

ВОПРОСЫ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОСФЕРЫ

В развитие изложенных в совместной работе [1] задач мониторинга и нейтрализации экстремальных состояний техносферы рассмотрим приложение этой технологии к экстремальным состояниям наземного транспорта. При рассмотрении техногенного источника экстремальной ситуации будем использовать понятие «Искусственного сооружения» ($ИС_i$) и понятие «Зоны влияния» Z_i данного инженерного сооружения, которая вмещает в себя данное $ИС_i$ вместе с той частью «Внешней среды» ($ВС_i$) в виде участков геоболочек Земли, которые содержат как источник природных ресурсов для $ИС_i$, так и область непосредственного воздействия данного $ИС_i$ (например, зона загрязнения среды техногенными выбросами этого сооружения). Выделим две группы состояний техносферы (ТС): «Штатные состояния» (ТС_Ш) и «Экстремальные состояния» (ТС_Э).

С точки зрения введенных ТС_Ш следует понимать как одновременное выполнение условий:

$$(ТС_Ш) = (\cap_i(ИС_i_Ш)) \cap (\cap_i(ВС_i_Ш)), \quad (1)$$

где ($ИС_i_Ш$) – $ИС_i$ в штатном состоянии; ($ВС_i_Ш$) – $ВС_i$ в штатном состоянии из зоны влияния сооружения $ИС_i$.

Техносфера может быть в двух типах экстремальных состояний: экстремальные состояния техносферы Типовые (ТС_ЭТ) и экстремальные состояния техносферы Сложные

Рассмотрено приложение технологии мониторинга и нейтрализации экстремальных ситуаций с использованием информационно-аналитических систем для транспортной техносферы. Предложена модель оптимального инвестирования конкурирующих технологий мониторинга и нейтрализации экстремальных ситуаций транспортной техносферы железнодорожных корпораций.

(ТС_ЭС) [1]. Структуру состояния ТС_ЭТ определим следующим образом:

$$ТС\text{-}ЭТ = \{(\bigcap_j (BC_j_Ш)) \cap (ИС_i_НШ)\} \cup \{((BC_j_НШ)) \cap (\bigcup_i (ИС_i_Ш))\}, i=1, \dots, N, \quad (2)$$

где ИС_i_НШ – нештатное состояние искусственного сооружения ИС_i; ВС_i_НШ – нештатное состояние искусственного сооружения ИС_i.

В качестве инженерного сооружения, фигурирующего в данной классификации, рассмотрим грузовой поезд, совершающий внезапное торможение на красный сигнал светофора. В соответствии с идеологией [1] зоной влияния ВС_Ш в штатной ситуации движения и маневров поезда является участок внешней среды, связанный с данным ИС (поезд П) в штатной ситуации (ВС_П_Ш). Этот участок - сравнительно ограниченный участок железной дороги, занимаемый поездом в течение интервала времени, равного времени от начала торможения до полной остановки.

В экстремальной ситуации (из-за торможения на высокой скорости в нарушение штатного графика движения из-за внештатной ситуации, обнаруженной диспетчером или автоматикой (СЦБ), внезапная неисправность движущегося состава) зона воздействия экстремальной ситуации техносферы может значительно расшириться по сравнению с ВС_П_Ш (например, резко увеличился тормозной путь из-за исходной скорости в начале торможения, или из-за неблагоприятных погодных условий, уменьшения коэффициента трения, криволинейный участок пути, неисправность стрелочного перевода и др.) может, в принципе, привести к юзованию поезда вплоть до схода с рельсов и разрушения ближайших построек, либо встречного поезда. Ущерб при неблагоприятном стечении названных усложняющих обстоятельств может достигнуть значительных размеров, превышающих стоимость самого поезда, и может привести к гибели людей. Поэтому актуален выбор оптимальных методик снижения риска отрицательных последствий, описанных в экстремальных ситуациях объекта техносферы (ТС_ЭТ, ТС_ЭС). Для такой задачи искусственными сооружениями ИС_i являются поезд (ИС₁), коlea (ИС₂), железнодорожный переход (ИС₃), встречный поезд (ИС₄). Обозначим

$$ИС_i_Ш \Leftrightarrow \square_i; ИС_i_НШ \Leftrightarrow \blacksquare_i; ВС_j_Ш \Leftrightarrow \bigcirc_j; ВС_j_НШ \Leftrightarrow \bullet_j. \quad (3)$$

Например, рассмотрим три искусственных сооружения: поезд (ИС₁), коlea (ИС₂), железнодорожный переход (ИС₃) и для каждого ИС_i учтем внешнюю среду ВС_i соответственно. Тогда согласно выражению (2) с учетом обозначений (3) для типовых экстремальных состояний техносферы ТС_ЭТ получим

$$\begin{aligned} ТС\text{-}ЭТ = & (\square_1 \square_2 \square_3 \bullet_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup (\square_1 \square_2 \square_3 \bigcirc_1 \bullet_2 \bigcirc_3) \cup (\square_1 \square_2 \square_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bullet_3) \cup \\ & \cup (\blacksquare_1 \square_2 \square_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup (\square_1 \blacksquare_2 \square_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup (\square_1 \square_2 \blacksquare_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup \\ & \cup (\square_1 \square_2 \square_3 \bullet_1 \bullet_2 \bigcirc_3) \cup (\square_1 \square_2 \square_3 \bigcirc_1 \bullet_2 \bullet_3) \cup (\square_1 \square_2 \square_3 \bullet_1 \bigcirc_2 \bullet_3) \cup \\ & \cup (\square_1 \square_2 \square_3 \bullet_1 \bullet_2 \bullet_3) \cup (\blacksquare_1 \blacksquare_2 \square_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup (\square_1 \blacksquare_2 \blacksquare_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup \\ & \cup (\blacksquare_1 \square_2 \blacksquare_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \cup (\blacksquare_1 \blacksquare_2 \blacksquare_3 \bigcirc_1 \bigcirc_2 \bigcirc_3) \dots \end{aligned} \quad (4)$$

В случае, когда реализуется любая комбинация событий под номером с 7-го по 14 –й правой части выражения (4), получаем в соответствии с классификацией из работы [1] так называемые «Экстремальные ситуации Беспрецедентные».

Для дальнейших целей обеспечения мониторинга экстремальных состояний транспортной техносферы и для управления экстремальными состояниями техносферы целесообразно в соответствии с работой [1] создание, развитие и применение следующих трех типов технологий: Технологии Стационарного Мониторинга; Информационно-аналитические системы; Технопарк Интеллектуализированных Роботов.

Прежде всего, для снижения риска экстремальных беспрецедентных ситуаций (которым, по определению, свойственно совпадение нескольких отказов оборудования) в транспортной техносфере является актуальным разработка робото-технических интеллектуализированных средств (РТИС) для раннего мониторинга аварийно-опасной ситуации и разработка информационно-аналитических систем поддержки принятия решений по нейтрализации экстремальных состояний техносферы с учетом оперативной информации от РТИС о состоянии аварийного участка транспортной сети.

С учетом обобщения опыта эксплуатации железнодорожных сетей Украины и других стран мира с развитой ж/д сетью особое внимание следует уделить снижению риска аварии по следующим направлениям:

потеря сцепления в системе колесо-рельс при внезапном торможении (известная проблема “буксования”);

проблема автоматического адаптивного выбора оптимальных параметров наклона кузова пассажирского вагона при высоких скоростях движения на криволинейных участках колеи с учетом текущих метеоусловий, скорости и конструкции поезда;

проблема повышения оперативности и достоверности мониторинга состояний контактной сети высокоскоростных электропоездов в условиях многочисленных помех.

Методы адаптивного управления защитой от буксования и юза моторных вагонов электропоездов. С учетом мировых тенденций разработки автоматических систем противодействия «внештатному» проскальзыванию колеса относительно рельса моторвагона предлагаем схему (рисунок) интеллектуального робота для выполнения этих функций. При этом управляющий блок регулятора частоты вращения колес (РЧВ) получает информацию от процессора выбора оптимальной частоты вращения (ПВОЧ) с учетом модели контакта колесо-рельс (блок МККР), показаний датчика коэффициента трения «колесо-рельс» (ДИКТ), показаний датчика мгновенной частоты вращения двигателя (ДЧД), датчика мгновенной скорости вращения колеса (ДСМВ) и вырабатывает управляющий сигнал (УС) об оптимальной мгновенной частоте вращения двигателя.

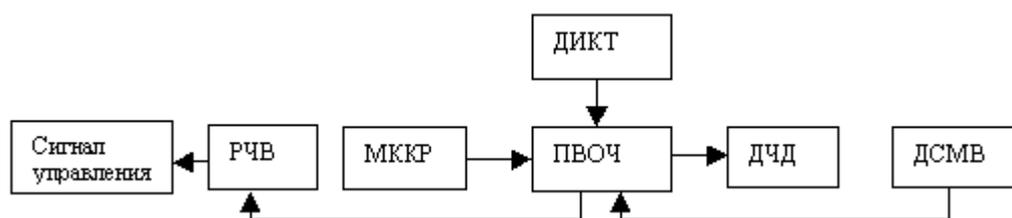


РИСУНОК. Блок-схема интеллектуальной системы адаптивного управления проскальзыванием колес

Использование высокоскоростных пассажирских поездов с наклоняемыми кузовами вагонов. В течение последнего десятилетия на железных дорогах 15 стран, включая 10 стран Европы, все большее распространение получают пассажирские поезда с наклоняемыми кузовами, которые позволяют увеличить среднепутевую скорость на маршрутах до 15–20%, увеличить комфорт пассажиров и как следствие заметно увеличить привлекательность этого вида транспортных услуг для пассажиров по сравнению с конкурирующими видами транспорта [4]. Управление наклоном кузовов вагонов (для увеличения устойчивости к опрокидыванию вагона) при движении поезда на кривых участках пути осуществляется благодаря специальной системе адаптивного управления, использующей поступающую информацию on-line от сенсоров текущих значений поперечного ускорения вагона и угла возвышения наружного рельса.

Укрупненная структура системы адаптивного управления наклоном кузова включает акселерометр поперечных ускорений, фильтр поперечных ускорений, датчик возвышения уровня внешнего рельса, дискриминатор порогового ускорения, датчик текущего наклона кузова, процессор сигнала оптимального наклона кузова, базу данных по 3D-конфигурации участка пути, базу данных о текущей скорости поезда, исполнительный механизм установки оптимального наклона кузова.

Распознавание контактного провода и оценка его состояния. Распознавание контактного провода и оценка его состояния в реальном времени необходимо для автоматизации работ в рамках предпусковой наладки новых участков контактной сети с движущегося поезда-лаборатории (на тепловозной тяге – во избежание искажения состояния контактных проводов в случае измерений с движущегося электропоезда).

В работе [5] описана структура следующей интеллектуальной системы распознавания контактного провода и оценки его состояния в реальном времени с возможностью принятия решения о степени готовности участка энергообеспечения тяги электропоездов.

Видеосигналы от четырех видеокамер на крыше измерительного вагона подаются на блок распознавания и оценки его состояния. Сигналы переводятся в цифровую форму и поступают в процессор системы, где из сигнала выделяется информация о контактном проводе. Поскольку при этом в поле обзора камер

могут попадать похожие объекты (несущий трос, изоляторы, свет от посторонних источников), то программа обработки проводит большой объем вычислений, позволяющих идентифицировать изображение контактного провода [5].

Информационная модель управления инвестированием железнодорожных корпораций. Известно, что одна из важнейших задач железнодорожной отрасли стран СНГ в современных условиях заключается в необходимости обновления основных производственных фондов (ОПФ) с учетом необходимости модернизации для обеспечения повышенных скоростей перевозок в условиях конкуренции на рынке отечественных и зарубежных транспортных услуг.

Для оптимального инвестирования конкурирующих технологий мониторинга и преодоления экстремальных ситуаций железнодорожной техносферы предложена [3, 7] информационная модель управления инвестированием железнодорожных корпораций, которая в модифицированном виде приведена далее.

Рассмотрим Укрзалізницю как N -отраслевую корпорацию, состоящую из тесно взаимодействующих рентабельных (множество Π_r размерностью N_r) и нерентабельных (множество Π_n размерностью N_n) отраслей корпорации. Обозначим i -й компонент вектора производства X^t_i , $i = 1, \dots, N_r$ (что представляет собой объем продукции, выраженный в его себестоимости в некоторых денежных единицах), который создан в течение t -го года всей i -й рентабельной отрасли. Обозначим Y^t_i , $i = 1, \dots, N_r$, объем произведенной за t -й год продукции i -й рентабельной отрасли, потребленной вне производственной сферы Π_r . Связь компонент вектора производства рентабельных отраслей с вектором Y_i , $i = 1, \dots, N_r$, моделируем следующей системой уравнений (модифицированная модель В. Леонтьева):

$$\sum_{j=1}^{N_r} (I - A^t)_{ij} \cdot X^t_{ri} = Y^t_{ri}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (5)$$

где $(A^t)_{ij}$ – матрица технологических коэффициентов совокупности рентабельных отраслей; $(I)_{ij}$ – единичная матрица.

Аналогично введем в рассмотрение вектор производства X^t_k , $k = 1, \dots, N_n$ – объем продукции (выраженный в его себестоимости в некоторых денежных единицах), созданной в течение t -го года k -й нерентабельной отрасли.

В духе современных тенденций интеллектуализации методов управления мезо- и микроэкономикой авторы в предыдущих работах (см. [2, 3]) поставили задачу оптимального управления деятельностью корпорации по критерию обеспечения максимизации дохода совокупности всех рентабельных и нерентабельных предприятий за счёт комплексного использования стратегии руководства корпорации (назовем его Центром) и стратегии работы совокупности рентабельных отраслей корпорации – это Стратегия-Ц и Стратегия-Р.

Стратегия-Ц состоит в выборе оптимального на текущий момент времени t значения размера «налога» ε^t на доход рентабельного предприятия региона. Из суммы этих налогов по региону Центр выделяет долю δ^t , направляемую нерентабельному предприятию для модернизации его производственных технологий.

Стратегия-Р состоит в анализе (методами имитационного моделирования) собственного N_r -отраслевого производства при заданном Центром параметре ε^t налогообложения с целью выявить наиболее перспективную технологию в собственном производстве (технология-лидер) для её последующего усовершенствования. Критерием выбора технологии-лидера (i^*, j^*) выбираем задачу оптимизации:

$$\frac{S^t_i \cdot (1 - \varepsilon^t)}{\chi^t_{ij}} \cdot a^t_{ij} \cdot X^t_j \rightarrow \max, \quad i, j \in \overline{1, N_r}, \quad (7)$$

где χ^t_{ij} – стоимость работ по модернизации ij -технологии, которая детально определена далее; S^t_i – рыночная цена на продукцию i -й отрасли.

В работе [4] были указаны три альтернативных теоретико-игровых стратегии рентабельного предприятия, из которых две приведены выше. В частности, стратегия-Р состоит в уменьшении того коэффициента $a^t_{ij,r}$ матрицы A^t_r из (5), который даёт наибольший вклад в общий доход σ^t_r отраслей множества Π_r , определяемый выражением

$$\sigma^t_r = \sum_{i=1}^{N_r} S^t_{ri} \cdot Y^t_{ri}. \quad (8)$$

Выбрать коэффициент $a^t_{ij,r}$, дающий наибольший вклад в общий доход позволяет сделать следующая лемма.

Лемма. Из всех вариантов коррекции единственного коэффициента матрицы A^t_r из (5) наибольшее увеличение дохода σ^t_r предприятия при такой коррекции достигается для коэффициента $a^t_{i^*j^*}$, где (i^*, j^*) – индексы решения задачи оптимизации:

$$\max_{i, j \in \overline{1, N_r}} \frac{S^t_i \cdot a^t_{ij} \cdot X^t_j}{\chi^t_{ij}} = \frac{S^t_{i^*} \cdot a^t_{i^*j^*} \cdot X^t_{j^*}}{\chi^t_{i^*j^*}}, \quad (9)$$

где χ^t_{ij} – стоимость работ по коррекции $a^t_{ij} \rightarrow a^{t+1}_{ij} - 0,01 \odot a^t_{ij}$ по модернизации технологий, использующих j -ю продукцию при производстве продукции i -й отрасли множества Π_r с обеспечением снижения расходов на 1% по сравнению с предыдущим годом [6, 7].

Выводы. Применена технология мониторинга и нейтрализации экстремальных ситуаций с использованием информационно-аналитических систем для транспортной техносферы. Описано направление разработки РТИС для раннего мониторинга аварийно-опасной ситуации и создание информационно-аналитических систем поддержки принятия решений по нейтрализации экстремальных состояний техносферы с учетом оперативной информации от РТИС о состоянии аварийного участка транспортной сети. Предложена модель интеллектуального управления деятельностью многоотраслевой корпорации типа Укрзалізниця, в условиях управления Центром и при оптимальном управлении руководством конкретной рентабельной отрасли корпорации. Эта модель обобщает результаты наших предыдущих работ. Дается априорная оценка возраста-

ния дохода корпорации в целом, исходя из ожидаемой динамики цен на готовую продукцию предприятия, стоимости модернизации каждой из $(N_r)^2$ технологий, связанных с тем же количеством соответствующих технологических коэффициентов $a_{ij,r}^t$ и текущей динамики налогообложения рентабельных отраслей руководством корпорации (Центром).

1. Писаренко В.Г., Писаренко Ю.В. Вопросы виртуального проектирования систем, ориентированных на создание интеллектуальных роботов для исследования экстремальных состояний техносферы // УСиМ. – 2005. – № 4. – С. 34 – 54.
2. Писаренко В.Г., Семёнова В.И., Горина Н.Ф. Автоматизированная система управления рентабельностью производственно-экономической деятельности региона // Засоби комп'ютерної техніки з віртуальними функціями і нові інформаційні технології. – К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2002. – 2. – С.104 – 109.
3. Писаренко В.Г., Семенова В.И., Писаренко Ю.В., Харченко Л.С. Теоретико-игровые методы и нечеткая логика в задачах интеллектуального управления финансово-хозяйственной деятельностью корпораций // Материалы междунар. науч.-техн. конф. 22-27 сент. (пос. Дивноморское, Геленджик, Россия) «Интеллектуальные и многопроцессорные системы – 2003». – 2003. – 1. – С. 80 – 84.
4. Федюшин Ю.М., Пащенко Ю.Е., Букин В.И. К проблеме обновления подвижного состава железных дорог Украины // Залізничний транспорт України. – 2001. – № 2. – С. 7 – 10.
5. Новикова А.М. Модернизация транспортной системы России // Там само. – 2002. – № 1. – С. 22 – 25.
6. Ковальов Д.І., Компанієць В.В., Пionтковська Г.М. Методи визначення інвестиційних ресурсів на залізничному транспорті // Там само. – № 5. – С. 45 – 48.
7. Писаренко В.Г., Прокопчук В.И., Писаренко Ю.В., Варава И.А. Информационная модель оптимизации инвестирования железнодорожной технологии Укрзалізничці как N-отраслевой корпорации // Там само. – 2005. – № 4. – С. 90 – 95.

Получено 03.06.2005