



УДК 510.64:681.5

**В. Я. Кондращенко**, д-р техн. наук  
Ин-т проблем моделирования  
в энергетике им. Г. Е. Пухова НАН Украины  
(Украина, 03164, Киев, ул. Генерала Наумова, 15,  
тел. (044) 4249171, E-mail: lenokkon@voliacable.com),

**А. Л. Яловец**, д-р техн. наук,  
Ин-т программных систем НАН Украины  
(Украина, 03187, Киев, просп. Академика Глушкова, 40,  
тел. (044)5261538, E-mail: yal@isofts.kiev.ua)

## **Моделирование процессов оперативного управления противодействием чрезвычайным ситуациям**

Рассмотрены проблемы автоматизации процессов оперативного управления противодействием чрезвычайным (комплексным) ситуациям, в частности проблема создания электронных планов действий. Описаны результаты качественного и количественного анализов возможностей региона чрезвычайной ситуации. Исследованы особенности адаптации плана действий к реальной ситуации в регионе, а также процессы выбора и сопровождения схемы действий. Изложены функциональные возможности разработанных программных систем.

Розглянуто проблеми автоматизації процесів оперативного управління протидією надзвичайним (комплексним) ситуаціям, зокрема проблему створення електронних планів дій. Описано результати якісного і кількісного аналізів можливостей регіону надзвичайної ситуації. Досліджено особливості адаптації плану дій до реальної ситуації в регіоні, а також процеси вибору та супроводження схеми дій. Викладено функціональні можливості розроблених програмних систем.

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, план действий, силы, средства, ресурсы.

Во многих областях человеческой деятельности достаточно часто возникают различные чрезвычайные ситуации (ЧС), требующие оперативного реагирования. В общем случае характерной особенностью подобных ситуаций является их непредвиденность, динамичность развития и необратимость. Как правило, существует множество альтернатив противодействия возникшей ЧС. Однако в ситуации, когда ЧС развивается стремительно, что обуславливает необходимость оперативного принятия решений, увеличивается вероятность принятия ошибочных решений, что, как известно, существенно влияет на конечный результат противодействия. Даже в случае, когда информации для принятия решений достаточно, на практике, как правило, принимаются детерминированные решения, предлагающие один, далеко не оптималь-

ный, вариант противодействия. Все изложенное справедливо для случая, когда возникает одна ЧС. Однако такой случай является вырожденным: как правило, в реальной действительности возникновение одной ЧС сопровождается или является причиной развития нескольких прямо или косвенно связанных с ней ЧС, т.е. возникает комплексная ЧС (КЧС). При этом описанные проблемы становятся непреодолимыми.

Решение этих проблем достигается в результате применения методологии математического моделирования и обеспечивается с помощью современных методов и моделей, реализованных в рамках следующих программных систем (ПС): АНАЛИЗ, СИНТЕЗ и системы поддержки принятия решений (СППР) СПОР (система поддержки оперативных решений).

**Термины и определения.** *Чрезвычайная ситуация* — событие, соответствующее определенной позиции классификатора чрезвычайных ситуаций и являющееся неделимым по территории протекания.

*Комплексная ЧС* — совокупность нескольких ЧС, происходящих одновременно в данном регионе, противодействие которым основано на общей системе сил, средств и ресурсов (ССР).

*План действий (ПД)* — вербально представляемая детерминированная последовательность действий, определяющая рекомендуемые шаги противодействия (совокупность операций с указанием требуемых параметров по каждой из них), приводящие к преодолению конкретной ЧС. План действий используется в традиционной (неавтоматизированной) практике противодействия ЧС, составляется специалистами заранее и входит в состав планов реагирования, разрабатываемых службами гражданской обороны. Такие ПД не содержат описания и параметров оперативной обстановки.

*Электронный ПД (ЭПД)* — формализованное представление ПД, используемое в среде СППР СПОР. Формально ЭПД представляет собой граф пространства состояний. Интерпретируется ЭПД как разветвленный многовариантный алгоритм действий по использованию ССР, представленный в формализованном электронном виде и определяющий возможные семантически упорядоченные последовательности операций, приводящие к ликвидации ЧС. Помимо формализованного представления типового ПД, ЭПД содержит фрагменты оперативной электронной карты, а также формализованное описание оперативной обстановки и ее изменений. В отличие от вербального ПД ЭПД пригоден для математической обработки.

*Операция* — неделимый элемент ЭПД, выполняемый в рамках отдельной технологии, описываемый набором фиксированных показателей, отражающих содержание и объемы работ, состав сил и средств, виды

требуемых ресурсов, место, время и иные конкретные условия выполнения работ.

*Технология* — определенная упорядоченная взаимосвязанная совокупность операций, объединенных единой общей целью выполнения.

*Силы и средства* (СС) — специфическая для каждой операции ЭПД совокупность человеческих ресурсов (силы) и(или) механизированных (автоматизированных) средств с определенной производительностью, количество и качество которых зависят от типа конкретной операции в рамках рассматриваемой технологии противодействия ЧС.

*Ресурсы* — материально-технические, сырьевые и прочие средства, непосредственно используемые СС в рамках конкретной операции и необходимые для ее выполнения в процессе противодействия ЧС.

*Схема действий* (СД) — фиксированная одновариантная последовательность операций, приводящая к преодолению ЧС, выбранная в результате выполнения процессов поиска и оптимизации на ЭПД.

*Оперативная электронная карта* (ОЭК) — специализированная электронная карта с отображением оперативной обстановки и действий СС, управляемая из ГИС СИГМА [1].

**Концептуальные основы моделирования процесса оперативного управления противодействием КЧС. Построение типовых ЭПД по противодействию ЧС.** Концепция моделирования процессов оперативного управления противодействием ЧС (КЧС) обобщает результаты многолетних научных исследований [2—6]. В основе концепции лежит рассмотрение процесса противодействия КЧС, расширенное в результате включения в его состав дополнительных этапов качественного и количественного анализов реальных возможностей исследуемого региона по противодействию КЧС. Такое рассмотрение позволяет своевременно (на начальных этапах возникновения КЧС) определить целесообразные технологии противодействия КЧС, обеспеченные необходимыми ССР. Общее представление об этапах противодействия КЧС, упорядоченная совокупность которых отображает суть концепции моделирования процесса оперативного управления противодействием КЧС, показано на рис. 1.

Рассмотрим начальный этап, выполняемый заблаговременно (не показанный на рис. 1), — построение типового ЭПД для каждой из потенциально возможных ЧС. В общем случае ЧС, противодействие которой может подлежать планированию, должна отвечать следующим требованиям:

- пространственной локализации (возможности привязки ситуации к конкретному региону и ее координатной фиксации на ОЭК);
- временной зависимости (развитие ситуации и противодействие ей происходит в реальном масштабе времени; продолжительности этих процессов должны быть сопоставимыми);

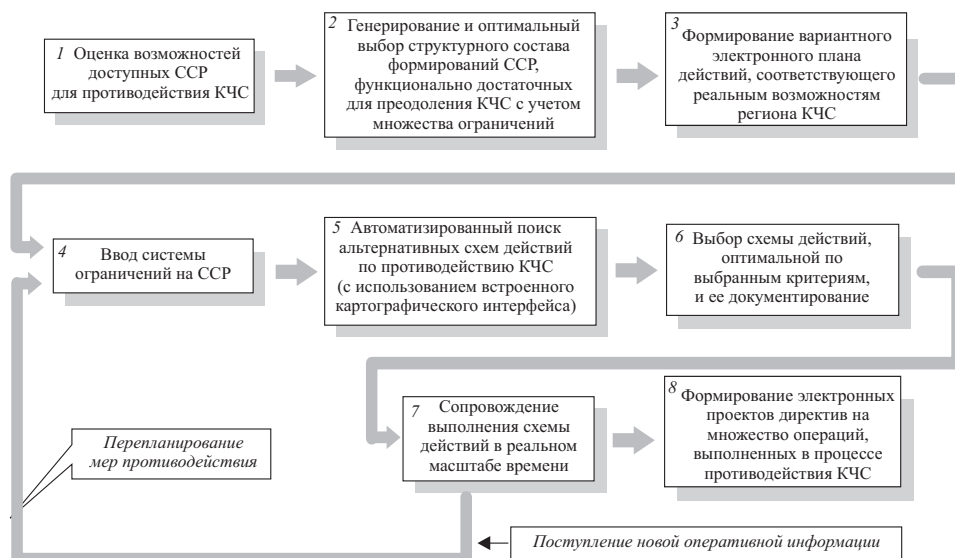


Рис. 1. Этапы автоматизированного оперативного управления противодействием КЧС

- зависимости от СС (одно из свойств ситуации — необходимость привлечения для противодействия ей соответствующих совокупностей СС);
- ресурсной зависимости (одно из свойств ситуации — необходимость использования в процессе противодействия ей соответствующих видов ресурсов);
- необходимости оптимизации противодействий (одно из требований, предъявляемых к решениям по противодействию ситуации, — получение оптимальной структуры используемых совокупностей ССР).

Если свойства ЧС соответствуют перечисленным требованиям, то для противодействия ей целесообразно решать задачу автоматизированного планирования.

Следует подчеркнуть, что в основу традиционного (неавтоматизированного) планирования противодействий ЧС положены типовые ПД, которые готовятся заранее, являются, как правило, директивными указаниями, предназначенными для упорядочивания действий и (или) использования ССР в процессе противодействия ЧС, и, по сути, стратегическими инструкциями, не учитывающими реальных возможностей региона ЧС. В процессе ликвидации ЧС формируется тактика противодействия, основная цель которой заключается в оценке существующих ССР региона ЧС и адаптации типового ПД к реальной ситуации.

В основу процесса оперативного управления противодействием ЧС положены типовые ЭПД [2], являющиеся дальнейшим развитием концепции типовых ПД. Но, в отличие от типовых ПД, представляющих собой детерминированные (безальтернативные) описания действий по противодействию соответствующей ЧС, типовые ЭПД содержат формализованные многоальтернативные СД, каждая из которых потенциально применима для противодействия ЧС.

Формирование типового ЭПД осуществляется средствами редактора-конструктора ПД (РКПД), являющегося компонентом СППР СПОР. Редактор-конструктор ПД обеспечивает возможность визуального проектирования ЭПД посредством диалоговой или автоматизированной вставки пиктограмм-элементов изображения соответствующей операции в графическое рабочее поле, их объединения в последовательности и автоматизированной параметризации содержания операций (задания значений различных характеристик, описывающих операцию; выбора средств выполнения операции и формирования их количественных характеристик и др.).

Электронные ПД имеют теоретико-графовую структуру, в которой вершинами являются конкретные операции, а дугами — соединительные элементы, что в совокупности формирует последовательно-параллельную структуру, соответствующую разветвленной многоальтернативной структуре процесса противодействия ЧС. Семантика процесса противодействия задается с помощью упорядоченного множества операций, каждая из которых формализуется при использовании множества параметров, типы и значения которых однозначно характеризуют сущность данной операции.

Эффективность и простота визуального формирования ЭПД достигается в результате множества операций, сгруппированных в различные функциональные группы, мощность которого позволяет добиться адекватности при формализации процесса противодействия любой ЧС. Средствами РКПД выполняется сохранение и загрузка сформированных ЭПД, копирование, перемещение и удаление элементов ЭПД.

Вместе с тем, следует подчеркнуть, что формирование типовых ЭПД основано на результатах концептуального проектирования ПД. Процесс концептуального проектирования ПД построен на следующих основных принципах:

1) технологической полноты — максимально полный учет совокупностей простых технологий, составляющих сложные технологии противодействия ЧС, выявление их состава и наиболее точное и адекватное представление их в ПД;

2) альтернативности — нахождение и фиксация в ПД ситуаций, при возникновении которых возможно разделение работ по противодействию

ЧС на совокупность альтернативных последовательностей действий, выбор которых зависит от конкретной ситуации;

3) внутренней упорядоченности — полный и непротиворечивый учет и точное представление последовательностей операций в составе ПД;

4) своевременной эвакуации — необходимость наиболее раннего включения в последовательность операций, составляющих ПД, операций по эвакуации людей из зоны ЧС;

5) получения достаточной информации — включение в состав ПД разведывательных операций перед процессами использования технологий противодействия ЧС, что необходимо для получения достаточной информации о характере и уровне ЧС;

6) своевременного анализа и передачи информации — своевременное включение и точная фиксация в ПД операций по анализу и обобщению информации о ЧС, оповещению соответствующих служб, организаций, населения;

7) специализации — все общие операции, связанные с передачей и обработкой информации о ЧС, должны проводиться до выполнения специализированных операций, зависящих от данной информации;

8) возможных возвратов — нахождение и фиксация в ПД мест, требующих реализации необходимых возвратов (включения в ПД обратных клапанов) для обеспечения переходов в другие состояния при условии поступления новой информации в процессе выполнения конкретной СД;

9) совмещенного выполнения — нахождение и специальная фиксация в ПД процессов, выполняемых одновременно (запараллеливание процессов);

10) картографической поддержки — формирование данных картографического характера в ПД оперативным переносом с ОЭК.

Использование перечисленных принципов позволяет решить общие проблемы (не связанные со спецификой конкретной ЧС), возникающие при создании ЭПД, а именно достижение полноты и адекватности представления процесса противодействия ЧС, устранение противоречий при формировании ЭПД, своевременное выполнение операций по анализу и обобщению информации и др.

Процесс концептуального проектирования ПД предполагает последовательное выполнение следующих операций:

- анализа проблемы противодействия конкретной ЧС, что предусматривает выявление множества совокупностей технологий, использование которых позволяет противодействовать ЧС;

- агрегации технологий на отдельные относительно независимые компоненты;

- декомпозиции выявленных компонентов на упорядоченную совокупность отдельных операций;

- структурирования операций по видам;
- анализа каждой операции с определением структуры, состава и содержания исходных данных (сил, средств, ресурсов и др.), необходимых для ее выполнения;
- обобщения типов и доменов допустимых значений ССР, необходимых для выполнения выявленных операций;
- синтеза типового ЭПД на основе объединения упорядоченной совокупности операций в альтернативные технологии и дополнения необходимыми операциями (в том числе целевыми метками).

Выполнение этих операций позволяет учесть специфику ЧС и сформировать технологически полные и непротиворечивые ЭПД.

**Автоматизация процессов оперативного управления противодействием КЧС. Автоматизация оперативного планирования ССР.** Естественная структура процесса формирования решений по противодействию ЧС обуславливает необходимость структурирования задачи оперативного планирования ССР на две взаимосвязанные подзадачи, которые в общем виде могут быть сформулированы так:

1) оценка потенциальных возможностей доступных ССР для предупреждения (преодоления) ЧС (выполняется средствами ПС АНАЛИЗ [5, 6]);

2) генерирование вариантов структурного состава формирований (комплексов групп) ССР, функционально достаточных для предупреждения (преодоления) ЧС с учетом множества ограничений (выполняется средствами ПС СИНТЕЗ [3]).

В указанных ПС решение проблемы оперативного планирования ССР выполнено для общего случая, — когда происходит КЧС. В частном (и наиболее простом) случае оперативное планирование средствами названных ПС может выполняться для отдельной ЧС.

**Оценка потенциальных возможностей доступных ССР** для предупреждения (преодоления) КЧС (см. рис. 1, 1), осуществляемая средствами ПС АНАЛИЗ, включает выполнение следующих функций.

1. Качественный анализ необходимых ССР для предупреждения (преодоления) КЧС и генерирование соответствующего множества сложных технологий противодействия каждой ЧС из состава КЧС, обеспеченных требуемыми формированиями ССР.

2. Определение множества видов ЧС, которые могут быть предупреждены (преодолены) с помощью собственных ССР рассматриваемого региона, и генерирование релевантных множеств сложных технологий противодействия каждому виду ЧС, обеспеченных требуемыми формированиями ССР региона.

3. Определение множества видов ЧС, потенциально возможных в рассматриваемом регионе, и генерирование соответствующих множеств

сложных технологий противодействия каждому виду ЧС, обеспеченных требуемыми формированиями ССР.

Реализация перечисленных функций сводится к выполнению, с одной стороны, анализа возможности противодействия рассматриваемому виду ЧС, с другой, — синтеза сложных технологий противодействия ЧС, обеспеченных необходимыми ССР. Однако, как показано в [4], проблема анализа возможностей противодействия ЧС (КЧС) сводится к проблеме анализа доступных ССР, используемых в процессе предупреждения (преодоления) ЧС (КЧС). При этом если выполнение функции 2 основано на анализе ССР, расположенных исключительно в рассматриваемом регионе, то выполнение функций 1 и 3 — на анализе всего комплекса доступных ССР (в том числе находящихся за пределами региона).

Для выполнения анализа ССР используются семантические базы данных ОЭК, содержащие информацию об ССР различных регионов с привязкой экземпляров ССР к пунктам их месторасположения в соответствующем регионе. В процессе анализа соответствующих доступных ССР осуществляется формирование множества сложных технологий, выполнение которых обеспечивается с помощью существующих совокупностей ССР [5, 6]. Таким образом, выполнение анализа доступных ССР позволяет ограничить множество потенциально возможных альтернатив противодействия до множества сгенерированных сложных технологий, обеспеченных необходимыми формированиями ССР.

Каждая из названных функций решает отдельные задачи оценки состояния рассматриваемого региона. В совокупности данные функции позволяют сформировать целостное представление о реальных (и, очевидно, предполагаемых) возможностях региона. В основу реализации названных функций положен оригинальный метод прямого вывода [7]. При этом назначение функций 2 и 3 в общем случае заключается в выполнении заблаговременного (не оперативного) анализа дееспособности произвольного региона, направленного на исследование его свойств и потенциальных возможностей.

Так, функция 2 позволяет заблаговременно определить множество видов ЧС, противодействие которым достижимо при использовании собственных ССР региона, что, с одной стороны, значительно уменьшает неопределенность, присущую начальным этапам процесса принятия решений по противодействию возникшей ЧС, с другой, — позволяет своевременно и мотивированно использовать соответствующие доступные ССР для оперативного противодействия ЧС.

Функция 3 позволяет получить прогнозную оценку возникновения видов ЧС, возможность порождения которых связана с жизнедеятель-



ностью и особенностями рассматриваемого региона, и заблаговременно спланировать меры противодействия таким ЧС, что позволяет, с одной стороны, мотивированно оценивать характер влияния объектов, вновь размещаемых (возводимых) в регионе, на нормальную жизнедеятельность региона, с другой, — получать исчерпывающую информацию о необходимых совокупностях ССР, которые необходимо разместить в регионе.

Назначение функции 1 — выполнение предварительного планирования ССР, т.е. генерирование множества сложных технологий, потенциально применимых для противодействия рассматриваемой ЧС, обеспеченных требуемыми формированиями ССР. В результате выполнения данной функции генерируются все возможные варианты сложных технологий противодействия рассматриваемой ЧС, которые могут быть подразделены на два вида: сложные технологии, выполнение которых достижимо исключительно с использованием ССР, размещенных в пределах региона, и сложные технологии, выполнение которых обеспечивается при условии совместного использования ССР, размещенных как в рассматриваемом регионе, так и за его пределами. Сгенерированные сложные технологии и соответствующие им совокупности ССР формируют исходную информацию для ПС СИНТЕЗ.

**Генерирование вариантов структурного состава формирований ССР**, функционально и количественно достаточных для предупреждения (преодоления) КЧС (см. рис. 1, 2), выполняемое средствами ПС СИНТЕЗ, предполагает на основании учета всех обстоятельств текущей ситуации решение задач оперативного комбинирования, распределения и доставки на место событий формирований ССР, определенных средствами ПС АНАЛИЗ, необходимых и достаточных для преодоления ЧС (КЧС) в рамках рассматриваемых сложных технологий противодействия. Под решением задач комбинирования, распределения и доставки формирований ССР понимается построение и оценка полной совокупности формирований СС, способных достичь за требуемое время место событий и преодолеть ЧС (КЧС), не превышая при этом лимита доступных ресурсов.

В отличие от ПС АНАЛИЗ, выполняющей качественный анализ возможности использования ССР для противодействия ЧС, ПС СИНТЕЗ обеспечивает вариантное планирование ССР на основании количественного анализа ССР и осуществляет сравнение, оптимизацию и окончательный выбор формирований СС по следующим показателям: коэффициенту запаса по всем компонентам вектора мощностей для ЧС (КЧС) и коэффициенту использования доступных ресурсов по всем компонентам вектора ресурсов региона. В процессе оперативного планирования формируется множество вариантов комбинаций СС, удовлетворяющих всей сис-

теме ограничений. В случае, если ПС АНАЛИЗ порождает решения, требующие дополнительных формирований ССР, средствами ПС СИНТЕЗ проводится поиск вариантов формирований СС, расположенных за пределами региона ЧС, с нахождением лучших из них по критериям наименьшего дефицита мощностей или ресурсов.

Исходными данными для задачи вариантного планирования ССР являются: условия региона ЧС, запасы различных ресурсов; характеристики транспортных коммуникаций; доступные СС с указанием характеристик и пунктов размещения; описание ЧС с конкретизацией класса, места событий, мощности и фронта работ (ограничений на возможное число одновременно развернутых СС). Вариантное планирование осуществляется с использованием информации о дорожной сети региона ЧС, поступающей из картографической базы данных ОЭК.

Решением вариантного планирования является синтезирование упорядоченных альтернативных вариантов формирований СС, описываемых структурой, составом и схемами перемещения к месту событий, удовлетворяющих следующим условиям:

- каждое формирование СС имеет мощности, достаточные для преодоления ЧС (КЧС) по всем видам выполняемых работ;  
необходимый фронт работ на месте событий;  
возможность достижения места событий в соответствии с дорожными условиями;
- все необходимые ресурсы;
- затраты совокупности привлекаемых формирований СС не превышают ресурсных ограничений по любому виду ресурсов.

Таким образом, в результате выполнения автоматизированного оперативного планирования процессов противодействия генерируются совокупности сложных технологий противодействия ЧС (КЧС), выполнимость которых обеспечивается в результате четко определенных формирований ССР, по всем показателям способных выполнить соответствующие требуемые объемы работ по преодолению ЧС (КЧС).

**Выбор схемы действий и сопровождение выполнения процессов противодействия ЧС.** Результаты оперативного планирования, выполняемые средствами ПС АНАЛИЗ и ПС СИНТЕЗ, используются для формирования окончательного ЭПД, адаптированного как к свойствам и возможностям рассматриваемого региона, так и к особенностям происходящей ЧС. Процесс адаптации типового ЭПД обеспечивается средствами СППР СПОР [8] в результате следующих операций:

сохранения в ПД только тех альтернативных технологий противодействия ЧС, которые обеспечены необходимыми ССР;

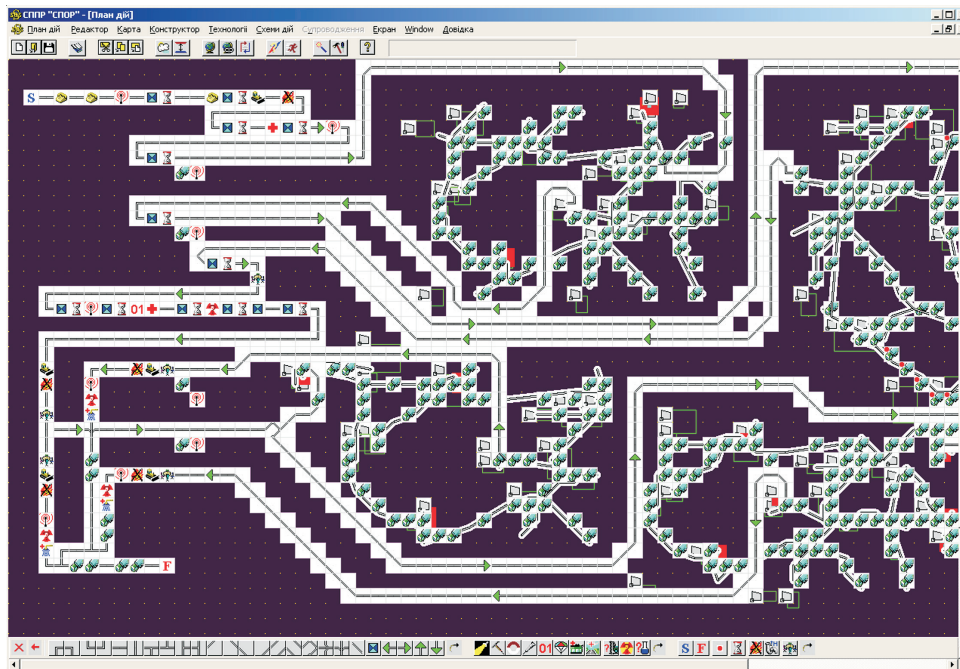


Рис. 2. Пример ЭПД, построенного средствами СППР СПОР и адаптированного к региону ЧС

окончательной автоматизированной параметризации операций, составляющих дееспособные технологии противодействия ЧС;

автоматизированного добавления в ПД картографической информации из базы данных ОЭЖ о транспортных коммуникациях и автоматической параметризации транспортных операций.

В результате выполненной адаптации формируется ЭПД, по структуре и содержанию соответствующий реальным возможностям региона ЧС (рис. 2).

Сформированный ЭПД используется для решения задачи поиска оптимальной СД по множеству выбираемых критериев, что осуществляется средствами генератора-анализатора ПД (ГАПД), являющегося компонентом СППР СПОР. В результате назначения пользователем системы ограничений (критериев оптимальности) и, в случае необходимости, весовых коэффициентов приоритетности их учета, средствами ГАПД выполняются следующие процессы:

- поиск системы возможных путей достижения целевых состояний на ЭПД;

- получение совокупных оценок для каждой СД по затратам ресурсов (денег, топлива, времени) и полученной дозе радиационного излучения;
- анализ и упорядочивание СД по различным критериям;
- выбор оптимальной СД по заданным критериям;
- обзор и детальный анализ выбранной СД;
- формирование экранного проекта директивы о содержании и плановых параметрах операции (перечень и количественные показатели принятых мер, использованные СС, условия выполнения работ, показатели затрат ресурсов как на начало операции, так и в ходе ее выполнения);
- формирование текстовой копии проекта директивы на операцию как в формате MS WORD, так и в html-формате.

Таким образом, выбор пользователем конкретной СД, являющейся оптимальной по критериям, заданным пользователем, соответствует однозначному определению детерминированной последовательности операций, в совокупности образующих целесообразную (для данной ситуации) технологию противодействия данной ЧС, процесс выполнения которой полностью обеспечен необходимыми ССР и удовлетворяет всей заданной системе ограничений.

Выбранная СД используется непосредственно для управления процессом противодействия данной ЧС, что обеспечивается средствами блоков сопровождения СД, являющихся компонентами СППР СПОР. Блоки сопровождения СД позволяют управлять в реальном масштабе времени процессами выполнения СД и возможностью вмешательства пользователя в процесс ее выполнения при поступлении дополнительной информации.

В процессе сопровождения выполняются следующие операции:

- оценка сроков выполнения всей СД и продолжительности процесса ликвидации ЧС, а также времени выполнения отдельной операции;
- последовательное автоматизированное пооперационное сопровождение СД с выбором каждой операции и управлением ее выполнения в реальном масштабе времени;
- оперативное редактирование выполнения СД в случае поступления новой дополнительной информации и отработка новой СД относительно нового начального состояния.

При поступлении новой дополнительной информации о ходе протекания ЧС, влияющей на эффективность, содержание и структуру процесса противодействия, происходит прерывание процесса сопровождения выполнения СД, метка начального состояния на ЭПД переносится на место последней выполняемой операции и проводится повторный поиск оптимального решения на актуализированном ЭПД с новой начальной метки. После выбора новой СД процесс сопровождения продолжается.

Таким образом, описанные процессы оперативного выбора и сопровождения выполнения СД позволяют обеспечить эффективность управления процессом противодействия посредством совместного слаженного решения сложных задач распределения функций совокупностей СС на фоне выполнения задач определения и реализации целей отдельных СС в сложной последовательно-параллельной структуре процесса противодействия.

В процессе решения задач оперативного управления противодействием ЧС широко используются возможности картографического интерфейса (КИ), входящего в состав СППР СПОР. Картографический интерфейс является встроенной проблемно-ориентированной геоинформационной системой (ГИС), обеспечивающей создание и использование автономных ОЭК, действующих в составе СППР. Оперативные электронные карты создаются фильтрацией необходимой информации из картографических баз данных ГИС ArcView. Функции КИ включают:

- отображение оперативной ситуации, размещения, движения и действий СС на ОЭК;
- синхронизированное отображение развития процесса противодействия ЧС на ЭПД и ОЭК;
- синхронное управление КИ и другими функциональными частями СППР СПОР;
- автоматизированное использование картографической базы данных для получения и включения в ЭПД различных данных, необходимых для моделирования функций ССР противодействия ЧС.

## Выводы

Реализация представленной концепции позволяет комплексно решить проблему моделирования процессов оперативного управления противодействием ЧС (КЧС), включающего следующие этапы:

1. Качественный анализ действительных возможностей региона ЧС относительно обеспеченности технологий противодействия необходимыми ССР, на основании которого выбираются целесообразные технологии противодействия. В результате уменьшается неопределенность информации, характерная для начальных этапов протекания ЧС.

2. Отображение процесса противодействия в виде ЭПД, адаптированного к свойствам региона ЧС и содержащего реальную целесообразную последовательность технологических операций (с определением оптимальных группировок необходимых ССР), выполнение которых позволяет преодолеть соответствующую ЧС. Визуализация ЭПД выполняется в двух вариантах: в стандартном виде (как граф пространства состояний) и с

отображением отдельных технологических операций на ОЭК с учетом мест расположения ССР.

3. Поиск оптимальных вариантов противодействия КЧС (по выбранным критериям) на ЭПД с формированием СД и оперативное сопровождение СД, выполняемое одновременно с процессом противодействия КЧС (с отображением процесса на ОЭК). В случае поступления новой информации о ЧС выполняется переопределение СД с учетом новых обстоятельств ЧС. Эти функции позволяют не только точно оценивать результаты процесса противодействия, но и принимать высококачественные оперативные управленческие решения о необходимых изменениях в процессе противодействия ЧС.

4. Формирование необходимых документов, детально отображающих содержание и особенности выполнения отдельных операций по противодействию ЧС. Совокупность таких документов является отображением всего процесса преодоления КЧС.

Таким образом, создана современная информационная технология генерирования дееспособных мер противодействия сложным ЧС различного происхождения, позволяющая естественным образом интегрировать традиционные технологии борьбы с ЧС в единую метатехнологию. Следует заметить, что общей методологической основой исследуемой проблемы является праксеология, как наука о целенаправленной результативной деятельности [9]. Вместе с тем, теоретические положения данной науки до сих пор, насколько известно, не имели практического воплощения. Следовательно, в данном контексте можно утверждать, что решение анализируемой проблемы на основе современных методов и моделей создает предпосылки для становления принципиально новой информационной технологии, не имеющей аналогов.

Automation problems for the processes of the on-line control of counteraction to emergency situations (complex emergency situations) are considered. The problem of creation of electronic action plans is investigated. The results of qualitative and quantitative analysis of potentialities of an emergency situation region are described. Peculiarities of adaptation of the action plan to a real situation in the region, as well as the processes of choice and support of the scheme of actions have been studied. Functionality of the developed program systems has been stated.

1. Арістов В. В., Коломісць Є. А., Кондращенко В. Я., Яловець А. Л. Геоінформаційна система СИГМА («ГІС СИГМА»). — Свід. про реєстрацію права на твір № 6298. — Державний департамент інтелектуальної власності України, 2002.
2. Кондращенко В. Я. Задачі та формалізація опису планів оперативних дій // 36. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАНУ. — Київ, 1998. — Вип. 6. — С. 6—10.

3. Кондращенко В. Я. Синтез структуры угруповань сил та засобів при проектуванні заходів протидії комплексним надзвичайним ситуаціям // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці НАНУ. — Київ, 2000. — Вип. 6. — С. 3—10.
4. Кондращенко В. Я., Яловец А. Л. Формальные основы планирования сил, средств и ресурсов при решении задач противодействия чрезвычайным ситуациям средствами системы «ЦУНАМИ-2000» // Там же. — Київ, 1999. — Вип. 2. — С. 3—7.
5. Яловец А. Л. Анализ возможностей региона по противодействию чрезвычайным ситуациям на основе СЛМ-модели // Научно-практичні проблеми моделювання та прогнозування надзвичайних ситуацій: Зб. наук. ст. — Київ : КНУБА, МНС України, 2000. — Вип. 4. — С. 18—24.
6. Яловец А. Л. Автоматизация процессов поддержки принятия управленческих решений на начальных этапах возникновения чрезвычайных ситуаций // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАНУ. — Київ, 2002. — Вип. 18. — С. 145—155.
7. Яловец А. Л. Автоматическое планирование решения задач на основе СЛМ-модели // Там же. — Київ, 1999. — Вип. 8. — С. 19—28.
8. Арістов В. В., Коломієць Є. А., Кондращенко В. Я., Яловец А. Л. Система підтримки оперативних рішень («СПОР»). — Свідectво про реєстрацію права на твір № 13585. — Державний департамент інтелектуальної власності України, 2005.
9. Пцоловский Т. Принципы совершенной деятельности (Введение в праксеологию). / Пер. с польск. — Киев : Институт праксеологии, 1993. — 272 с.

Поступила 13.12.10

*КОНДРАЩЕНКО Владимир Яковлевич, д-р техн. наук, профессор, зав. отделом Ин-та проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины. В 1964 г. окончил Московский авиационный ин-т. Область научных исследований — моделирование объектов проектирования в САПР, методы и модели в системах поддержки принятия оперативных решений, логическое программирование в проектировании.*

*ЯЛОВЕЦ Андрей Леонидович, д-р техн. наук, и.о. зам. директора по научной работе Ин-та программных систем НАН Украины. В 1981 г. окончил Запорожский индустриальный ин-т. Область научных исследований — методы и модели искусственного интеллекта, методология математического моделирования в разработке систем искусственного интеллекта.*

