

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИКВИДАЦИЕЙ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Цуриков А. Н.

научный руководитель д-р техн. наук Гуда А. Н.

Ростовский государственный университет путей сообщения

Доля ж.-д. транспорта по грузообороту составляет более 87%, а по пассажиропотоку – 41%. По сети ж.-д. дорог перевозится значительное число (до 23% от общего числа) опасных грузов (ОГ) (более 2500 наименований ОГ, т.е. суммарно до 250 млн. тонн в год), что создает угрозу чрезвычайных ситуаций (ЧС) в результате сходов, столкновений и утечек ОГ с их последующим развитием по пожаровзрывоопасному сценарию. Что опасно в условиях сосредоточения вокруг ж.-д. станций промышленных объектов, городской застройки. Объекты ж.-д. транспорта уязвимы для терактов, ЧС природного характера и т.д. Ж.-д. происшествия случаются почти ежедневно. Объективное основание этого процесса – износ фондов достигает 55 %. Значительная доля парка цистерн ОАО «РЖД» эксплуатируется с превышением срока службы.

Лидирующее положение (более 25%) в числе причин ЧС на ж.-д. транспорте занимают **сходы с рельсов**. Еще около 25% аварий вызываются **наездами поездов на автомобильный транспорт** на ж.-д. переездах (рис. 1). Также причиной многих ЧС является выезд составов на занятый путь и **столкновения**. Увеличивается число **происшествий с составами, загруженными ОГ**. Ущерб, наносимый такими ЧС, велик, так как приходится бороться и с вторичными поражающими факторами.



Рис. 1. Основные причины ЧС на ж.-д. транспорте

Железные дороги всегда были «полигоном» для апробирования и внедрения новых, передовых технологий. Сегодня известно, что комплексное решение проблем автоматизации управления сложными технологическими процессами в ж.-д. отрасли возможно лишь на основе создания интегрированных интеллектуальных систем. Под которыми понимают системы, основанные на знаниях, представляющие собой комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств, предназначенных для реализации задачи поддержки деятельности человека. Очевидна необходимость создания таких систем для ликвидации последствий ЧС на транспорте.

Анализ предметной области показывает, что основной задачей лица принимающего решения (ЛПР) при ЧС является определение количественного и качественного состава необходимых для ликвидации сил и средств, а также наиболее рациональных вариантов их распределения и доставки к месту ЧС.

Однако для решения этой задачи ЛПР должно располагать точной информацией о нанесенном ущербе. Но получение этой информации в первые минуты ЧС является наибольшей проблемой. ЛПР зачастую располагает лишь обрывочной, неполной информацией, полученной из разных источников. Нередко информация бывает искажена, данные являются противоречивыми или вовсе ошибочными. ЛПР должно на основе личного опыта, интуиции, консультаций с др. специалистами принять решение об определении необходимых сил и средств для ликвидации ЧС. При этом нежелательно, как преувеличение, так и преуменьшение числа средств ликвидации.

Допустим, произошел сход поезда с рельс. Информация об этом поступает по телефонной связи или по радиосвязи от машиниста (начальника поезда) к ЛПР (дежурному по ближайшей станции). Последний должен на основе неполных данных оценить масштаб происшествия, предполагаемый ущерб и передать информацию о месте и характере ЧС всем заинтересованным службам, в том числе спасательным.

Если бы ЛПР обладало данными о числе пострадавших/погибших, о степени тяжести их травм (тяжелой, средней, легкой), количестве и типе сошедших вагонов, опасности возгорания/взрыва, разрушениях ж.-д. полотна и т.д., то определение необходимого числа машин скорой помощи, койко-мест в лечебных учреждениях, пожарных и восстановительных поездов и т.д. не представляло бы труда. Следовательно, основные усилия по интеллектуализации в советующей системе (СС) по ликвидации последствий ЧС на ж.-д. транспорте следует направить на создание блока (модуля) предварительной оценки ущерба от ЧС (БПОУ).

Данный подход позволяет рассматривать необходимые для ликвидации силы и средства, как функцию (соответствие) от нанесенного ЧС ущерба:

$$F(X) = Y,$$

где X – нанесенный ЧС ущерб;

Y – необходимые для ликвидации ЧС силы и средства.

Это позволяет перейти к схеме работы советующей системы по ликвидации последствий ЧС:

Ввод имеющихся данных → предварительная оценка ущерба → расчет необходимых для ликвидации сил и средств → управление (распределение) силами и средствами

Так как число имеющихся сил и средств меньше необходимого, то это порождает дополнительную задачу об их рациональном управлении (распределении).

Для уточнения функциональных требований опишем работу создаваемой системы при помощи диаграмм на языке United Modeling Language (UML). Построим диаграмму прецедентов советующей системы по ликвидации ЧС (рис. 2).

«Классический» подход к созданию СС предполагает использование баз знаний, как совокупности фактов и правил логического вывода, моделирующих поведение эксперта с использованием процедур логического вывода и принятия решений.

Однако в последние годы большой интерес вызывают новые направления имитации интеллектуальной деятельности человека, а именно искусственные нейронные сети (ИНС), генетические алгоритмы, нечеткая логика. Эти направления могут использоваться, как самостоятельно, так и совместно. В последнем случае объединение нескольких технологий позволяет получить новые возможности.

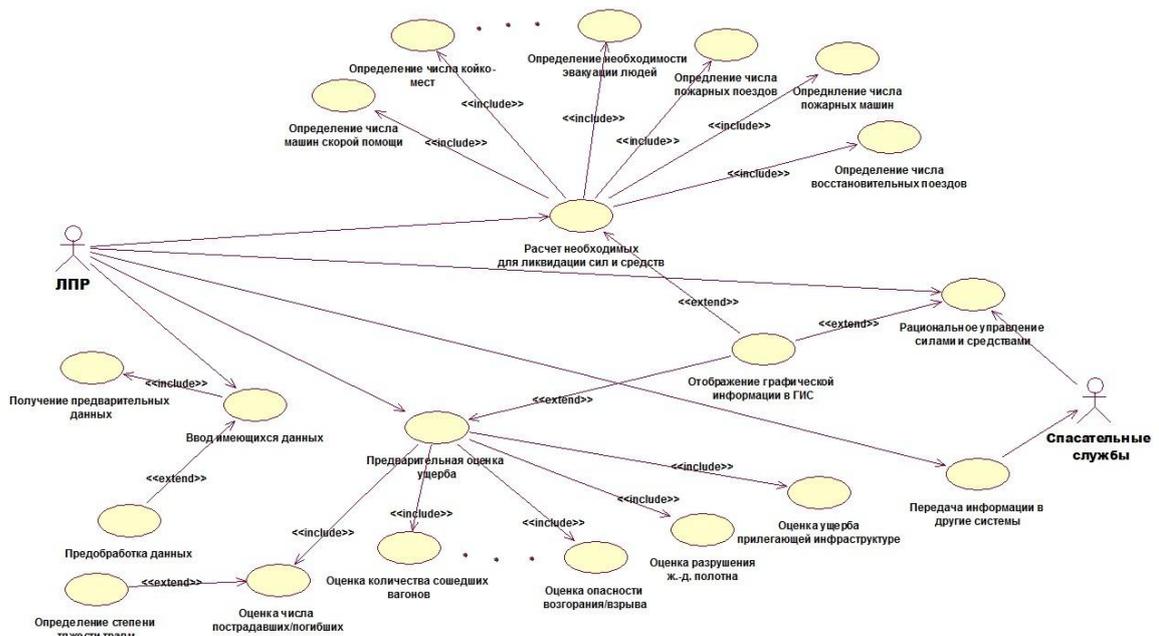


Рис. 2. Диаграмма прецедентов советующей системы по ликвидации ЧС

Перспективным направлением в создании СС ряд авторов считает ИНС. Не списывая со счетов «классические» подходы к созданию СС следует рассмотреть возможность применения ИНС при создании СС управления ликвидацией ЧС.

Реализация БПОУ (ключевой части СС) на основе ИНС позволяет по-новому взглянуть на проблему предварительной оценки ущерба от ЧС. Известно, что проблемой, с которой ИНС лучше всего умеют справляться является задача классификации. Таким образом, **можно представить задачу оценки ущерба от ЧС, как задачу классификации**.

Математическая постановка задачи. Пусть Z – множество описаний ЧС, P – множество классов описания ущерба от ЧС. Существует неизвестная целевая зависимость – отображение $z^*: Z \rightarrow P$, значения которой известны только на объектах конечной обучающей выборки $Z_m = \{(z_1, p_1), \dots, (z_m, p_m)\}$. Требуется построить ИНС $a: Z \rightarrow P$, способную корректно классифицировать произвольную ситуацию $z \in Z$.

Универсальность СС можно достичь путем создания нескольких ИНС, размещенных внутри БПОУ, каждая из которых обучена на распознавание ЧС определенного типа. На начальном этапе следует ориентироваться на самые распространенные ЧС на ж.-д. транспорте (сходы, столкновения подвижного состава и т.д.). В дальнейшем возможна модификация БПОУ путем замены отдельных ИНС, изменения их структуры, весовых коэффициентов и т.д.

Вместе с тем автор понимает, что работа в рамках данного подхода сопряжена со значительными трудностями: нужно выбрать структуру ИНС, исследовать имеющиеся статистические данные, сформировать корректные обучающие выборки, подобрать весовые коэффициенты и т.д. Однако перспективы открываемые таким подходом являются многообещающими.

Для преодоления описанных трудностей возможно объединение нескольких технологий интеллектуализации. В частности, генетические алгоритмы можно применять для подбора весов и топологии ИНС, а нечеткую логику для описания информации о ЧС в виде правил, основанных на нечетких множествах и лингвистических переменных, что позволяет говорить о необходимости разработки и внедрения гибридных систем.

На основе приведенных данных, построим укрупненную схему структуры будущей советующей системы по ликвидации последствий ЧС на ж.-д. транспорте, какой она видется на данном этапе работ (рис. 3).

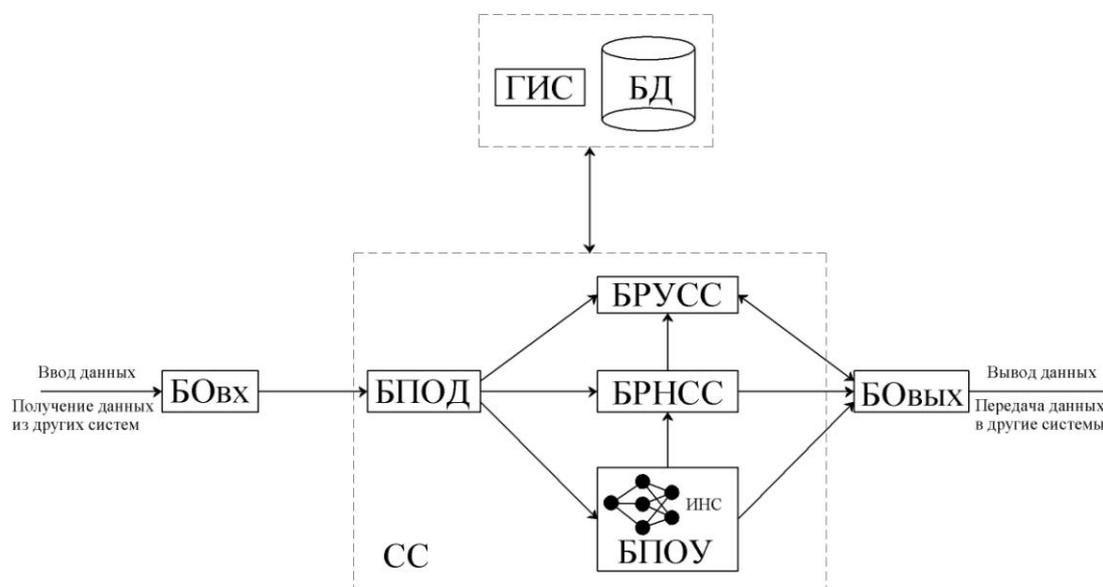


Рис. 3. Структура советующей системы

На рисунке 4 использованы следующие условные обозначения.

БД – база данных; **БОВх** – блок общения входной; **БОВых** – блок общения выходной; **БПОД** – блок предварительной обработки данных; **БПОУ** – блок предварительной оценки ущерба от ЧС; **БРНСС** – блок расчета необходимых сил и средств для ликвидации последствий ЧС; **БРУСС** – блок рационального управления силами и средствами ликвидации ЧС; **ГИС** – геоинформационная система; **ИНС** – искусственная нейронная сеть; **СС** – советующая система.

Как известно подобная модульная структура позволяет получить некоторые известные преимущества для различных систем, такие как универсальность, взаимозаменяемость отдельных частей, децентрализация.

В итоге можно сделать следующие выводы:

1. Показана опасность ЧС на ж.-д. транспорте, выявлены их основные причины и распределение в процентном отношении. Обоснована необходимость создания и применения СС для ликвидации последствий ЧС;

2. Предложено рассматривать необходимые для ликвидации ЧС силы и средства, как функцию (соответствие) от нанесенного ущерба;

3. Основные усилия по интеллектуализации в СС по ликвидации последствий ЧС на ж.-д. транспорте следует направить на создание блока предварительной оценки ущерба от ЧС (БПОУ);

4. Разработана диаграмма прецедентов СС на языке UML;

5. Предложено представить задачу оценки ущерба от ЧС, как задачу классификации. Предложено использовать для этих целей ИНС в БПОУ;

6. Показано, что современные подходы к созданию интеллектуальных систем предполагают широкую интеграцию технологий. Это позволяет говорить о необходимости разработки и внедрения гибридных систем;

7. Построена укрупненная схема структуры будущей СС по ликвидации последствий ЧС на ж.-д. транспорте.