

УДК 681.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЕГО ВНУТРЕННЕЙ МОТИВАЦИИ

Я.С. Докучаев, А.В. Бойкова, А.А. Анциферов (Тверь)

Рост интенсивности использования воздушного пространства и количества вариантов использования средств воздушного нападения требует совершенствования автоматизированных систем управления (АСУ) силами противовоздушной обороны (ПВО). При этом одним из основных направлений совершенствования АСУ ПВО является повышение эффективности деятельности операторов.

Среди причин, обусловивших необходимость поиска новых подходов к изучению свойств человека-оператора АСУ, выделим следующие:

- внедрение новых интеллектуальных технологий в процесс обработки информации;
- использование искусственного интеллекта при работе со слабоструктурированными и неполными данными;
- повышение информационной нагрузки на операторов АСУ.

Исследование данных вопросов требует существенных временных и финансовых затрат. Кроме того, уникальность и неповторимость условий обстановки, складывающейся в воздушном пространстве, не всегда позволяет проводить натурные эксперименты.

Одним из возможных путей преодоления данных ограничений, является применение средств математического моделирования деятельности операторов. На рисунке 1 приведены некоторые из них.



Рис. 1 – Подходы к моделированию деятельности оператора АСУ

Формальные модели обладают возможностями по описанию деятельности оператора на языке математики специального языка моделирования [1, 2]. К недостаткам

следует отнести необходимость описания постоянных, неизменяющихся или слабо изменяющихся его действий, что ограничивает область их применения. Для решения данной проблемы, в работах [3-6] предлагается использовать случайные графы и алгоритмы описания деятельности оператора. Однако они также не позволяют полностью выйти за рамки описания алгоритмизированной, заранее определенной, последовательности действий либо ограниченного набора сценариев действий.

В работах [7, 8] отмечается, что наибольшей продуктивности человек достигает, когда получает вознаграждение от внутренней системы контроля своей деятельности в виде серотонинового вознаграждения. Это происходит в моменты решения поставленных задач за отведенный промежуток времени. После чего формируется устойчивое чувство внутренней удовлетворённости. Проведенные исследования показали, что отвлечение оператора от поставленной цели и процесса ее достижения снижает уровень вознаграждения и, как следствие, заинтересованность в решении задачи. Кроме того, формируется защитный механизм от решения таких задач либо избегания их.

В этой связи, целесообразно представить степень реализации внутреннего целеполагания в виде меры удовлетворенности. Тогда мера внутренней удовлетворенности может быть задана в виде:

$$S_i = \langle Lv_i, Hs_i, Pm_i, Ps_i, Mp_i, Pl_i, Fs_i, Wa_i, Cm_i \rangle, \quad (1)$$

где S_i – мера внутренней удовлетворенности i -го оператора;

Lv_i – жизненные ценности i -го оператора;

Hs_i – состояние здоровья i -го оператора;

Pm_i – профессионализм i -го оператора;

Ps_i – подготовленность i -го оператора;

Mp_i – личностная мотивация i -го оператора;

Pl_i – личная жизнь i -го оператора;

Fs_i – функциональное состояние i -го оператора;

Wa_i – рабочая атмосфера i -го оператора;

Cm_i – коллективное настроение.

При этом Lv_i , Pm_i , Mp_i , Pl_i , Wa_i и Cm_i – являются качественными лингвистическими переменными, для которых могут быть получены соответствующие оценки; Hs_i , Ps_i , Fs_i – являются количественными непрерывными или дискретными величинами.

Внутреннее психологическое состояние человека может меняться от позитивного до негативного. В первом случае человек работоспособен, полностью справляется с возложенными на него обязанностями. В крайне негативном состоянии человек не способен к деятельности, принятию решений, не функционален и имеет крайне низкую продуктивность. Среднее состояние характеризуется нахождением человека в промежуточном состоянии, когда он относительно функционален, способен к механическим действиям, низкопродуктивен и требует постоянной стимуляции для совершения трудовых действий и операций.

Перечисленные состояния S_i могут оказывать как стимулирующее воздействие на человека, так и тормозящее, замедляющее воздействие. Интерпретация составляющих кортежа S_i показывает, что каждый из его элементов может принимать положительное значение.

Тогда математическая комбинация значений критериев кортежа:

$$S_i = \langle Lv_i R, Hs_i R, Pm_i R, Ps_i R, Mp_i R, Pl_i R, Fs_i R, Wa_i R, Cm_i R \rangle, \quad (2)$$

где R – математическая операция;

может принимать значение: $-\infty \leq S_i \leq \infty, S_i \in (-\infty; \infty)$.

Теперь стоит задача определения численного значения выражения 2.

Учитывая различные свойства этих переменных – качественные и количественные, необходимо реализовать процедуру преобразования их в единую метрику – нечеткие множества и нечеткие переменные. Переход может быть реализован через процедуру фазификации.

В общем случае для фазификации необходимо реализовать процедуру экспертного формирования функций принадлежности. Однако это выходит за рамки данной статьи. Для иллюстрации процедуры фазификации воспользуемся формальной процедурой фазификации с использованием логистической функции:

$$\mu(S_i) = \frac{1}{1 - e^{-a a_m}}, \quad (3)$$

где a – коэффициент характеристики сигмоидальной функции,

a_m – числовое значение характеристики A .

Это позволит подготовить исходные данные для расчета значения S_i . Для этого можно использовать минимаксные правила нечеткой логики. Однако использование таких правил позволяет получить пессимистичные оценки значения S_i , либо потерять значения функции при равенстве одного из параметров нулю [8].

Сохранить значения истинности, в отсутствие значений какого-либо параметра, позволяет аппарат симметрических сумм. Он был разработан для решения задач оценки нечеткой достижимости цели при обработке разнородной информации и показателен в плане семантической интерпретации результатов [9].

В общем виде симметрическая сумма может быть задана следующим генератором [10]:

$$\sigma(x, y) = \frac{g(x, y)}{g(x, y) + g(1 - x, 1 - y)}, \quad (4)$$

где x, y – нечеткие переменные;

g – произвольная неубывающая, неотрицательная и непрерывная функция, такая, что $g(0,0) = 0$.

Выражение (4) применено для любого количества переменных.

Для практического использования могут быть использованы сгенерированные функции свертки. Они будут отличаться характером (конъюнктивным, дизъюнктивным и компромиссным), выражающим пессимистический, оптимистический и взвешенный подход к оценке результатов свертки.

Отношения таких генераторов можно представить следующим образом:

$$\frac{xy}{1 - x - y + 2xy} \leq \frac{\min(x, y)}{1 - |x - y|} \leq \frac{x + y}{2} \leq \frac{\max(x, y)}{1 + |x - y|} \leq \frac{x + y - xy}{1 + x + y - 2xy}, \quad (5)$$

Воспользуемся данным подходом для получения нечетких оценок S_i . Оценки S_i получим с использованием следующих выражений (симметрических сумм):

$$\mu(x, y) = \frac{x + y - xy}{1 + x + y - 2xy}, \quad (6)$$

$$\mu(x, y) = \frac{xy}{1 - x - y + 2xy}, \quad (7)$$

Получение численных оценок рассмотренных выше параметров выходит за рамки данной статьи и требует отдельного рассмотрения. Данный процесс может базироваться на технологии обработки больших данных.

Это позволяет разработать новый подход к моделированию деятельности оператора, схематично представленный на рисунке 2.

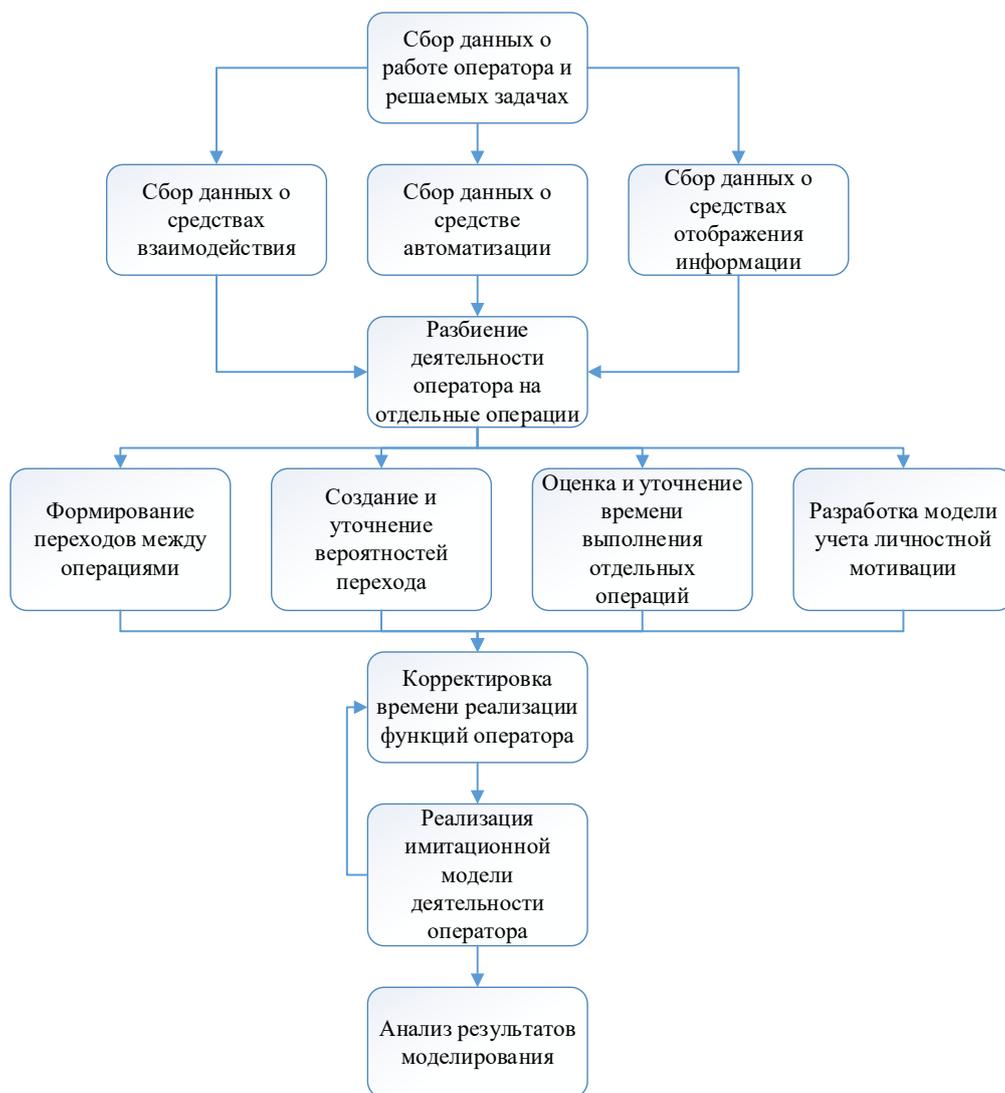


Рис. 2 – Метод моделирования деятельности оператора с учетом внутренней мотивации

По результатам анализа влияния внутреннего целеполагания на моделирование деятельности операторов АСУ СН были получены следующие выводы.

Во-первых, предлагаемый подход к моделированию деятельности оператора АСУ улучшает понимание того, почему человек принимает те или иные решения, что им движет в этот момент и где тот предел, после которого эффективность его действий снижается до недопустимого уровня. Это позволит определить возможность расширить границы возможностей оператора.

Во-вторых, учет влияния внутреннего состояния оператора на эффективность и динамику работы и обработки информации, использования памяти, организации эффективного взаимодействия с другими операторами позволит сократить время принятия решений и повысить эффективность деятельности оператора.

В-третьих, детализация процесса внутреннего целеполагания позволит повысить эффективности процедуры отбора и подготовки операторов, повысить его стрессоустойчивость и подготовленность к работе в условиях неопределённости, что, в итоге, повышает продуктивность работы оператора.

Таким образом, предлагаемый подход позволит создать целостную систему исследования деятельности оператора на всех этапах его профессиональной деятельности и создать среду эффективной реализации всех потенциальных возможностей оператора.

Литература

1. **Стрелков Ю.К.** Инженерная и профессиональная психология. М.: Академия, 2001. – 360 с.
2. **Уикенс К.** Переработка информации, принятие решения и познавательные процессы / Человеческий фактор. Под ред. Г.Салвенди. Т.4. М.:Мир,1991. С. 164-208.
3. **Сарджвеладзе Н.И.** Самоотношение личности /Психология самосознания. Хрестоматия. – Самара.: Изд-во Дом «БАХРАХ-М», 2000.
4. **М. Pavlenko, Y. Gorobets, O. Korshets, M. Borysenko, A. Poberezhnyi, D. Pavlov,** The Law of Time Distribution in Modeling the Activity of the Automated Control System Operator // 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), 2022, pp. 711-715.
5. **Захарченко И.В., Дмитриев А.Г., Овчаренко В.В., Маслов И.З., Павленко М.А., Тимочко А.И., Крыжевская Е.В.** Системы принятия решений реального времени: подходы к построению – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-prinyatiya-resheniy-realnogo-vremeni-podhody-k-postroeniyu>. – Загл. с экрана. – Яз. рус.