



УДК 262.391.175
ГРНТИ 78.25.41

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-АВИАЦИОННОЙ СЛУЖБОЙ

С.М. ЯМПОЛЬСКИЙ, кандидат технических наук, доцент
ВАГШ ВС РФ (г. Москва)

В.И. РУБИНОВ, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В статье представлен алгоритм работы органов управления инженерно-авиационной службой с учетом применения средств информационно-аналитического обеспечения, а также рассмотрены требования, предъявляемые к этим средствам и особенности их построения. Эффективность эксплуатации и ремонта авиационной техники определяется, прежде всего, качеством решений, принимаемых органами управления инженерно-авиационной службой, которое в существенной мере зависит от информационно-аналитического обеспечения их деятельности.

Ключевые слова: инженерно-авиационная служба, информационно-аналитическое обеспечение, проблемная ситуация, система поддержки принятия решений, временной ряд, нейронная сеть.

CONCEPTUAL APPROACH TO THE ENGINEERING AND AVIATION SERVICE MANAGEMENT BODIES ACTIVITY INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT MEANS CREATION

S.M. YAMPOL'SKIY, Candidate of Technical Science, Assistant Professor
MAGS of the Russian Federation Armed Forces (Moscow)

V.I. RUBINOV, Candidate of Technical Science, Assistant Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

The article presents the algorithm of the work of the authorities of the engineering and aviation service, taking into account the use of information and analytical support tools, as well as the by the authorities of the engineering and aviation service, which to a significant extent depends on the information and analytical support of their activities requirements for these tools and the specifics of their construction. The efficiency of operation and repair of aviation equipment is determined, first of all, by the quality of decisions made.

Keywords: engineering and aviation service, information and analytical support, problem situation, decision support system, time series, neural network.

Введение. Специфика задач, возложенных на Военно-воздушные силы Российской Федерации, требует концентрации и интеграции актуальной, полной, достоверной и сформированной по определенным правилам информации, а также обеспечения возможности ее своевременного предоставления в соответствии с установленным порядком доступа.

Известно, что задачи, решаемые в ходе ведения боевых действий авиационными соединениями и частями, обладают большим разнообразием способов их возможного решения, и при этом используется широкий диапазон знаний руководящих лиц инженерно-авиационной службы (ИАС). Известно, что полностью одинаковые условия ведения боевых действий повторяют-



ся крайне редко. Это приводит к тому, что знания, приобретенные руководящими лицами ИАС в процессе своей деятельности, через некоторое время утрачиваются и не могут быть использованы при повторном возникновении аналогичных ситуаций.

Актуальность. В связи с этим необходимо отметить, что используемые в настоящее время схемы управления организационно-техническими системами, к числу которых относится ИАС, опирающиеся на известные модели и алгоритмы, не всегда позволяют получить эффективные решения, а также формировать рекомендации по наилучшему использованию ограниченных людских, материально-технических и других ресурсов для достижения целей управления. В большинстве случаев это связано с тем, что должностные лица органов управления ИАС подавляющую часть времени тратят на решение оперативных задач, в ходе которого возникает необходимость разрешать текущие или предвидимые проблемные ситуации (ПС).

В связи с этим, актуальной является задача, связанная с повышением эффективности аналитической деятельности должностных лиц ИАС за счет внедрения и использования перспективных средств информационно-аналитического обеспечения [1, с. 3].

Результаты проведенных исследований показали, что в современных условиях аналитическая деятельность органов управления ИАС имеет следующие особенности:

- необходимость обработки большого объема неструктурированной разнородной информации, поступающей из различных источников;
- сокращение допустимого времени на обработку информации и на принятие решений;
- недостаток актуальной и наглядной информации;
- потребность в системной оценке обстановки и прогнозе ее изменения;
- потребность в оперативной оценке последствий принимаемых решений и моделировании развития возникающих ПС;
- отсутствие эффективных инструментов информационно-аналитической поддержки принимаемых решений;
- необходимость адаптации алгоритмов работы к изменяющейся обстановке;
- необходимость учета влияния множества внутренних и внешних условий, связанных с текущей обстановкой;
- необходимость учета большого количества параметров, влияющих на выбор управленческих воздействий [2, с. 47];
- необходимость осуществлять непрерывные управленческие воздействия на объекты управления;
- необходимость постоянной коррекции управленческих воздействий [2, с. 48].

С учетом указанных обстоятельств, представляется целесообразным сформулировать требования к средствам информационно-аналитического обеспечения деятельности органов управления ИАС, выполнение которых наиболее актуально для задач, решаемых этими органами.

В частности, такие средства информационно-аналитического обеспечения должны представлять инструмент:

- для решения задач прогнозирования, управления и имитации посредством использования широкого класса методов моделирования, в том числе, оптимизационных и целевых;
- для статистической обработки данных и анализа временных рядов, а также для формирования аналитики и подготовки данных для моделирования;
- для многомерного анализа данных с последующим отображением на средствах визуального отображения информации;
- для быстрого создания аналитических панелей без привлечения технических специалистов;
- для создания отчетов со сложным форматированием, формируемых на регулярной основе;
- для интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений руководящими лицами.



Рассмотрим алгоритм работы органов управления ИАС с учетом применения средств информационно-аналитического обеспечения, учитывающих вышеприведенные требования, а также особенности построения этих средств. Предлагаемый алгоритм (рисунок 1) построен на основе методологии цветных сетей Петри [3, с. 81].

На представленной схеме каждый маркер характеризует компонент информации, отражающий необходимость реализации руководящими лицами ИАС различных управленческих воздействий для решения поставленных задач.

Как следует из данного алгоритма, работа органов управления ИАС начинается с получения боевого распоряжения от вышестоящих органов управления. Далее, на основе уточненных данных обстановки, ими выполняется расчет основных показателей своей деятельности.

При этом использование средств информационно-аналитического обеспечения позволит выявить факт наличия или отсутствия ПС, которая выступает, с одной стороны, как совокупность целей субъекта управления, а с другой – как состояние субъекта, объекта управления и внешней среды. Каждая из таких ситуаций ориентирует систему управления на различные способы и методы ее преодоления. Полученные данные подвергаются анализу, проводимому с помощью анализатора проблемных ситуаций, результатом которого является определение степени угрозы ПС, определение вариантов замысла по ликвидации возникшей ситуации и оценка возможности выделения необходимого объема ресурсов для устранения ее последствий [4, с. 27].

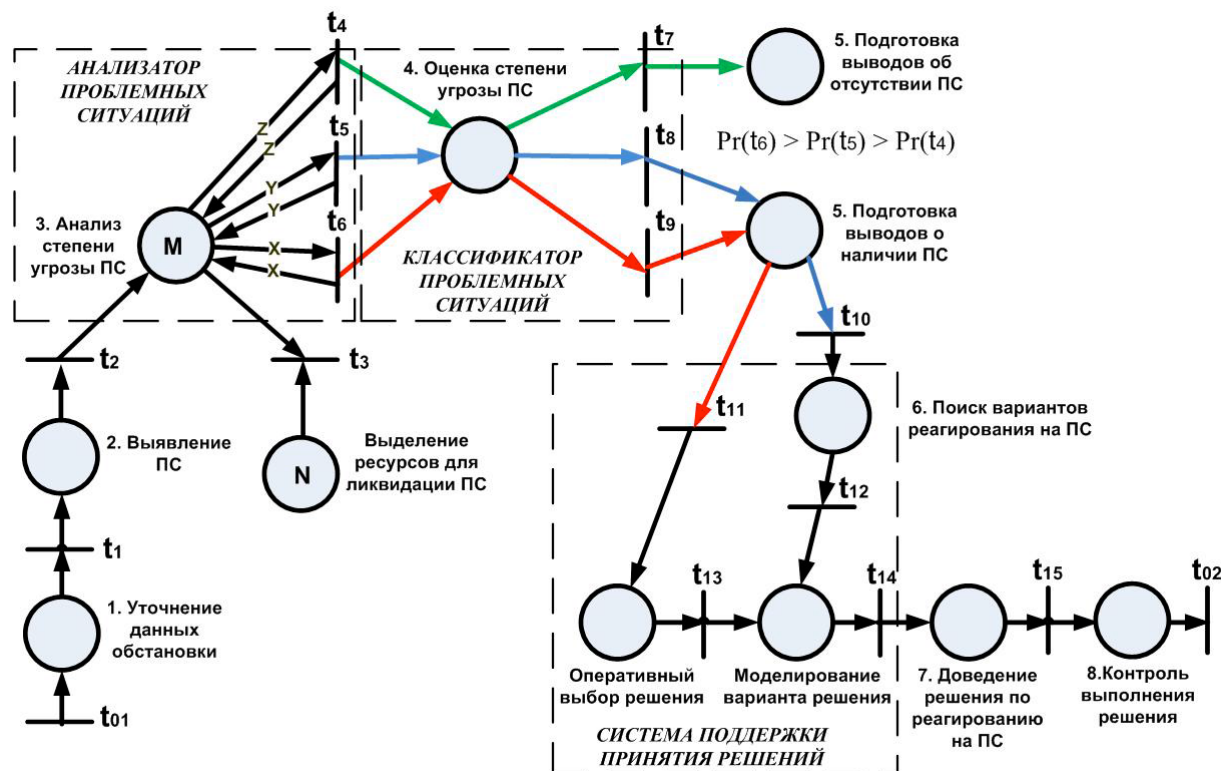


Рисунок 1 – Алгоритм работы органов управления ИАС с применением средств информационно-аналитического обеспечения

Применение анализатора ПС на этом этапе деятельности позволит органам управления ИАС выбрать рациональный вариант такого замысла, наиболее полно способствующий успешному решению поставленных задач, а также разработать в автоматизированном режиме управленческую документацию.

Из рисунка 1 следует, что процесс анализа степени угрозы ПС связан с отсутствием маркеров в позиции «Выделение ресурсов для ликвидации ПС», т.к. наличие маркеров в этой пози-



ции характеризует запасы ресурсов, необходимые органам управления ИАС для решения поставленных задач.

В этом случае происходит их накопление в позиции «Анализ степени угрозы ПС», дальнейшая обработка запроса на выделение ресурсов становится невозможной, а избыток маркеров в данной позиции потребует проведения классификации возникшей проблемной ситуации с целью формирования «парирующих» управленческих воздействий.

В случае выявления ПС происходит включение индикатора, характеризующего возникшую проблему. При этом количество маркеров M в позиции «Анализ степени угрозы ПС» будет отражать не только факт наличия ПС, не имеющих ресурсов для ее ликвидации, а также уровень сложности выявленных ситуаций.

В частности, представленное на схеме количество маркеров равно X , характеризует критические показатели процесса управления по ликвидации ПС (красный цвет стрелки). Количество маркеров, равно Y , характеризует отклонение процесса управления от нормального состояния, требующего принятия управленческих решений (синий цвет стрелки), а количество маркеров, равно Z , характеризует допустимое отклонение процесса управления от нормального состояния (зеленый цвет стрелки).

Результаты проведенных исследований показали целесообразность построения рассматриваемого анализатора на основе модели временных рядов характерных для текущей обстановки. При этом задача анализа степени угрозы ПС будет заключаться в поиске функции, которая по значениям ряда в предыдущие моменты времени позволит оценить значения ряда на несколько шагов вперед, т.е. найти функцию, объясняющую поведение ряда, аргументами которой являются его значения в предыдущие моменты времени [5, с. 58].

Учитывая специфику деятельности органов управления ИАС необходимо понимать, что при прогнозировании рассматриваемых временных рядов каждое последующее наблюдение будет зависеть от предыдущих наблюдений, т.е. данный временной ряд будет статистически зависимым, в связи с чем, его целесообразно представить в виде аддитивной модели следующего вида (1):

$$x(t) = f_{\text{ТР}} + \varphi(t) + \psi(t) + \varepsilon(t), \quad (1)$$

где функция $f_{\text{ТР}}$ описывает влияние долговременных факторов текущей обстановки (общую закономерность в изменении анализируемого показателя);

функция $\varphi(t)$ характеризует сезонную компоненту текущей обстановки (изменения уровня ряда с постоянным периодом);

функция $\psi(t)$ характеризует циклическую компоненту текущей обстановки (изменения уровня ряда с переменным периодом);

функция $\varepsilon(t)$ характеризующая непрогнозируемую случайную компоненту ряда, характерную для текущей обстановки (стохастическая природа элементов временного ряда).

Рассматриваемый временной ряд может быть также представлен в виде (2):

$$x(t) = f(t, \Theta) + \varepsilon(t), \quad (2)$$

где $f(t, \Theta)$ неслучайная составляющая временного ряда $t = 1, 2, \dots, N$;

$\Theta = \Theta_1, \Theta_2 \dots$ некоторые неизвестные параметры модели, требующие оценки. При этом задача сглаживания ряда сводится к оцениванию этих параметров.

Вид функции $f(t, \Theta)$ известен, но неизвестными являются результаты оценки параметров Θ , которые вычисляются по имеющимся наблюдениям.

Для рассматриваемой предметной области функция $f(t, \Theta)$ является нелинейной относительно оцениваемых параметров и для ее определения может быть использована нелинейная регрессия.



Функция $\varepsilon(t)$ может быть представлена как линейная комбинация значений белого шума $\delta(t)$ с нулевым средним и постоянной дисперсией (3):

Рассматриваемый временной ряд может быть также представлен в виде (2):

$$\varepsilon(t) = \delta(t) + \beta_1 \delta(t - 1) + \beta_2 \delta(t - 2) + \dots, \quad (3)$$

где β_i - параметры модели, подлежащие статистической оценке.

В случае обнаружения ПС выполняется оценка степени ее угрозы. Для этого полученные данные обстановки поступают на вход классификатора проблемных ситуаций, который позволяет отнести такие ситуации к тому или иному классу, выявить причины возникших проблем и источники их возникновения, а также провести дальнейший поиск рациональных решений.

В случае идентификации ПС информация о ней передается на вход системы поддержки принятия решений (СППР), основной задачей которой является определение рационального (оптимального) управленческого воздействия на объекты управления, формируемого на основе данных текущей обстановки, и формирование аналитических отчетов. В ходе работы СППР реализуется процесс поиска вариантов реагирования на ПС с применением методов машинного анализа данных.

Использование классических рекуррентных сетей в данной ситуации не представляется возможным ввиду их неспособности к управляемому сохранению информации о предыдущих итерациях и высокой скорости замещения памяти нейронной сети [6, с. 26].

В связи с этим, представляется целесообразным использовать нейронную сеть с долгой краткосрочной памятью (рисунок 2), которая представляет собой особую разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей, способную к обучению долговременным зависимостям.

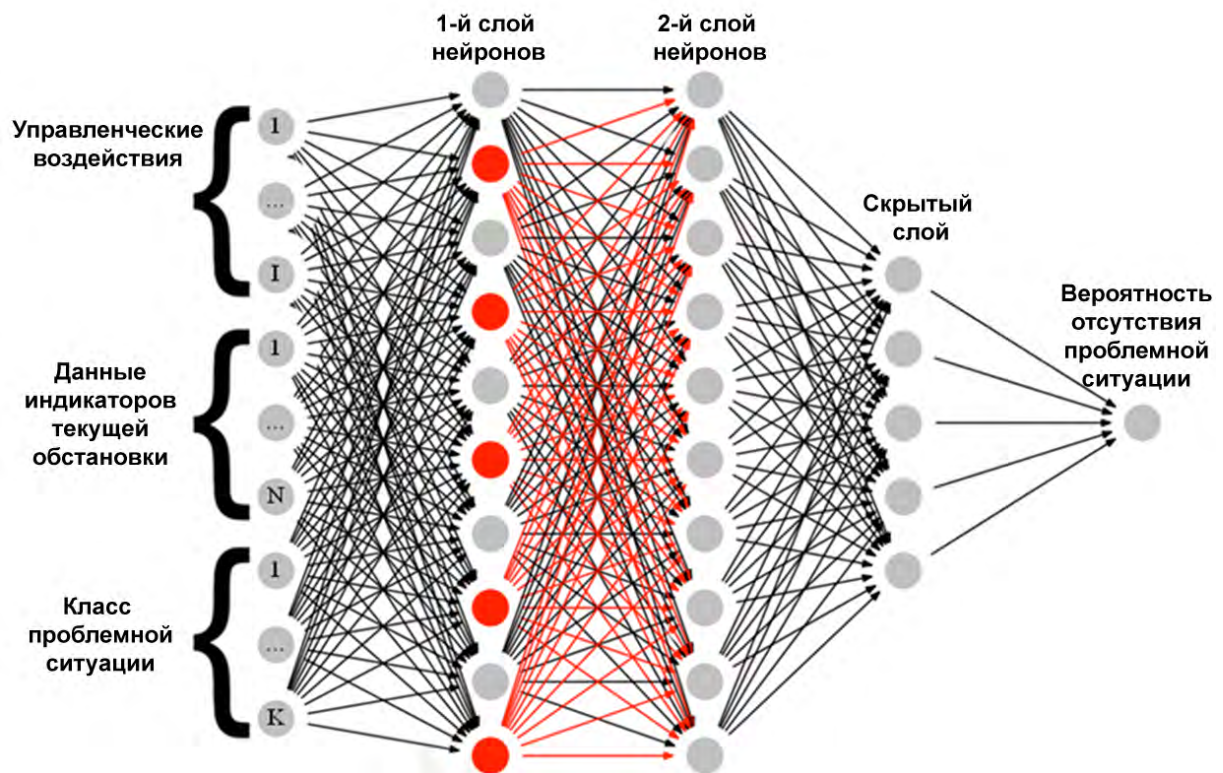


Рисунок 2 – Модель нейронной сети на основе нейронов с долгой краткосрочной памятью



Применение такой архитектуры сети обеспечивает сохранение взаимозависимостей значений предыдущих итераций при расчете новых значений.

На вход такой сети должны поступать данные текущей обстановки, данные о классе выявленной ПС и перечень возможных управленческих воздействий на основе информации, содержащейся в базе знаний. Также на вход нейронной сети поступают эти же данные для предыдущих итераций, что позволяет осуществлять предсказание развития обстановки с учетом текущих тенденций и зависимостей.

Количество нейронов во входном и выходном слоях рассматриваемой нейронной сети определяется характером решаемой задачи, а количество нейронов в скрытых слоях сети может быть определено только в результате проведения экспериментов на мероприятиях оперативной подготовки. Слишком малое их количество не позволит сети обучиться, а слишком большое – повлечет за собой увеличение времени обучения сети до нереального значения. Также большое количество нейронов, содержащихся в скрытом слое, может привести к переобучению сети, проявляющемуся в том, что сеть будет хорошо работать на обучающей выборке, но очень плохо на входных примерах, не входящих в нее.

В связи с вышеизложенным, предлагается использовать метод для устранения переобучения сети, заключающейся в пропуске некоторой доли случайным образом определенных при обучении сети нейронов, что позволяет сохранить ей необходимую гибкость [6, с. 39]. В этом случае, результаты из первого слоя нейронов с долгой краткосрочной памятью передаются на второй аналогичный слой, за исключением тех, которые были пропущены при обучении сети. Выходной слой нейронной сети состоит из одного нейрона, значение которого показывает предсказанную вероятность отсутствия ПС в результате примененного управленческого воздействия.

При невозможности выполнить длительный поиск вариантов реагирования на ПС реализуется оперативный выбор решения без использования СППР. Как правило, в этом случае решения выбираются на основе опыта и интуиции руководящих лиц ИАС. В любом случае, после выбора решения производится моделирование его воздействия на объект управления в целях ликвидации возникшей ПС [7, с. 64].

В дальнейшем база знаний, входящая в состав СППР, определяет то логико-трансформационное правило, которое должно быть использовано. Если такое правило единственное, то оно выдается для исполнения. Если же таких правил несколько, то выбор лучшего из них производится после обработки предварительных решений в СППР, после чего система выдает управленческое решение о воздействии на объект управления.

Выводы. Таким образом, реализация представленного подхода к созданию средств информационно-аналитического обеспечения деятельности органов управления ИАС позволит решить следующие задачи:

- сократить время сбора, обобщения, анализа, отображения и оценки данных обстановки, а также время принятия решений руководящими лицами ИАС при одновременном повышении качества их деятельности;
- повысить обоснованность и оперативность принятия управленческих решений руководящими лицами ИАС;
- раскрыть связи между эффективностью решений, принимаемых руководящими лицами ИАС, и получаемой ими информацией.

Применение рассмотренного подхода при создании средств информационно-аналитического обеспечения должно дать органам управления ИАС нечто большее, чем простое предоставление информации. Созданные средства должны стать «проводником» в процессе принятия управленческих решений.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямпольский С.М., Злобин С.М., Шаламов А.С. Концептуальные основы информационно-аналитического обеспечения органов управления военной организацией государства // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2016. № 4. С. 9–15.
2. Малышев В.А., Никитенко Ю.В. Теоретические основы построения систем управления технологическими рисками на промышленных предприятиях. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. 240 с.
3. Моделирование систем и процессов / Под ред. В.Я. Головина. М.: ВУНЦ ВВС (ВВА имени Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина), 2010. 429 с.
4. Пospelов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. 288 с.
5. Вьюгин В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. М.: Litres, 2017. 314 с.
6. Осминин К.П. Алгоритмы построения статистик для анализа и прогнозирования нестационарных временных рядов. Информационные технологии и вычислительные системы, 2009. № 1. С. 23–31.
7. Кравченко Т.К., Исаев Д.В. Системы поддержки принятия решений. М.: Юрайт, 2016. 292 с.

REFERENCES

1. Yampol'skij S.M., Zlobin S.M., Shalamov A.S. Konceptual'nye osnovy informacionno-analiticheskogo obespecheniya organov upravleniya voennoj organizaciej gosudarstva // Izvestiya Rossijskoj akademii raketnyh i artillerijskih nauk. 2016. № 4. pp. 9–15.
2. Malyshev V.A., Nikitenko Yu.V. Teoreticheskie osnovy postroeniya sistem upravleniya tehnologicheskimi riskami na promyshlennyh predpriyatiyah. Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaya kniga», 2015. 240 p.
3. Modelirovanie sistem i processov / Pod red. V.Ya. Golovina. M.: VUNC VVS (VVA imeni N.E. Zhukovskogo i Yu.A. Gagarina), 2010. 429 p.
4. Pospelov D.A. Situacionnoe upravlenie: teoriya i praktika. M.: Nauka, 1986. 288 p.
5. V'yugin V. Matematicheskie osnovy mashinnogo obucheniya i prognozirovaniya. M.: Litres, 2017. 314 p.
6. Osminin K.P. Algoritmy postroeniya statistik dlya analiza i prognozirovaniya nestacionarnyh vremennyh ryadov. Informacionnye tehnologii i vychislitel'nye sistemy, 2009. № 1. pp. 23–31.
7. Kravchenko T.K., Isaev D.V. Sistemy podderzhki prinyatiya reshenij. M.: Yurajt, 2016. 292 p.

© Ямпольский С.М., Рубинов В.И., 2018

Ямпольский Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра Военного института (управления национальной обороной), Военной академии Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации (г. Москва), Россия, 119571, г. Москва, проспект Вернадского, 100, yampolsm@mail.ru.

Рубинов Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, rubinov777@mail.ru.