

УДК: 355/359

DOI: 10.53816/20753608_2022_3_28

**ДЕКОМПОЗИЦИЯ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ФЛОТА
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**DECOMPOSITION OF PROBLEMS OF INCREASE OF EFFICIENCY
IN MANAGERMENTS OF TECHNICAL MAINTENANCE OF FLEET
AND THE WAY OF THEIR DECISION**

Чл.-корр. РАРАН А.В. Гурьянов^{1,2}, А.В. Бабенков³, Э.И. Мухитов⁴

¹ РАРАН, ² ОКБ «Электравтоматика», ³ ВАМТО им. А.В. Хрулева, ⁴ БалтФлот

A.V. Gurjanov, A.V. Babenkov, E. I. Mukhitov

Важнейшей задачей совершенствования системы управления техническим обеспечением флота является дальнейшее повышение уровня автоматизации процессов принятия решений и диверсификация работы должностных лиц органов военного управления. Задача решается на основе применения моделей и методик логистической информационно-интеллектуальной системы, которая включает в себя формирование различных вариантов предложений в замысел, а также предлагает лицу, принимающего решение наиболее оптимальные, математически выверенные альтернативы решения. Количество вариантов и альтернатив определяется ресурсными возможностями своих сил и возможных вариантов действий противоборствующей стороны. В процессе разработки вариантов предложений в замысел и при выработке решения может проводиться имитационный просмотр динамики предстоящих действий. Предусмотрено применение технологий виртуальной реальности и визуализация процессов технического обеспечения.

Ключевые слова: оперативность, качество управленческого решения, автоматизация, интеллектуальный блок, техническое обеспечение.

The major problem of perfection of a control system of technical maintenance of fleet is the further increase of level of automation of decision-making processes and диверсификация works of officials of bodies of military management. The problem dares on the basis of application of models and techniques of logistical information-intellectual system which includes formation of various variants of offers in a plan, and also offers the person, making the decision the optimal, it is settlement the verified alternatives of the decision. The quantity of variants and alternatives is defined by resource possibilities of the forces and possible variants of actions of the contradictory party. In the course of working out of variants of offers imitating viewing of dynamics of forthcoming actions can be spent to a plan and at decision development. Application of technologies of a virtual reality and visualisation of processes of technical maintenance is provided.

Keywords: efficiency, quality of the administrative decision, automation, the intellectual block, technical maintenance.

Практическая работа органов военного управления техническим обеспечением (ОВУ ТехО), многочисленные исследования и научные публикации с анализом их работы и возможностей свидетельствуют о недостаточной их эффективности с точки зрения автоматизации выработки управленческих решений и задач, по предназначению приданными силами и средствами. Поэтому важнейшим является совершенствование системы управления с дальнейшим повышением уровня автоматизации процессов управления и разработки алгоритмов работы ОВУ.

Исходя из таблицы, представленной ниже, основной проблемой является разрешение противоречия между необходимостью повышения оперативности и достижением требуемого качества принимаемых управленческих решений (УР) в процессе планирования лицами, формирующими решения (ЛФР) в пунктах управления (ПУ) ОВУ, и лицами, принимающими решение (ЛПР), т.е. начальниками ОВУ [1].

ЛФР является группа управления техническим обеспечением (ГУ ТехО) как совокупность офицеров-операторов, работающих на своих автоматизированных рабочих местах (АРМ) в своих ПУ и ОВУ, каждый из которых отвечает за свой

вид технического обеспечения (автотехническое, электромеханическое, артиллерийско-техническое, метрологическое и т.д.). Тот объем информации, который в мирное время циркулирует между ПУ ТехО в вышестоящих и нижестоящих слоях иерархии управления превращается в настоящий вал в случае угрожаемого периода или при возникновении вооруженного противоборства. Сбор, обработка, анализ, проводимые ЛФР в процессе планирования и подготовки решений по каждому виду ТехО, выработка и принятие самого управленческого решения в графическом и текстовальном виде требуют от ЛПР и его подчиненных колоссального умственного, физического и психологического напряжения, с которыми очень тяжело справиться. От этого страдает и оперативность, и качество УР. Экстенсивно, т.е. путем увеличения кадрового состава ПУ, в силу многих причин проблемы не решить. В настоящий момент с помощью медленно внедряемых автоматизированных систем управления лишь некоторые функции сбора, представления информации и проведения расчетов облегчают исполнение функциональных обязанностей операторами. А для ЛПР процессы выработки замысла применения, определения задач подчиненным

Таблица

Декомпозиция проблем повышения эффективности управления

| Проблема | Подпроблема | Сущность | Пути решения |
|---|-----------------------------------|--|--|
| Проблема повышения эффективности управления, заключающегося в разрешении противоречий между возможностями ОВУ и способностью ЛПР реализовать их в ходе решения задач по предназначению, в соответствии с требованиями вышестоящих ОВУ и сложившимися условиями обстановки | Проблема оперативности управления | Противоречие между требуемым и располагаемым временем решения задачи ПУ ТехО | Матмоделирование, статистические методы |
| | | Противоречие между возможностями ПУ по выработке УР и возможностями сил ТехО по выполнению задач по предназначению | ТПР, системный анализ, теория массового обслуживания, теория игр, имитационное моделирование |
| | Проблема качества УР | Противоречие между оптимальной реализацией возможностей сил и средств ТехО и способностью ОВУ формировать УР, способных обеспечить цели управления | Метод «Монте-Карло», экспертные системы, алгоритм нечеткого вывода Мамдани |
| | Проблема автоматизации управления | Противоречие между возможностями ЛПР и требованиями по объему, скорости и качеству обработки информации | Теория управления, ТПР, теория мультиагентных систем, GPSS World |
| | Проблема методологии | Противоречие между методами, моделями, формами, способами управления и практической работой операторов ПУ | Логистическое моделирование, методы виртуальной реальности |

лицам, в организации управления, взаимодействия, а также исполнения основных документов практически не автоматизированы. Внедрение сетевых принципов управления, о которых так много пишут сегодня, только усугубляет проблемы в традиционной системе управления. Поэтому без внедрения автоматизированных систем управления (АСУ) с использованием систем искусственного интеллекта (СИИ) интенсификацию управления ТехО не провести. Все вышеперечисленное подводит нас к выводу о разработке новых методов, моделей, форм, способов в управлении всей системой ТехО. Решением противоречий, представленных в таблице, явилась бы специально для этих целей разработанная логистическая информационно-интеллектуальная система (ЛИИС). Ее сущность заключается в том, что циркулирующая во всей системе управления ТехО информация должна представляться в виде решения задач планирования и отработки различных документов (боевых, информационных, справочных, директивных и пр.) автоматизированно, когда оператор (ЛФР) вводит только первоначальные исходные данные и требования вышестоящего ЛПР, а программное обеспечение решает расчетно-логистические задачи и результаты автоматически вводит в графы и данные соответствующих документов. В результате ЛИИС предлагает некоторый вариант (альтернативу) решения, который ЛПР может принять или ввести новые исходные данные для получения лучшего варианта решения. Лучший вариант может быть оценен различными путями в интеллектуальном блоке, представляющем собой гибридную СИИ [2, 3], состоящую из модулей для описания причинно-следственных связей концептов предметной области, подмодулей, применяющих метод Монте-Карло; подмодулей продукционной экспертной системы с рассуждениями в прямом направлении; подмодулей, применяющих алгоритм нечеткого вывода Мамдани. Интеллектуальный блок может включать в себя и другие подмодули адаптированные для решения задач каждого вида ТехО. В синтезе и комплексном взаимодействии он будет представлять собой СИИ, решающую все подпроблемы, представленные в таблице.

На рис. 1 представлены традиционный и предлагаемый алгоритм, который более структурирован и функционально связан с опреде-

ленными блоками ЛИИС: информационно-справочным (ИСБ) и его базой данных, расчетно-логистическим (РЛБ), интеллектуальным блоком (ИнБ) и его базой знаний, экранно-картографическим (ЭКБ). На каждом этапе алгоритма ГУ ТехО осуществляются: вход-выход в блоки ЛИИС, автоматизированная переработка информации, получение новой информации или знаний, вывод ее на мультимедийные экраны или плоттер для проведения ориентирования начальниками ПУ, экспертной оценки, утверждения замысла решения и самого решения, других задач подготовки принятия решений (ППР).

Главным отличием предлагаемой модели являются следующее.

На первом этапе (уяснения задачи): получение данных (оперативной информации) осуществляется и загружается в подблоки ИСБ (в автоматизированном режиме) или через пользовательский интерфейс ЭКБ (в ручном режиме). Как правило, директивные указания от старшего ЛПР (вышестоящего ОВУ) поступают в виде формализованного документа, который автоматически переводит ЛИИС в режим изучения формализованного документа должностными лицами ПУ. ЛПР может просмотреть графическую часть документа, в которой отображаются цифровая карта местности со всеми обеспечивающими и обеспечиваемыми частями, взаимодействующими формированиями и противоборствующими объектами; структура, параметры любой задачи по видам ТехО с прочтением текстового сопроводительного сообщения. При открытии формализованного документа формируется запрос в ИСБ. Требуемый документ из базы данных передается и сохраняется в локальной базе данных ИСБ, и, через ЭКБ, отображается на экране. Он представляет собой фрагмент замысла старшего начальника, касающийся конкретного ЛПР. Указанные фрагменты документа отображаются на цифровой карте местности. Вместе с задачами в ЛИИС поступают значения их параметров: время, логические условия начала и конца выполнения задач, указатели на взаимодействующие объекты, прогнозируемые расходы ресурсов и потери.

При этом ЛИИС через свой РЛБ автоматически предлагает провести оперативные расчеты для обоснования предложений в замысел. Результаты расчетов заносятся в базу данных ИСБ об обстановке.

На втором этапе (оценки обстановки) для оценки своих сил и возможностей системы ТехО, с учетом различных данных: гидрометеоусловий (ГМУ) и физико-географических условий (ФГУ), гидроакустической, радиационной, химической, биологической, санитарно-эпидемиологической обстановок, прогноза их изменений, а также

транспортировки, складирования и производства ВВТ и ВТИ, применяются экранные формы ЭКБ, соответствующие модули ИСБ, а расчет времени осуществляется автоматизированно, за счет РЛБ. Ориентирование начальников ПУ и операторов ПУ (ЛФР) производится ЭКБ с помощью данных информационно-справочного материала

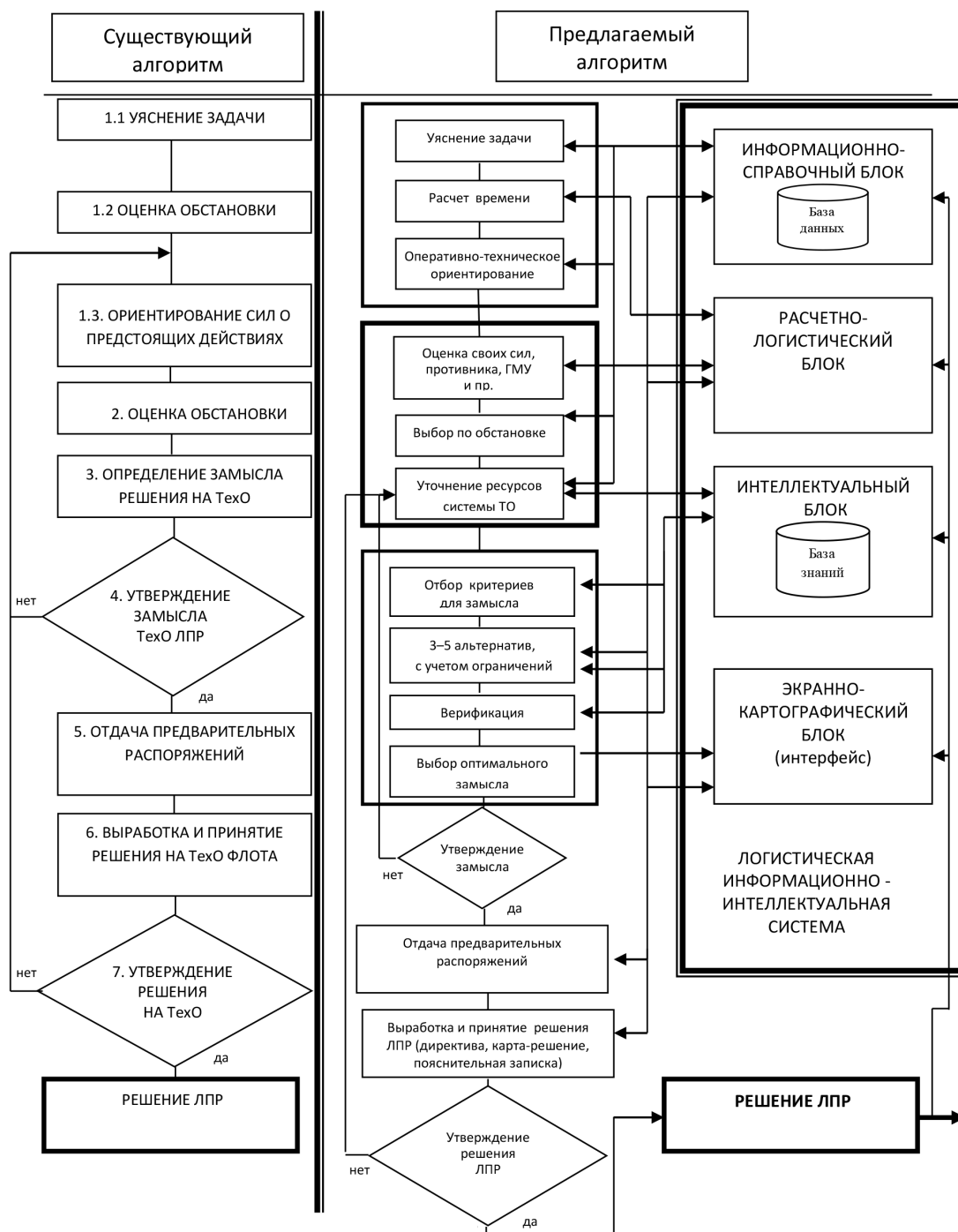


Рис. 1. Традиционный и предлагаемый алгоритм принятия решений

из ИСБ и расчетов, основанных на правилах математического моделирования и логистики, из РЛБ. В процессе ориентирования важную роль в структуре директивы вышестоящего ЛПР или ОВУ (которая может быть в формализованном и неформализованном виде) играют временные показатели выполнения основных мероприятий. На основе этих временных интервалов разрабатывается график работы ОВУ и ПУ, а также расчет времени. По предложениям ЛИИС (результаты решения информационно-расчетных задач в РЛБ или лингвистического и семантического анализа в ИнБ) формируются варианты графика работы должностных лиц и корректируется расчет времени.

После утверждения графика работы ОВУ осуществляется автоматизированный прием и передача электронных документов. Оператору требуется много времени для заполнения перечисленных документов, поэтому одной из основных функций ЛИИС является освобождение операторов от таких рутинных задач, т.е. заполнение формализованных бланков документов и их рассылка потребителям должны осуществляться автоматизированно в рамках временных интервалов и контроля получения. На этапе оценки обстановки задействованы практически все должностные лица ОВУ и ПУ. Их основными задачами являются сбор, обработка, анализ и представление через ЭКБ релевантной формализованной информации по всем видам обеспечения ЛПР.

На третьем этапе (определение замысла) их работу можно условно разделить на два подэтапа: актуализация информации в базе данных ИСБ и выработка вариантов возможных действий (альтернатив замысла) подчиненных формирований, назначенных конкретному должностному лицу для анализа. Актуализация информации в базах данных системы осуществляется по запросам с АРМ в ИСБ. Сбор информации осуществляется как автоматически (путем записи в базу данных информации, переданной по определенным протоколам), так и автоматизированно по запросам с конкретного АРМ. Кроме того, каждое должностное лицо органа управления должно быть готово по команде ЛПР представить ему необходимую информацию в требуемом виде по своей специализации и функциональным обязанностям. Наряду с актуализацией информационных баз данных системы, которая проводится постоянно, офице-

ры-операторы должны проводить необходимые расчеты и формировать различные действия этих объектов управления в сложившихся тактических ситуациях (в некоторых случаях — в прогнозируемых). Важнейшее значение на этом этапе имеет оценка возможных вариантов действий противоборствующей стороны. Программное обеспечение в РЛБ позволяет рассчитать соответствующие коэффициенты (технической готовности, боевой устойчивости, обеспеченности и т.п.) и степени их влияния на вероятность выполнимости задач подразделениями ТехО.

Остальные должностные лица ПУ со своих АРМ аналогичным образом осуществляют сбор, обработку информации, производят необходимые расчеты и формируют варианты (альтернативы) предстоящих действий подчиненных сил и средств.

Выбор оптимальной альтернативы замысла решения осуществляется ЛПР. Именно на его АРМ поступает вся обработанная информация от всех подчиненных ОВУ и ЛФР, противоборствующих и взаимодействующих объектов системы ТехО. Программное обеспечение ЛИИС устроено таким образом, что через ЭКБ на экран АРМ отображается информация о всех формализованных документах, поступивших на ПУ системы, содержащих список задач, которые необходимо выполнить. Кроме задач подчиненному объекту в формализованном документе содержатся задачи взаимодействующих и противоборствующих объектов. Так как информация зачастую повторяется, ЛИИС автоматически заполняет пункты формализованного документа замысла на операцию. Какие-то из них заполняются заранее, какие-то из-за поступления релевантной информации в ИСБ, перерасчета данных в РЛБ — в режиме реального времени. Кроме этого, в ИнБ предусмотрена функция распознавания голоса ЛПР, т.е. отвечать на его голосовые распоряжения, управлять в зависимости от семантики и смысловой нагрузки получаемых воздействий.

Существенно важной функцией ЛИИС является оценка возможностей выполнения подчиненными лицами разрабатываемых вариантов распределения. В случае если оценка не устраивает ЛПР или должностное лицо ПУ, разрабатывающее предложения, возможна корректировка им ее в заданных пунктах формализованного документа. Обновленные данные постоянно вно-

сятся в базу данных ИСБ и выдаются ЛПР или по запросу любому пользователю с учетом приоритета и ограничения доступа.

Аналогичным образом производится формирование различных вариантов предложений в замысел. Количество вариантов определяется количеством возможностей своих сил и возможных вариантов действий противоборствующей стороны. В процессе разработки вариантов предложений в замысел ЛПР может проводиться имитационный просмотр динамики предстоящих действий. Здесь предусмотрено применение технологий виртуальной реальности (виртуальных симуляторов) и визуализация процессов ТехО.

По завершении разработки всех вариантов предложений те автоматически должны передаваться на АРМ ЛПР.

С помощью системы искусственного интеллекта ИнБ производятся отбор критериев для замысла, выбор наиболее вероятных 3–5-ти альтернатив с учетом этих критериев ограничения, их верификация, выбор оптимального замысла (альтернативы) решения не только эвристическим методом, но и при помощи новых знаний системы, учитывающих неопределенности во внешней и внутренней средах системы технического обеспечения (ТО) с помощью ИСБ, РЛБ, ИнБ, ЭКБ [4, 5].

Задачей ЛПР станет выбор оптимального варианта из множества разработанных, а также наиболее рационального в сложившихся условиях обстановки. В основе такого выбора должен лежать анализ оценок, характеризующих возможности подчиненных при выполнении каждого варианта действий, а также различного рода не формализуемых факторов обстановки. Кроме этого, программное обеспечение СИИ (включающее в себя экспертные системы, нейронные сети, динамическое анаморфирование и т.п.) ИнБ распределяет (по балльно-рейтинговому принципу) наиболее предпочтительные альтернативы решения. Но выбор наилучшей альтернативы в любом случае остается за ЛПР. Потому что тот уровень неопределенностей, существующих в системе ТехО, частные показатели, характеризующие возможности подчиненных частей по достижению цели управления, определяют в некоторых случаях выбор ЛПР на интуитивном уровне.

Таким образом результатом оценки обстановки является выбор 3–5 альтернатив, предла-

гаемых ЛИИС для одного, наиболее оптимального, отвечающего всем заданным критериям замысла решения (с внутренним интуитивным выбором ЛПР).

На четвертом этапе (утверждение замысла) — представление вышестоящему ЛПР с помощью экранных форм ЭКБ наиболее оптимального замысла, который является основой решения по ТехО. Проще говоря, это последовательность выполнения общих и частных задач частей и подразделений ТехО при сосредоточении основных усилий по оперативным задачам. Во время доклада замысла вышестоящему ЛПР возможно применение технологий виртуальной реальности и визуализация процессов ТехО (3D-анимация) для более наглядного представления прогнозируемых процессов ТехО, наблюдения, корректирования и тестирования на цифровой карте или цифровом полигоне.

В случае неутверждения замысла ЛПР этап определения замысла повторяется с учетом новых критериев, определенных вышестоящим ЛПР и согласованных с вышестоящим ОВУ. В блоки ЛИИС вводятся новые корректуры, свежие релевантные данные, и к вновь установленному сроку производится доклад замысла [6, 7]. В случае утверждения и выставления электронной подписи на экранной форме карты-решения или другого формализованного документа осуществляется переход к следующему этапу ППР.

На пятом, шестом и седьмом этапах (отдачи предварительных распоряжений, разработки директивы, карты-решения и пояснительной записки, помощи ЛПР в представлении решения и при его утверждении) офицер-оператор (ЛФР) осуществляет деятельность, используя все блоки ЛИИС и программные средства разработки карт. Отдачу предварительных распоряжений ГУТехО осуществляет на основе табеля срочных электронных донесений (ТСЭД). Такие распоряжения представляют собой сетевой распорядительный документ — шаблон, который в режиме реального времени «насыщается» данными о внешней и внутренней системе ТехО, который делегирует полномочия и определенные ограничения (границы свободы) подразделениям для решения задач по предназначению. Контроль за доведением и исполнением осуществляется на ЭКБ ЛИИС в любой удобной для восприятия ЛПР форме (табличной, диаграммной, слайдовой) с «окраши-

ванием» информации по мере выполнения задач (черное — доведение, красное — на контроле, зеленое — выполнено). Заполнение пунктов директивы, пояснительной записки и нанесение информации на карту осуществляется автоматизированно из выбранного замысла решения.

Основным и главным блоком ЛИИС является интеллектуальный блок, который применяет метод сценариев. В базе знаний ИнБ на основе выбранного и утвержденного замысла сформирован сценарий оптимального решения, которое ЛПР должен будет в конечном итоге представлять вышестоящему ЛПР. Сценарий включает в себя систему комплексного моделирования, под которым понимаются полимодельное, многокритериальное описание и задачи каждого вида и всей системы ТехО в целом, с использованием комбинированных методов, алгоритмов и методик, позволяющих в конечном итоге получить эффект взаимного усиления (синергии) достоинств каждой применяемой модели [8]. СИИ, получив входные данные, на основе анализа работает в следующей логической последовательности, представленной на рис. 2.

В составе ИнБ действуют несколько модулей СИИ, построенные на разных принципах: ней-

ронных сетях, продукционных экспертных системах, генетических алгоритмах. Для большей эффективности необходима их параллельная работа при получении входных данных, когда они будут «конкурировать» друг с другом при выдаче УР. Чем больше проверок — тем выше результат, так как все СИИ построены на принципах обучения и самообучения (рис 3, 4). Остальные блоки выполняют функции представления и переработки имеющейся и поступающей информации для выработки качественного управленческого решения.

Разработанный вариант решения доводится в сетевой архитектуре по вертикали управления горизонтально — до начальников ОВУ, а выписки из решения по нижестоящей вертикали — до обеспечивающих, обеспечиваемых и взаимодействующих частей, представляющих собой узел (элемент) информационной решетки. Кроме того, принятый вариант решения или документа должен быть занесен в базу знаний ИнБ для последующего его использования при обработке других документов и для самообучения СИИ. Исходя из сложившейся ситуации (рис. 4) и входных данных, исходная картина (карта) рastersуется в ЭКБ, а на вход ИнБ производится подача пикселей. СИИ распознает, выбирая по-

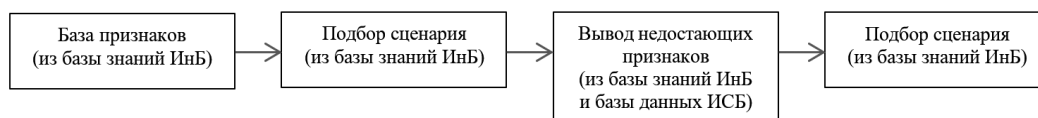


Рис. 2. Последовательность работы СИИ

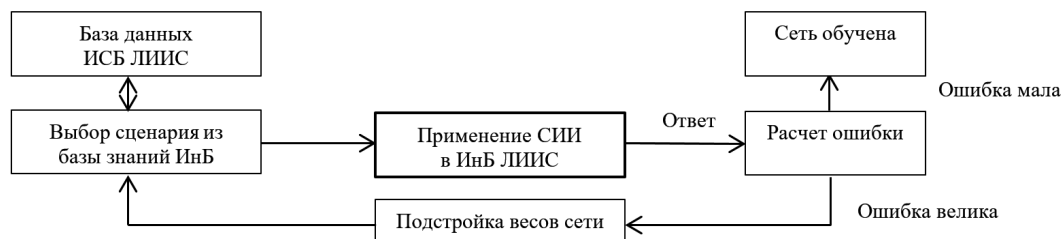


Рис. 3 Процесс обучения СИИ

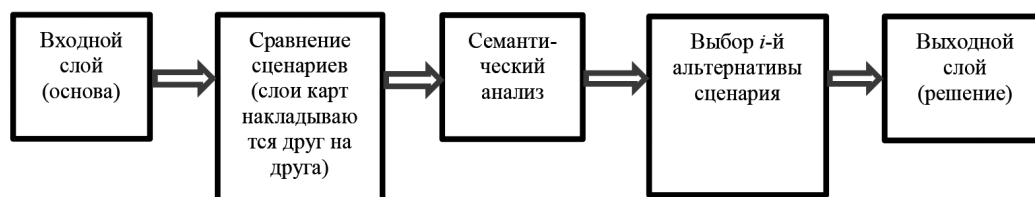


Рис. 4. Процесс самообучения СИИ

хожий сценарий и цифровую карту из базы знаний, нейросеть аппроксимирует сложные математические функции и выдает их на экраны АРМ для анализа и выбора. Это способствует повышению корреляции и валидации результатов за счет прецедентов. Такие решения, основанные на прецедентах, особенно эффективны, потому что источником знаний о задаче является предыдущий личный и коллективный опыт, а не теория. Сами по себе решения не уникальны для каждой конкретной ситуации и могут быть использованы в других случаях, когда целью является не гарантированно верное решение, а лучшее или оптимальное из возможных [9, 10].

В отличие от традиционной модели, основанная на таком алгоритме ЛИИС позволяет ЛПР и всей системе управления ТехО более полно осуществить:

- ранжирование мероприятий ТехО по их важности, сбалансированность решений и обоснованность показателей;

- вариативность или альтернативность решений;

- преемственность планов (вышестоящего командования, горизонтальных ОВУ и подчиненных частей);

- автоматизацию процессов подготовки принятия решений, что значительно упрощает разработку предложений на применение и позволит в требуемое время разработать достаточное количество вариантов применения системы ТехО по целевому назначению, значительно повысить оперативность и качество управления;

- согласованность и учет максимально возможного количества параметров ППР сетевой архитектуры системы ТехО, обеспечение обратной связи системы планирования при управлении;

- учет всех логистических параметров и издержек при транспортировке, складировании, производстве и подаче ВВТ и ВТИ.

Литература

1. Демихов Е.Н. Предложения по совершенствованию программного обеспечения АСУ организационно-технических систем специального назначения за счет внедрения системы поддержки принятия решения / Е.Н. Демихов, М.В. Ма-

линин, В.А. Новиков // Известия РАН. 2020. № 2 (112). С. 46–51.

2. Moiseev D.V. Intelligent decision — making support on the level of encryption of information transmitted in the UMV information exchange channels / D. Moiseev, A. Skatkov and A. Bryukhovetskiy // 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 734 012086 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/734/1/012086>

3. Колесников А.В. Методология и технология решения сложных задач методами функциональных гибридных интеллектуальных систем / А.В. Колесников, И.А. Кириков. — М.: ИПИ РАН. 2007. 387 с.

4. Горчица Г.И. Проблемы моделирования в интересах обоснования военного строительства ВС РФ и планирования развития ВВТ / Г.И. Горчица, В.А. Ищук // Известия РАН. 2013. № 3 (78). С. 3–9.

5. Дубов Ю.А., Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.А. Якимец — М.: Наука, 1986. 136 с.

6. Кокорева Т.А. Системный анализ процедур принятия решений. — СПб.: Издательство СПбГУ, 1994. 147 с.

7. Ситуационный центр [Электронный ресурс]. — реж. доступа [http:// trinidata.ru/files/SituationCenter.pdf](http://trinidata.ru/files/SituationCenter.pdf) (дата обращения 22.03.2022).

8. Чуваков А.В. Разработка информационных систем подготовки принятия решений при управлении сложными техническими системами // Международный научный журнал «Символ науки». 2015. № 6. С. 65–72.

9. Бавула А.А. Теоретические основы интеллектуально-логистической поддержки решений в управлении системой технического обеспечения флота. Монография / А.А. Бавула, Э.И. Мухитов // Филиал ФГКВОУВО ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» в г. Калининграде. 2021. 235 с.

10. Мухитов Э.И. Автоматизированная логистическая информационно-интеллектуальная система принятия решений в производственно-логистическом комплексе / Э.И. Мухитов, Ярисов В.В. // Патент на изобретение № 2755520. Дата регистрации в Государственном реестре изобретений РФ 16.09.2021.