

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМАХ

Гаврилов А.Д., Лабунский А.Д.

Военная академия войсковой ПВО им. А.М. Василевского,

Россия, г. Смоленск, ул. Котовского, д.2

gawrilow1950@yandex.ru, Labunsky48@yandex.ru

Аннотация. Повышение уровня автоматизации процессов управления крупномасштабными системами является одним из важных и обязательных условий конструирования современных АСУ, в составе которых должны функционировать системы поддержки принятия решений. Отсутствие четких требований к выполняемым СППР функциям зачастую не дает ожидаемого эффекта от их применения. Предложен примерный перечень функций, обязательных к реализации в разрабатываемых СППР.

Ключевые слова: система, информация, решение, математическая модель.

Введение

Современный период развития общества характеризуется постоянно возрастающей ролью процесса управления. Бурное развитие науки и техники, усложнение социальных процессов, стремительное возрастание объема обрабатываемой информации предъявляют все более высокие требования к повышению эффективности управления. В последние годы значительно расширились и возможности для повышения эффективности управления. Это связано с интенсивным развитием науки управления, современных информационных технологий, цифровой вычислительной техники, средств связи, методов обработки информации, алгоритмизации, миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры, разработкой эффективных компактных источников энергопитания и др.

С развитием общества растет сложность тех задач, которые приходится решать в сфере управления. Особенно эта тенденция отмечается в ходе управления сложными крупномасштабными системами специального назначения. При ограниченных возможностях человеческого мозга по запоминанию сведений и скорости переработки информации - это должно приводить при неизменной технологии управления к увеличению числа людей-операторов, занятых в сфере управления [1].

Кардинальным решением проблемы является внедрение в контур управления систем поддержки принятия решений (СППР). На сегодняшний день уже сформировалась определенная идеология построения типовых структур СППР, применяемых в сложных системах специального назначения. Имеются довольно удачные примеры внедрения СППР в АСУ такими системами. Однако, в связи с бурным развитием робототехники, разработкой комплексов информационно-расчетных задач (КИРЗ), систем искусственного интеллекта, необходимы определение роли и места СППР в ряду развиваемых современных технологий, а также выработка четких требований к функциям и задачам, решаемым в СППР. При выполнении этих условий, как следствие, устранятся сбои в работе, некорректные решения, исключится недоверие ЛПР к предлагаемым альтернативам, сократятся временные затраты на использование СППР в процессе управления.

Основной текст

Разрабатываемые и применяемые в АСУ крупномасштабными системами СППР должны автоматизировать все этапы процесса принятия решений (рис. 1): от сбора и оценки информации до выбора рациональной альтернативы из множеств возможных по заданному критерию [2].

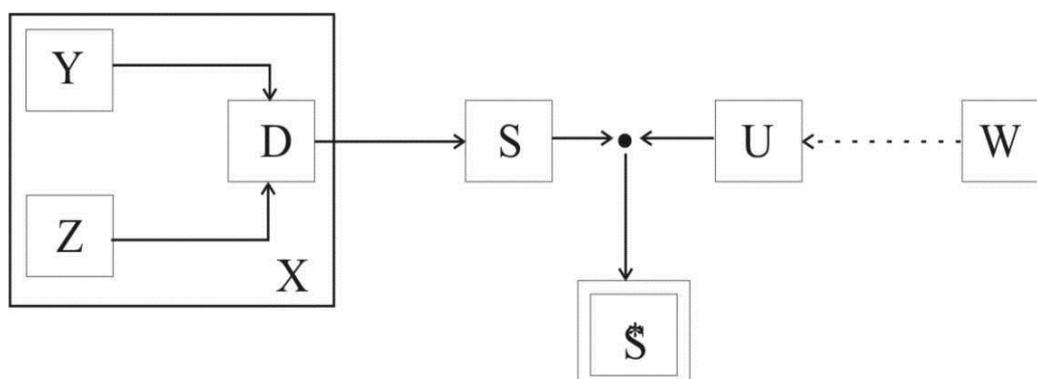


Рис.1. Формальная структура процесса принятия решения

На рисунке символами обозначены:

Y – множество управляемых «входных» факторов (начальных условий или... входов); элементы этого множества — векторы y представляют собой множество наборов различных видов ресурсов. Каждый набор характеризует один из возможных вариантов наличия этих ресурсов;

Z – множество неуправляемых «входных» факторов (начальных условий или входов), учитываемых в задаче; элементы этого множества—векторы z – это множество неуправляемых, но учитываемых факторов;

S – множество исходов (или конечных результатов), т. е. результатов взаимодействия управляемых и неуправляемых факторов;

D – множество операторов d из $Y \times Z$ на S , содержательно d характеризует сам акт взаимодействия управляемых и неуправляемых факторов, процесс преобразования;

W —цель выбора подмножества $S^* \subset S$ (в частности, S^* может состоять из одного элемента) по критерию U (W – цель выбора – задает требования, предъявляемые к возможным исходам);

U – множество критериев оценки элементов множества S и выбора S^* или частных целей, заданных на множестве S . Критерии U явно определяют требования, которым должны отвечать элементы S , чтобы они соответствовали цели W .

Другими словами, критерий есть правило, позволяющее оценивать элементы множества S с точки зрения цели W . Его можно представить скалярной или векторной целевой функцией и системой ограничений, одним лишь набором ограничений, качественными требованиями и т. п.

Варианты выбора значений управляемых факторов, т. е. пары (y, d') , $y \in Y, d' \in D'$, называют альтернативами (x). Множество альтернатив обозначим через X . Выбор любой альтернативы $x \in X$ ведет к вполне определенному исходу s – элементу множества S :

$$X \rightarrow S \quad (1).$$

Процесс принятия решения представляет собой последовательность процедур, приводящих к решению – выбору подмножества X^* недоминируемых альтернатив из множества рассматриваемых альтернатив.

Для достижения максимального эффекта применения в СППР должны быть реализованы все этапы, обеспечивающие автоматизацию процесса принятия решений. Целью применения СППР должно стать своевременное получение обоснованного варианта решения, не вызывающего у ЛПР сомнений в способе его получения, удовлетворения заданным критериям.

В общем, в процессе функционирования СППР осуществляет сбор, обработку и передачу информации. Состав и содержание основных функций СППР определяется содержанием автоматизируемого этапа ППР. Для того чтобы СППР могла эффективно функционировать в АСУ, она должна выполнять ряд функций.

Рассмотрим состав обязательных функций СППР, отличающих ее от КИРЗ.

Анализ правильности значений исходных данных. Без этой функции алгоритмы СППР фактически не смогут функционировать, так как каждый алгоритм может выполнять свои функции только при условии, что значения аргументов находятся в области допустимых значений.

Если значения параметров не попадают в область допустимых значений то исходные данные заданы неправильно. Дополнительно к этому необходимо проверить допустимость значений взаимозависимых параметров. В СППР должна быть реализована проверка выполнения обязательных соотношений параметров.

В случаях если оказалось, что значения исходных данных недопустимы, необходима соответствующая реакция. Она зависит от содержания основных функций и конкретного типа возникшей ситуации. Наиболее типичными следствиями являются следующие.

1. Возврат в исходное состояние. В этом случае значения исходных данных отбрасываются, и СППР готова к получению следующих значений исходных данных. Такая реакция допустима при мощном однородном потоке исходных данных, если алгоритм блока приема информации осуществляет его сглаживание (усреднение) и процесс, описываемый математической моделью, достаточно устойчив (практически независим от случайных сбоев в потоке исходных данных).

2. Повторное (возможно многократное) обращение к источнику значений исходных данных с просьбой о повторении процедуры их выдачи. Такая реакция возможна, если каждое сообщение из потока исходных данных существенно изменяет результаты, вырабатываемые математической моделью, а источник информации обладает памятью, хранящей переданные им значения исходных данных, либо способностью к их восстановлению по запросу.

В случае неуспеха при многократных повторных запросах реакция зависит от характера возникающих ошибок и возможностей АСУ, в составе которых планируется реализация СППР. Если

технические средства имеют резервные связи с источником значений исходных данных, то может быть выработан сигнал об использовании этих связей. Если такой возможности технические средства автоматизации не предоставляют, то для выяснения причины нарушений может быть сформирован сигнал о проверке правильности работы технических средств. Когда исчерпаны все возможности автоматического устранения последствий возникшей ситуации, вырабатывается обращение к операторам, обслуживающим или использующим средства автоматизации. В этом обращении формируются сведения, характеризующие возникшую неправильность, и результаты мер, которые были приняты автоматически. Такое обращение равносильно началу диалога между оператором (человеком) и средствами автоматизации. В отличие от диалога, целью которого является обеспечение процесса управления и функции которого определены на этапе разработки информационной модели, этот диалог осуществляется со служебными (вспомогательными) целями. Причиной диалога является наличие отклонений от основного режима функционирования СППР

Следующей обязательной функцией СППР является реализация диалога с ЛПР, чтобы устранить причины отклонения от основного режима функционирования. Такой диалог может привести к устранению неправильностей, возникших в данной конкретной ситуации, например, путем исправления оператором ошибок значений входных параметров.

Следующей функцией является анализ полноты множества значений поступивших исходных данных. СППР способна выполнять свои функции, если для этого имеется хотя бы определенный минимум информации. Поэтому одной из функций СППР является определение наличия этого минимума информации в составе перечня значений исходных параметров.

Одной из важных характерных особенностей процессов управления является неопределенность информации. Под воздействием случайных факторов не всегда удается получить желательный состав значений параметров исходных данных. В системах, где сталкиваются интересы противоборствующих сторон, действующих, например, в системах вооруженной борьбы, значения параметров исходных данных приходится добывать при организованном системном противодействии. Это неизбежно приводит к неполноте имеющейся информации. Поэтому анализ полноты множества значений исходных данных – обязательная функция СППР. Автоматическая проверка полноты исходных данных является довольно сложной проблемой. В простейшем случае, если природа источника информации позволяет утверждать, что получаемые от него значения исходных данных обладают гарантированной точностью и достоверностью, анализ полноты сводится к проверке наличия значения каждого параметра. В более сложных случаях, когда значения параметров исходных данных могут поступать с ошибками и могут содержать в себе сознательно формируемую дезинформацию, анализ полноты исходных данных является гораздо более сложной задачей. Если решения, принимаемые на основе исходных данных, относятся к чрезвычайно важным и влекут за собой очень существенные последствия, в анализ полноты исходных данных должен включиться человек-оператор. Таким образом расширяется состав функций, возлагаемых на диалог между человеком и средствами автоматизации.

В любом случае, независимо от того, имеется ли в органе управления полная информация или эта информация обладает существенной неполнотой, решение должно быть принято. Поэтому при неполной исходной информации необходимо принять меры к тому, чтобы СППР не лишилась работоспособности. Реакция на возникшую ситуацию существенно зависит от содержания процесса управления и степени неопределенности исходных данных. Простейшая реакция заключается в привлечении человека-оператора. В этом случае организуется диалог для получения от него значений недостающих параметров исходных данных. Однако эта реакция наиболее проста и легко выполнима только на этапе разработки СППР.

Другой способ – возможность пополнить недостающие значения параметров исходных данных путем прогнозирования на основе имеющегося опыта и сведений, хранящихся в базе знаний. Для этого в состав СППР должны включаться специальные методы анализа данных, обеспечивающие «заполнение пробелов» [2].

Организация работы СППР в рамках автоматизированной системы управления является следующей функцией СППР. Согласование элементов системы управления включающей взаимодействующие, вышестоящие, подчиненные элементы, выполняющих специфические задачи.

Согласование СППР в системе существующих средств автоматизации заключается, во-первых, в согласовании по параметрам входа и выхода, по организации обращения по единому протоколу ИТВ. Во-вторых, СППР должна использовать результаты работы других элементов системы управления, которые уже функционируют в автоматизированной системе. В-третьих, СППР должна иметь доступ к информационной базе, которая уже существует и используется в АСУ.

Общесистемное математическое обеспечение выполняет множество функций, которые обеспечивают выработку решений. Если время, необходимое для обоснования и выработки одного варианта решения, больше, чем отрезок времени от момента формирования значений массивов исходных данных до момента, когда объекты управления должны получить значения параметров управления, то такая математическая модель не способна обеспечить автоматизацию управления в реальном темпе управляемых процессов. Единственный путь — уменьшение вычислительной сложности используемых математических методов. Однако, в таком виде изложенная картина дает лишь приближенное представление о фактическом течении процессов. В сложных системах специального назначения моменты поступления исходных данных заранее предсказать нельзя: они случайны. Поэтому и время, имеющееся для выработки варианта решения, случайно. Фактические затраты времени на подготовку варианта решения зависят от времени, которое затратят операторы (ЛПР) в процессе диалога со средствами автоматизации, от состояния технических средств, степени нагрузки на них в этот период времени (технические средства одновременно могут перерабатывать информацию по алгоритмам многих математических моделей).

Временные характеристики этих процессов также случайны. Поэтому в СППР не всегда можно заложить «жесткую» временную схему ее исполнения, гарантирующую своевременную выработку варианта решения. Из этого следует, что СППР должна обладать функциями, обеспечивающими реализацию требуемого темпа подготовки вариантов решений и выбор пригодной математической модели расчета параметров процесса управления.

СППР должна контролировать время выработки варианта решения. Оценка временных затрат на подготовку варианта решения алгоритмами СППР является параметром для выбора способа обоснования решения. В критических временных ситуациях поиск выхода из положения возлагается на человека-оператора. Он должен повысить темп своей работы и обеспечить своевременное принятие решения. Очевидно, что при этом могут возникать ситуации, когда человеку-оператору придется отказаться от использования средств автоматизации. Чтобы избежать подобных ситуаций, на СППР необходимо возложить активную роль при выборе путей для своевременной выработки вариантов решений.

В составе СППР должны функционировать несколько методов вычислений. Каждый из них должен быть способен по значениям перечня исходных данных определять значения выходных (результативных) данных, т. е. выполнять основные функции математической модели. Эти методы отличаются временными характеристиками. При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что методы, требующие меньших временных затрат, будут давать менее точный результат. Таким образом, СППР имеет несколько путей достижения цели (выполнения основных функций), имеющих разные временные характеристики. Поэтому в зависимости от имеющихся ресурсов времени с помощью специальной функции организации вычислительного процесса будет выбран и реализован путь, обеспечивающий получение высокого качества решений при соблюдении ограничений по времени.

Формирование комментариев результатов вычислений является следующей функцией СППР. Выполнение основных функций СППР завершается выработкой максимально информативных значений результатов. Комментарии должны содержать мотивированное обоснование выданного варианта решения. Поэтому в комментариях должны быть зафиксированы основные правила, по которым осуществлялся отбор рекомендуемого варианта решения, как наилучшего из всех рассмотренных, соответственно, должны быть приведены значения показателей эффективности, характеризующих рекомендуемый вариант.

Тем не менее, абсолютное значение показателей эффективности одного варианта может оказаться недостаточным для получения полной характеристики этого варианта. Поэтому в ходе принятия решения ЛПР целесообразно знать, насколько этот вариант отличается от рассмотренных. Из множества альтернатив с близкими показателями ЛПР сможет утвердить один, пользуясь неформализованными правилами выбора. Поэтому в комментариях можно привести, например, минимальное значение показателя эффективности на множестве рассмотренных вариантов или число рассмотренных вариантов, у которых показатели эффективности отличаются от рекомендованного на значение, не превышающее заданного.

Комментарии могут содержать сведения о параметрах критериев эффективности. Это особенно важно в тех случаях, когда границы области изменения параметров являются переменными и зависят от сложившихся условий. Значение этих границ поможет руководителю оценить свободу вариации критериев.

Особым разделом комментариев являются характеристики степени неопределенности исходной информации, на базе которой вырабатывался рекомендуемый вариант. В них могут быть приведены оценки показателей достоверности использованных значений исходных данных, сведения об их источниках (реальные объекты или имитационные модели).

При наличии взаимозависимости между значениями параметров управления комментарии могут содержать сведения о наличии таких зависимостей и пояснения, почему при данных значениях одних параметров другие не могут выходить за установленные границы, либо они должны принимать заранее определенные значения. Если ЛПР внес изменения в вариант решения, обоснованный средствами специального математического обеспечения, в комментариях должны найти отражения изменения показателей эффективности, относительно вырабатываемых автоматически.

Таким образом, комментарии помогут ЛПР в каждом конкретном случае полнее уяснить содержание варианта решения, выработанного специальным математическим обеспечением, создадут благоприятные условия для внесения творческого вклада в процесс управления с применением СППР.

Совокупность вспомогательных функций, выполняемых СППР, обеспечивает ее взаимодействие с ЛПР, ее использующими. Без этих функций СППР будет представлять автономный программный комплекс, включение которого в состав АСУ только усложнит процесс выработки решений, увеличит временные затраты и несправедливо дискредитирует полезную необходимость разработки и применения СППР.

Организация обучения ЛПР является важной функцией СППР. Для того чтобы правильно обращаться к СППР, человек должен изучить язык диалога. При этом для обучения он может использовать документацию в форме описаний, инструкций и т. п. Эффективнее (быстрее и удобнее) можно помочь ЛПР в подобной ситуации, если на СППР возложить функции по формированию рекомендаций человеку-оператору, связанных со спецификой ее работы. Такие рекомендации ЛПР может получать по специальному обращению (запросу). При этом он будет обучаться пользованию аппаратом данной СППР. Обучение может осуществляться непрерывно, т.е. с одновременным использованием СППР в интересах управления. Указанные рекомендации ЛПР может получать только в тех случаях, когда обнаружена ошибка, допущенная им при обращении к СППР.

Эти рекомендации, оформленные в удобном для восприятия виде, содержащие анализ возникающей ситуации и указания о том, как избежать ошибок, могут быть включены в динамику диалога. Тогда ЛПР не придется повторять всех шагов, предшествовавших ошибке и выполненным им правильно. Ему не придется повторять всей работы заново, а нужно будет только исправить ошибку, допущенную в данном шаге обращения к СППР. Данная функция особенно важна в сложных системах управления на иерархических уровнях высшего звена, в которых руководители, в силу объективных причин, зачастую не имеют возможности уделить достаточно времени на изучение алгоритмов работы с использованием СППР в процессе управления сложными системами.

Заключение

Широкий спектр приведенных объективно необходимых функций СППР свидетельствует, что она представляет собой сложную логическую структуру. Целью создания СППР является такое формализованное описание процесса принятия решения, на базе которого можно вести разработку программной модели.

Это означает, что по степени детализации описание СППР должно быть доведено до операций, исключающих возможность неоднозначного толкования правил их выполнения.

Литература

1. Глушков В.М. Введение в АСУ. – Киев.: Техника, 1972. – 148с.
2. Вилкас Э.Й., Майминас У.З. Решения: теория, информация, моделирование. – М.: Радио и связь, 1981. – 328с.
2. Миркин Б.Г. Введение в анализ данных. — М.: Юрайт, 2020. – 175 с.
4. Гвардейцев М.И., Морозов В.П., Розенберг В.Я. Специальное математическое обеспечение управления. – М.: Сов. радио, 1978. — 512с.
5. Антамошин А.Н., Близнова О.В., Бобов А.В. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами. – М.: РиС, 2016. – 160 с.