n - I_c$ или $\lambda - \mu$).

Если человек обладает меньшими ресурсами, чем нужны для удовлетворения потребности ($I_n > I_c$ или $\lambda > \mu$), то он оценивает вероятность удовлетворения как низкую и может испытать неприятную эмоцию. Это состояние тревоги, страха или гнева, которое заставляет организм мобилизовать ресурсы на поиск недостающих данных и действовать в режиме гиперкомпенсации.

Если человек обладает большими ресурсами, чем нужно для удовлетворения потребности ($I_n < I_c$ или $\lambda < \mu$), то оценивает вероятность её удовлетворения как высокую и испытывает положительные эмоции. Это радость, удовольствие или торжество, возникающие, например, когда

вероятность спасения или достижения цели резко возрастает.

Наконец, в ситуации автоматизма, когда навык отработан до стереотипа и информации ровно столько, сколько нужно ($I_n = I_c$ или $\lambda = \mu$), разность равна нулю. В этом случае показатель Э также равен нулю – эмоции отсутствуют, а действие выполняется экономно, без лишних энергозатрат нервной системы.

Ключевой вывод Симонова состоит в том, что эмоция – это эволюционный компенсаторный механизм, который включается именно там, где логика и разум бессильны из-за нехватки данных. В математическом смысле эмоцию можно представить как производную от скорости изменения прагматической неопределенности: рост неопределенности порождает стресс, снижение неопределенности дает подкрепление, а нулевая производная соответствует спокойному и эффективному функционированию. Таким образом, эмоция выступает своеобразной энергетической добавкой к знанию, позволяя действовать даже в условиях информационного вакуума.

Применение потребностно-информационной теории П. В. Симонова в математическом моделировании позволяет формализовать поведение сложных систем (биологических или социальных), где переход из одного состояния в другое за-

висит не только от внешних факторов, но и от «внутреннего напряжения» (потребности) и оценки вероятности достижения цели [17, 18].

Важным дополнением к предлагаемой модели вносит эмоциональная теория Н. Я. Грота [7]. Можно выделить три стадии эмоционального процесса:

- воздействие внешнего стимула;
- эмоциональная оценка ситуации;
- волевое действие.

В контексте нашей модели, основанной на теории П. В. Симонова [17, 18] и математическом аппарате СМО [8], возможно описывать различные психические состояния человека на этапах обработки знаков. Данный процесс может быть коротким (т. е. аффективным) или развернутым (т. е. осознанным) [21].

Эффективное решение и анализ СМО в любой предметной области обеспечивает система обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Колмогорова [3, 9].

Уравнения Колмогорова (или уравнения типа Колмогорова) обычно описывают поведение непрерывных марковских процессов, включая вероятности нахождения системы в различных состояниях в зависимости от времени. ОДУ составляются на основе размеченного графа состояний СМО (рисунок 2) [9].

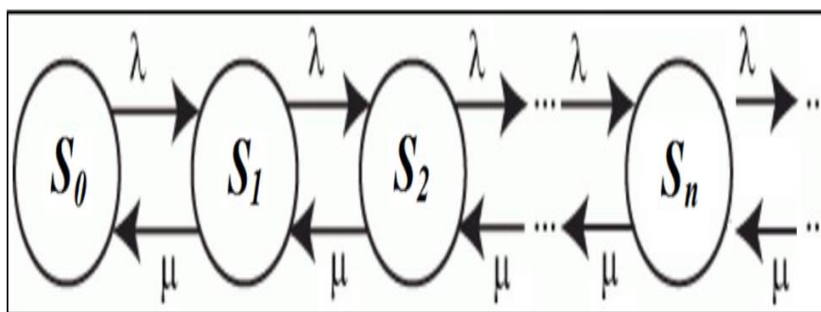


Рисунок 2 – Размеченный граф различных состояний СМО при условии, что один канал по обработке информации и бесконечная очередь

Figure 2 – A labeled graph of the different states of a SMO, assuming one information processing channel and an infinite queue

Размеченный граф обеспечивает визуализацию процесса, улучшает понимание процедур и принципов формирования уравнений Колмогорова. Эти уравнения представляют собой систему ОДУ, описывающих вероятности нахождения СМО в состоянии S_i в момент времени t [3, 9].

Компактная запись системы ОДУ Колмогорова выглядит следующим образом (5):

$$\frac{dP_i(t)}{dt} = \sum \lambda_{ji} \cdot P_j(t) - \sum \lambda_{ij} \cdot P_i(t), \quad (5)$$

где: $P_i(t)$ – вероятность i – го состояния СМО в момент времени t ;

λ_{ij} – интенсивность потока событий, переводящего СМО из состояния i в состояние j ;

$P_j(t)$ – вероятность j – го состояния СМО в момент времени t ;

λ_{ji} – интенсивность потока событий, переводящего СМО из состояния j в состояние i (суммирование ведётся по всем состояниям j , из которых в состояние i ведут стрелки).

Общее правило составления системы уравнений Колмогорова сводится к тому, что в левой части каждого уравнения стоит производная вероятности i – го состояния, а в правой – сумма произведений вероятностей всех состояний, из которых идут стрелки в данное состояние (из j – го состояния в i – е состояние), на интенсивности соответствующих потоков, минус суммарная интенсивность всех потоков, выводящих систему из данного состояния (из i – го состояния в j – е состояние), умноженная на вероятность этого состояния ($P_i(t)$).

Для нахождения предельных вероятностей (т.е. вероятностей при $t \rightarrow \infty$) нужно приравнять производные в ОДУ Колмогорова нулю. В результате получится система линейных алгебраических уравнений (далее – СЛАУ).

В теории случайных процессов, лежащих в основе теории массового обслуживания (ТМО), уравнения (5) описывают вероятности нахождения системы в определенных состояниях S_i в зависимости от времени [3].

С математической точки зрения состояние СМО можно рассматривать как явление, заданное конкретными условиями среды (численные значения интенсивно-

стей входящих в СМО потоков заявок) и внутренними параметрами (количество каналов в СМО по обработке информации, правила очереди, среднее время обработки каналом поступившей команды) [3].

Интеграция основных положений теории Симонова [17, 18] в математический аппарат уравнений Колмогорова [9] позволяет создать динамическую модель поведения. Эмоция перестает быть субъективным ощущением и становится расчетным параметром интенсивности информационных потоков, определяющих скорость и направление адаптации и реакции человека на изменяющиеся условия внешней среды.

Представляя ЭПСЧ в терминах СМО, можно утверждать, что количество каналов по обработке информации у индивида равно одному, т.е. СМО можно определить, как одноканальную с неограниченной очередью (без отказов).

Описание эксперимента

Осуществить построение аналитической математической модели психических состояний человека с автоматизацией процесса расчета их предельных вероятностей очень удобно в среде специализированного математического пакета Mathcad [4, 12].

Ориентируясь на размеченный граф различных состояний СМО (рисунок 2), будем полагать, что различные эмоционально-психические состояния человека будут соответствовать обозначениям: S_0 – в СМО не поступило ни одного сообщения (человек, как СМО, «простаивает», никакая информация не обрабатывается); S_1 – канал СМО обрабатывает одно информационное сообщение (человек реагирует на ту информацию, которую получил, и формирует адекватную реакцию); S_2 – канал СМО обрабатывает одно информационное сообщение (человек «отрабатывает» текущее информационное сообщение, а в СМО поступило еще одно сообщение, которое начинает формировать очередь); S_3 – канал СМО обрабатывает одно информационное сообщение, а в СМО поступило уже два сообщения, (в очереди два сообщения) и т.д.

Каждому ЭПСЧ соответствуют предельные вероятности: $S_0 \rightarrow P_0$, $S_1 \rightarrow P_1$, $S_2 \rightarrow P_2$, $S_3 \rightarrow P_3$ и т.д., которые необходимо найти.

Учитывая, что алгоритм автоматизации процедур построения и решения ОДУ методом Колмогорова в среде специализированного математического пакета Mathcad достаточно подробно представлены в работе [15], в рамках настоящей статьи рассмотрим только методику расчета предельных вероятностей состояний системы, рассматривая ЭПСЧ как марковский процесс «гибели-размножения» [14].

Подобный подход обычно применяется в биологии, когда исследуются процессы рождения и гибели особей популяции (отсюда название – «гибели-размножения»).

В качестве фактора, определяющего смену состояний системы, принимается приведенная интенсивность потока $\rho = \lambda/\mu$ или $\beta = 1 - 1/\rho$.

Методика расчета предельных вероятностей СМО также базируется на размеченном графе состояний эмоционально-психической системы человека (рисунк 2). Переход системы из одного состояния под воздействием приведенной интенсивности потока происходит только в соседнее состояние: переход вправо – «рождение одной особи» ($S_k \rightarrow S_{k+1}$), переход влево – «гибель одной особи» ($S_{k-1} \leftarrow S_k$).

В зависимости от количества каналов, обрабатываемых поток поступающей информации, СМО можно разделить на одноканальные и многоканальные системы. Очевидно, что ЭПСЧ является одноканальной СМО (далее в расчетах будем полагать $n = 1$).

В зависимости от отсутствия (или наличия) очередей СМО делятся на системы с отказами или с очередью. Очереди могут быть бесконечные или с ограниченным количеством заявок, например, если допустимое количество заявок в очереди три ($k = 1$), то четвертая заявка получает отказ в обслуживании. Логично предположить, что ЭПСЧ пытается обработать весь поток поступающей информации, таким образом, данная система – это СМО с бесконечной очередью ($k = \infty$).

Эмоционально-психическое состояние человека определяется способностью его единственного канала переработать поступающий поток информации. Если $\rho \leq 1$, то в большей степени присутствуют положительные эмоции, а если $\rho > 1$, то для их поддержания (для сохранения адекватного

восприятия действительности) необходимы дополнительные каналы по переработке информации ($n > 1$). «Подключение» дополнительных каналов может быть представлено в виде общения человека с окружающими (с близкими и друзьями) [6, 11].

В этом случае ЭПСЧ, как СМО, становится многоканальной ($n > 1$), а расчет предельных состояний системы с последующим определением показателей ее эффективности и качества превращается в задачу Эрланга (многоканальная СМО с отказами) [13].

Формула (6) позволяет рассчитать предельную вероятность P_0 состояния ЭПСЧ, когда в многоканальной системе (n – число каналов) отсутствуют заявки:

$$P_0 = \left(\sum_{i=0}^n \frac{\rho^i}{i!} \right)^{-1}. \quad (6)$$

Соответственно предельные вероятности $P_1, P_2, \dots$ состояний ЭПСЧ $S_1, S_2, \dots$ рассчитываются по формулам (7) и (8):

$$P_1 = \frac{\lambda}{1 \cdot \mu} \cdot P_0 = \frac{\rho^1}{1!} \cdot P_0. \quad (7)$$

$$P_2 = \frac{\lambda^2}{2! \cdot \mu^2} \cdot P_0 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot P_0. \quad (8)$$

Показатели эффективности работы ЭПСЧ рассчитываются по следующим формулам:

1. Вероятность отказа в обслуживании поступающей в систему заявки соответствует ситуации, когда все каналы заняты. Это определяется вероятностью P_n , когда ЭПСЧ находится в состоянии S_n (9):

$$P_{\text{отк.}} = P_n = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0. \quad (9)$$

В ситуации, когда $n = 1$ (информация перерабатывается единственным каналом ЭПСЧ), $P_{\text{отк.}} = P_1 = \frac{\rho^1}{1!} \cdot P_0 = \rho \cdot P_0$.

2. Относительная пропускная способность ЭПСЧ определяется вероятностью отказа в обслуживании и рассчитывается по формуле (10):

$$Q = 1 - P_{\text{отк.}}. \quad (10)$$

Показатель Q соответствует доле заявок, которые ЭПСЧ в состоянии переработать («обслужить»).

3. Абсолютная пропускная способность ЭПСЧ рассчитывается по формуле (11):

$$A = \lambda \cdot Q = \lambda \cdot \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \right). \quad (11)$$

Показатель A соответствует среднему числу обработанных заявок из среднего числа всех заявок, пришедших в ЭПСЧ за единицу времени.

4. Среднее число занятых каналов (если ЭПСЧ многоканальная, т. е. когда $n > 1$) рассчитывается по формуле (12):

$$\bar{K} = \frac{A}{\mu} = \rho \cdot Q = \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0\right). \quad (12)$$

Для автоматизации процедур расчета соответствующих показателей эффективности работы ЭПСЧ используем возможности математического пакета Mathcad [4, 12].

Зададим начальные условия для модели ЭПСЧ, где в качестве числовых показателей интенсивностей информационных потоков будем принимать условные значения: $\lambda = 5$ инф. сообщ. за ед. времени; $\mu = 1$ инф. сообщ. за ед. времени. Полагая, что человек в состоянии обрабатывать информационный поток только одним каналом, будем считать, что СМО одноканальная, т. е. $n = 1$.

На рисунке 3 представлен алгоритм расчета предельных вероятностей $P_0 = 0,167$ и $P_1 = 0,833$ состояний S_0 и S_1 соответственно одноканальной ЭПСЧ при $\lambda = 5$ и $\mu = 1$.

Одноканальная СМО с отказами
(задача Эрланга)

$$\lambda := 5 \quad \mu := 1 \quad \rho := \frac{\lambda}{\mu} \quad \rho = 5 \quad k := 1$$

$$P_0 := \left(\sum_{n=0}^k \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1} \quad P_n := \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \quad n := 0..k$$

$$P = \begin{pmatrix} 0.167 \\ 0.833 \end{pmatrix} \quad P_0 = 0.167 \quad P_1 = 0.833$$

0
1

Рисунок 3 – Расчет предельных вероятностей состояний одноканальной ЭПСЧ, выполненный в среде специализированного математического пакета Mathcad

Figure 3 – Calculation of the limiting probabilities of the states of a single-channel random-access memory, performed in the environment of the specialized Mathcad mathematical package

Результаты расчета показателей эффективности работы одноканальной ЭПСЧ в соответствии с формулами (9) – (12), выполненные в среде

специализированного математического пакета Mathcad, представлены на рисунке 4.

<u>Показатели эффективности работы ЭПСЧ, как СМО</u>	
$P_{\text{отк}} := P_k$	$P_{\text{отк}} = 0.833$ - предельная вероятность отказа ЭПСЧ;
$Q := 1 - P_{\text{отк}}$	$Q = 0.167$ - относительная пропускная способность ЭПСЧ;
$A := \lambda \cdot Q$	$A = 0.833$ - абсолютная пропускная способность ЭПСЧ;
$K := \frac{A}{\mu}$	$K = 0.833$ - среднее число занятых каналов ЭПСЧ.

Рисунок 4 – Расчет показателей эффективности работы одноканальной ЭПСЧ, выполненный в среде специализированного математического пакета Mathcad

Figure 4 – Calculation of the performance indicators of a single-channel ESPCH, performed in the specialized Mathcad mathematical package

Возможности математического пакета Mathcad по автоматизации расчетов позволяют оперативно получить значения предельных вероятностей эмоционально-психических состояний человека и показателей эффективности работы ЭПСЧ, как СМО, при изменении интенсивностей, циркулирующих в СМО информационных потоков (λ и μ), и количества каналов по

обработке поступившей информации (например, до $n = 2$).

На рисунке 5 представлены результаты расчета предельных вероятностей $P_0 = 0,054$, $P_1 = 0,270$ и $P_2 = 0,676$ состояний S_0 , S_1 и S_2 соответственно двухканальной ЭПСЧ при $\lambda = 5$ и $\mu = 1$.

<u>Двухканальная СМО с отказами</u> (задача Эрланга)						
$\lambda := 5$	$\mu := 1$	$\rho := \frac{\lambda}{\mu}$	$\rho = 5$			
		$k := 2$				
		$n := 0..k$				
$P_0 := \left(\sum_{n=0}^k \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1}$		$P_n := \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0$	$n =$			
$P = \begin{pmatrix} 0.054 \\ 0.27 \\ 0.676 \end{pmatrix}$		$P_0 = 0.054$ $P_1 = 0.27$ $P_2 = 0.676$	<table border="1"><tr><td>0</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>2</td></tr></table>	0	1	2
0						
1						
2						

Рисунок 5 – Расчет предельных вероятностей состояний двухканальной ЭПСЧ, выполненный в среде специализированного математического пакета Mathcad

Figure 5 – Calculation of the limiting probabilities of the states of a two-channel random-access memory, performed in the environment of the specialized Mathcad mathematical package

Результаты расчета показателей эффективности работы двухканальной ЭПСЧ в соответствии с формулами (9) – (12), выполненные в среде

специализированного математического пакета Mathcad, представлены на рисунке 6.

Показатели эффективности работы двухканальной ЭПСЧ, как СМО		
$P_{отк} := P_k$	$P_{отк} = 0.676$	- предельная вероятность отказа ЭПСЧ;
$Q := 1 - P_{отк}$	$Q = 0.324$	- относительная пропускная способность ЭПСЧ;
$A := \lambda \cdot Q$	$A = 1.622$	- абсолютная пропускная способность ЭПСЧ;
$K := \frac{A}{\mu}$	$K = 1.622$	- среднее число занятых каналов ЭПСЧ.

Рисунок 6 – Расчет показателей эффективности работы двухканальной ЭПСЧ, выполненный в среде специализированного математического пакета Mathcad

Figure 6 – Calculation of the performance indicators of a two-channel ESPCH, performed in the environment of a specialized Mathcad mathematical package

Для удобства проведения дальнейшего анализа результаты расчета предельных вероятностей состояний и показателей

эффективности работы многоканальной ЭПСЧ сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Предельные вероятности и показателей эффективности работы многоканальной ЭПСЧ, как СМО, при различных значениях интенсивностей, циркулирующих в СМО информационных потоков (λ и μ), и количества каналов по обработке поступившей информации

Table 1 – Limit probabilities and performance indicators of a multi-channel ESPCH as a SMO, for different values of the intensities of information flows circulating in the SMO (λ and μ), and the number of channels for processing incoming information

n	P_0	P_1	P_2	P_3	$P_{отк.}$	Q	A	K
$\lambda = 5, \mu = 1$								
$n = 1$	0,167	0,833	–	–	0,833	0,167	0,833	0,833
$n = 2$	0,054	0,270	0,676	–	0,676	0,324	1,622	1,622
$n = 3$	0,025	0,127	0,318	0,53	0,53	0,47	2,352	2,352
$\lambda = 5, \mu = 3$								
$n = 1$	0,375	0,625	–	–	0,625	0,375	1,875	0,625
$n = 2$	0,247	0,411	0,342	–	0,342	0,658	3,288	1,096
$n = 3$	0,207	0,345	0,288	0,16	0,16	0,84	4,201	1,4
$\lambda = 5, \mu = 5$								
$n = 1$	0,5	0,5	–	–	0,5	0,5	2,5	0,5
$n = 2$	0,4	0,4	0,2	–	0,2	0,8	4	0,8
$n = 3$	0,375	0,375	0,188	0,063	0,063	0,938	4,688	0,938
$\lambda = 3, \mu = 5$								
$n = 1$	0,625	0,375	–	–	0,375	0,625	1,875	0,375
$n = 2$	0,562	0,337	0,101	–	0,101	0,899	2,697	0,539
$n = 3$	0,551	0,33	0,099	0,02	0,02	0,98	2,941	0,588

При условии, что число каналов $n = 1$, а интенсивности потоков $\lambda = 5$ и $\mu = 1$, СМО прекращает функционировать, поскольку предельная вероятность состояния S_1 , когда СМО занята, $P_1 = 0,833$, при этом надо помнить – работает только один канал!

Данная ситуация отражает отсутствие рационального (критического) мышления у человека [6, 23].

Как видно из таблицы 1, способность психической системы человека по адекватному (критическому) восприятию посту-

пающей информации во многом определяется соотношением интенсивностей информационных потоков (λ и μ) – приведенной интенсивностью $\rho = \lambda/\mu$. Если $\rho < 1$, то один канал СМО способен справиться с потоком информации (психическое состояние человека сохраняет способность к адекватному мышлению). Если $\rho > 1$, то требуется второй (или даже третий) канал по обработке информации, т.е. человеку необходимо перенаправить поток поступающей информации на помощника [17, 18].

В терминах теории массового обслуживания задача Эрланга описывает ситуацию, когда психика человека вынуждена отказывать части поступающих стимулов в обработке – потому что все доступные каналы заняты. При анализе эмоционально-психического состояния человека по модели Эрланга нужно оценивать: есть ли у человека знак, которым он фиксирует сам факт отказа (осознанное «нет» или слепое вытеснение); завершается ли психический оборот или отказы накапливаются в виде фоновое напряжения; какую эмоцию порождает ситуация отказа – тревогу, гнев, безразличие или спокойную отсрочку. Совокупность этих трёх измерений позволяет отличить адаптивный отказ от деструктивного [13].

Потребностно-информационная теория П. В. Симонова (теория эмоций) проявляет себя в смысловом соответствии составляющих формулы (1) I_n и I_c характеристикам интенсивности информационных потоков λ и μ . Действительно, соотношения I_n и I_c формируют эмоциональный портрет человека. Положительная оценка возможностей удовлетворения потребностей (когда $I_c > I_n$) способна повысить интенсивность обработки поступающей информации человеком (μ) и наоборот.

Предлагаемые математические модели эмоционально-психического состояния человека представляют практический интерес в неординарных условиях, например, в ситуациях, связанных с мошенничеством [8, 20].

С точки зрения теории Симонова, мошенник – это оператор, который намеренно манипулирует переменными в формуле (1) [17, 18]. Его цель – создать у человека состояние острого эмоционального напряжения, которое заблокирует рациональное мышление.

Для этого мошенником осуществляется атака на потребность (П). Мошенник всегда начинает с активации базовой потребности. Это может быть витальная потребность (безопасность ваших денег), социальная (страх перед властью, чиновниками) или идеальная (жажда легкой наживы). Чем выше значимость П, тем сильнее эмоциональный отклик.

Другое направление атаки: искусственный дефицит информации ($I_n - I_c$): Жертве навязывается условие «цейтнота». Информация, необходимая для принятия решения (I_n), искусственно раздувается до гигантских масштабов, а имеющиеся у человека ресурсы (I_c) обесцениваются. Мошенник говорит: «У вас есть всего 2 минуты, иначе все пропадет». Это создает колоссальный разрыв в скобках формулы, вызывая панику.

Математическая модель «взлома» психического состояния человека (в контексте уравнений Колмогорова) сводится к тому, что мошенник резко повышает интенсивность входящих в СМО информационных потоков (λ), с которым канал обработки информации (физиологические способности человека по обработке информации – μ) не справляется. Дополнительно к этому применяется эмоциональный рычаг, что делает вероятность перехода СМО в состояние S_0 , когда система свободна от информации (простаивает), практически нулевой. СМО (способность человека осмысленно и критично мыслить) оказывается «запертой» в навязанном состоянии, где единственным выходом кажется выполнение требований мошенника.

Заключение

В качестве рекомендаций по противодействию мошенническим воздействиям на психику человека предлагаются следующие действия.

1. Для выхода из навязанного состояния человеку необходимо применить принцип «разрыва формулы» [17, 18]. Поскольку мошенник полностью контролирует текущий информационный канал (I_c), жертва должна принудительно создать еще один независимый канал анализа. Дополнительный канал анализа – это звонок в официальный орган, разговор с близким человеком или поиск информации в независимом источнике [5, 19]. Симонов подчеркивал компенсаторную роль эмоций при нехватке информации [18].

2. Изменение интенсивностей информационных потоков в ОДУ Колмогорова [9]. Как только в СМО появляется второй канал по переработке информационных сообщений, структура и интенсивности потоков, определяющих переход системы из одного состояния в другое, меняется. Появляется высокая вероятность перехода психики человека в состояние «критического осмысления» [22, 23]. Новый канал по обработке информационных потоков позволяет скорректировать разницу ($I_n - I_c$), переводя психическое состояние человека из режима паники в режим рационального анализа.

Учитывая вышесказанное, можно предложить следующий алгоритм информационной безопасности.

Информационная гигиена сегодня – это умение вовремя заметить аномальный рост эмоционального напряжения по формуле Симонова [8, 9]. Если мы чувствуем, что наша потребность в безопасности или выгоде эксплуатируется через жесткий дефицит времени – это сигнал о внешнем вмешательстве в наши «внутренние уравнения» [11, 12]. Лучший способ противодействия – принудительное расширение информационной базы [2, 3, 10]. Необходимо помнить, что эмоция замещает знание, но реальное знание из независимого информационного канала позволяет «погасить» деструктивную эмоцию, а вместе с ней и власть мошенника над нашим психическим состоянием [9].

Список источников

1. Белобрыкина О. А. Психология как призвание, служение и жизненный путь: к 170-летию Николая Яковлевича Грота. Ч. 2. Значение научного наследия ученого в становлении отечественной психологии // Социальная и экономическая психология. 2022. Т. 7, № 3 (27). С. 65–94.
2. Братко А. А. Моделирование психики. М. : Наука, 1969. 172 с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология: учебное пособие. 5-е изд., стер. М. : КноРус, 2010. 192 с.
4. Воскобойников Ю. Е. Решение инженерных задач в пакете MathCAD: учебное пособие / под ред. Ю. Е. Воскобойникова. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. 120 с.
5. Выготский Л. С. История развития высших психических функций / Л. С. Выготский // Собрание сочинений: в 6 т. М. : Педагогика, 1983. Т. 3. 368 с.
6. Выготский Л. С. Орудие и знак в развитии ребенка // Собрание сочинений: в 6 т. М. : Педагогика, 1984. Т. 6. С. 5–90.
7. Грот Н. Я. Психология чувствований в ее истории и главных основах. СПб., 1879–1880. 569 с.
8. Дмитриева Ю. А. Метод моделирования в социальной психологии / Ю. А. Дмитриева, В. Г. Грязева-Добшинская // Вестник Южно-Уральского государственного университета; Серия «Психология». Челябинск: ГОУ ВПО «ЮУрГУ», 2013. С. 18–27.
9. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей. 3-е изд. М. : Фазис, 1998. 129 с.
10. Латуга А. С. Статистическая модель формирования личностной информационной безопасности военнослужащего Росгвардии / А. С. Латуга, А. И. Примакин // Региональная информатика и информационная безопасность: сборник трудов XIV Санкт-Петербургской межрегиональной конференции. СПб., 2025. С. 245–249.
11. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М. : Смысл, 2005. 352 с.
12. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в MathCad 15: учебное пособие. СПб. : Изд-во «Инфра-инженерия», 2024. 408 с.
13. Олейникова С. А. Математическое моделирование и системы массового обслуживания. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 90 с.
14. Плескунов М. А. Теория массового обслуживания: учебное пособие / М. А. Плескуно. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. 264 с.
15. Примакин А. И. Применение алгоритмов и процедур теории массового обслуживания для математического описания элементов образовательного процесса при подготовке специалистов Росгвардии / А. И. Примакин, С. А. Сахнов, В. В. Миллер // Вестник Военной академии войск национальной гвардии. 2026. № 1 (34). С. 266–278.
16. Примакин А. И. Применение методов линейного программирования для создания оптимальных маршрутов эвакуации населения с учетом опыта специальной военной операции / А. И. Примакин, А. С. Латуга // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2026. № 1(57). С. 37–43.

17. Симонов П. В. Информационная теория эмоций: критический анализ и место в современной психологии // Психологический журнал. 2024. Т. 45, № 2. С. 45–60.
18. Симонов П. В. Эмоциональный мозг. СПб. : Питер, 2022. 286 с.
19. Солдатова Г. У. Цифровая социализация и развитие личности в эпоху цифровых технологий / Г. У. Солдатова, С. В. Чигарькова, С. Н. Илюхина // Вопросы психологии. 2022. № 3. С. 35–48.
20. Соломин И. А. Математические методы в психологии: учебное пособие. СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2021. 50 с.
21. Терещенко Е. Ю. Теоретическое обоснование эмоций как психологическое состояние человека // Вестник науки. 2020. № 1 (22). С. 35–39.
22. Цуканов И. А. Аналитический подход: ритуалы инициации психологической готовности военнослужащих к профессиональной деятельности // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. 2023. № 3(24). С. 21–28.
23. Шабанов А. В. Концепция ориентировочной основы действия в системе военного и гражданского образования / А. В. Шабанов, А. С. Турчин, Р. А. Терехин, И. А. Цуканов. СПб. : Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2025. 170 с.

References

1. Belobrykina O. A. Psychology as a calling, a service, and a life path: on the 170th anniversary of Nikolai Yakovlevich Grot. Part 2. The significance of the scientist's scientific legacy in the development of Russian psychology // Social'naya i ekonomicheskaya psihologiya. 2022. T. 7;3 (27): 65–94. (In Russ.).
2. Bratko A. A. Modelirovanie psihiki. M. : Nauka, 1969. 172 s. (In Russ.).
3. Ventcel' E. S. Issledovanie operacij: Zadachi, principy, metodologiya: uchebnoe posobie. 5-e izd., ster. M. : KnoRus, 2010. 192 s. (In Russ.).
4. Voskoboynikov YU. E. Reshenie inzhenernykh zadach v pakete MathCAD: uchebnoe posobie / pod red. YU. E. Voskoboynikova. Novosibirsk: NGASU (Sibstrin), 2013. 120 s. (In Russ.).
5. Vygotskij L. S. Istoriya razvitiya vysshikh psichicheskikh funktsij / L. S. Vygotskij // Sobranie sochinenij: v 6 t. M. : Pedagogika, 1983. T. 3. 368 s. (In Russ.).
6. Vygotskij L. S. Orudie i znak v razvitii rebenka // Sobranie sochinenij: v 6 t. M. : Pedagogika, 1984. T. 6. S. 5–90. (In Russ.).
7. Grot N. YA. Psihologiya chuvstvovaniy v ee istorii i glavnykh osnovakh. SPb., 1879–1880. 569 s. (In Russ.).
8. Dmitrieva YU. A. Metod modelirovaniya v social'noj psihologii / YU. A. Dmitrieva, V. G. Gryazeva-Dobshinskaya // Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta; Seriya «Psihologiya» / CHelyabinsk: GOU VPO «YUUrGU», 2013. S. 18–27. (In Russ.).
9. Kolmogorov A. N. Osnovnye ponyatiya teorii veroyatnostey. 3-e izd. M. : Fazis, 1998. 129 s. (In Russ.).
10. Latuga A. S. Statisticheskaya model' formirovaniya lichnostnoy informacionnoy bezopasnosti voennosluzhashchego Rosgvardii / A. S. Latuga, A. I. Primakin // Regional'naya informatika i informacionnaya bezopasnost': sbornik trudov XIV Sankt-Peterburgskoj mezhhregional'noj konferencii. SPb., 2025. S. 245–249. (In Russ.).
11. Leont'ev A. N. Deyatel'nost'. Soznanie. Lichnost'. M. : Smysl, 2005. 352 s. (In Russ.).
12. Makarov E. G. Inzhenernye raschety v MathCad 15: uchebnoe posobie. SPb. : Izd-vo «Infra-inzheneriya», 2024. 408 s. (In Russ.).
13. Olejnikova S. A. Matematicheskoe modelirovanie i sistemy massovogo obsluzhivaniya. Voronezh: Izd-vo VGTU, 2021. 90 s. (In Russ.).
14. Pleskunov M. A. Teoriya massovogo obsluzhivaniya: uchebnoe posobie / M. A. Pleskuno. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2022. 264 s. (In Russ.).
15. Primakin A. I. The use of algorithms and procedures from queueing theory to mathematically describe the elements of the educational process in the training of specialists for the National Guard of Russia / A. I. Primakin, S. A. Sahnov, V. V. Miller // Vestnik Voennoj akademii vojsk nacional'noj gvardii. 2026;1 (34): 266–278. (In Russ.).
16. Primakin A. I. The use of linear programming methods to create optimal evacuation routes for the population, taking into account the experience of a special military operation. / A. I. Primakin, A. S. Latuga // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty). 2026;1(57): 37–43. (In Russ.).
17. Simonov P. V. Information theory of emotions: a critical analysis and its place in modern psychology // Psihologicheskij zhurnal. 2024. T. 45;2: 45–60. (In Russ.).

18. Simonov P. V. Emocional'nyj mozg. SPb. : Piter, 2022. 286 s. (In Russ.).
19. Soldatova G. U. Digital socialization and personality development in the era of digital technologies / G. U. Soldatova, S. V. CHigar'kova, S. N. Ilyuhina // Voprosy psihologii. 2022;3: 35–48. (In Russ.).
20. Solomin I. L. Matematicheskie metody v psihologii: uchebnoe posobie. SPb. : FGBOU VO PGUPS, 2021. 50 s. (In Russ.).
21. Tereshchenko E. YU. Theoretical justification of emotions as a psychological state of a person. // Vestnik nauki. 2020;1 (22): 35–39. (In Russ.).
22. Cukanov I. A. Analytical approach: rituals of initiating the psychological readiness of military personnel for professional activity. // Vestnik Sankt-Peterburgskogo voennogo instituta vojsk nacional'noj gvardii. 2023;3(24): 21–28. (In Russ.).
23. SHabanov L. V. Konceptiya orientirovochnoj osnovy dejstviya v sisteme voennogo i grazhdanskogo obrazovaniya / L. V. SHabanov, A. S. Turchin, R. A. Terekhin, I. A. Cukanov. SPb. : Izdatel'sko-poligraficheskaya associaciya vysshih uchebnyh zavedenij, 2025. 170 s. (In Russ.).

Информация об авторах

А. И. Примакин – доктор технических наук, профессор
С. А. Сахнов – кандидат технических наук

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 06.05.2026;
одобрена после рецензирования 12.08.2026;
принята к публикации 28.09.2026.

Information about the authors

A. I. Primakin – Doctor of Sciences (Technical), Professor, Professor
S. A. Sakhnov – Candidate of Sciences (Technical)

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted 06.05.2026;
approved after reviewing 12.08.2026;
accepted for publication 28.09.2026.