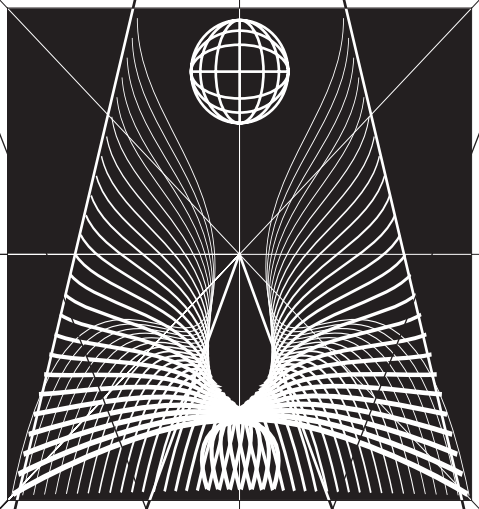
Министерство Образования и Науки Российской Федерации

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

МОДЕЛИРОВАНИЕ



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№4(16)
2007

© Иркутский Государственный Университет Путей Сообщения

Министерство Образования и Науки Российской Федерации

Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта

Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Предисловие издателя

Уважаемые читатели!

Завершая 2007 год изданием выпуска №4(16), редакция научного журнала «Современные технологии. Системный анализ. Моделирование» с удовлетворением отмечает расширение научных связей с творческой общественностью вузов и НИИ Восточной Сибири. 2007 год, в определенном плане, стал примечательным для научной среды тем обстоятельством, что журнал включен в перечень периодических изданий ВАКа.

На страницах журнала нашли отражения важные научно-организационные мероприятия, в частности, проведение научно-практической конференции «Безопасность регионов основа безопасного развития». В предлагаемом выпуске журнала редакция продолжает публикацию ряда материалов (статьи академика РАН Фролова К.В., член-корр. РАН Махутова Н.А. и др.), имеющих принципиальное значение для развития исследований в области, мониторинга, прогнозирования и обеспечения безопасности сложных технических систем.

Характерной особенностью тематической направленности журнала стало внимание, уделяемое вопросам обеспечения надежности и качества оборудования, приборов и аппаратуры, что нашло соответствующую поддержку в развитии прикладных направлениях в области математики, теоретической механики, теории систем.

Редакция благодарит своих читателей за сотрудничество и поддержку в становлении журнала, расширение круга его связей. С целью закрепления информации о работах и научных направлениях в этом выпуске журнала №4(16) публикуется перечень статей вышедших из печати в 2004-2007 г.г.

Напоминаем Вам, уважаемые читатели, о нашем подписном индексе 51544.

Редколлегия

Предисловие издателя

Журнал издается с 2004 г.

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ №13-0547 от 24 декабря 2003 г.
Учредитель: Иркутский государственный университет путей сообщения

© Издательство Иркутского Государственного Университета Путей Сообщения

Министерство Образования и Науки Российской Федерации

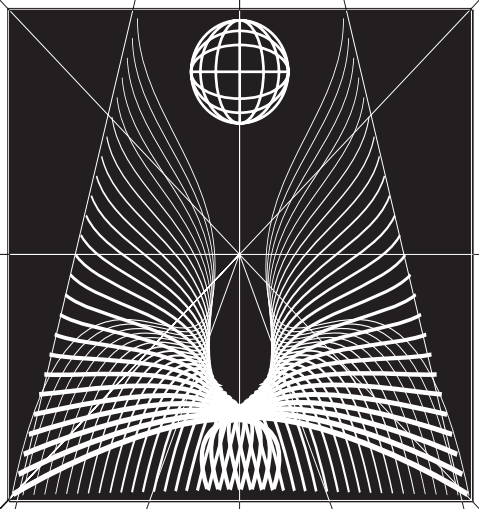
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта

Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№4(16)
2007

Редакционная коллегия

А.П. Хоменко - Профессор,
главный редактор, ИрГУПС

С.В. Елисеев - профессор,
зам.главного редактора, ИрГУПС

Ю.Ф. Мухопад,, профессор ИрГУПС
С.И. Носков, профессор ИрГУПС
А.В. Крюков, профессор ИрГУПС
С.В. Белокобыльский, профессор БрГТУ
В.Я. Баденников, профессор АГТА
Ю.Н. Резник, профессор ЧГУ
И.В. Бычков, директор Института динамики систем и
теории управления СО РАН
А.И. Артюнин, профессор ИрГУПС
H. Humphreys, UK

Журнал издается с 2004 г.

Ответственный за выпуск С.В.Елисеев
Дизайн и макет издания Е.В.Хохрин
Компьютерная верстка А.В. Димов

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Механика. Транспорт. Машиностроение.

Белокобыльский С.В., Ситов И.С. Приведенные жесткости двумерных систем 6

Засядко А.А. Динамические взаимодействия элементов активных виброзащитных систем с сервомеханизмами 11

Ермошенко Ю.В., Упырь Р.Ю. Особенности взаимодействий в системах четырехполюсников 21

Соболев В. И., Черниговская Т.М. Построение прямоугольного гармонического элемента для моделирования колебаний тонкой пластины 28

Коптев А.В., Гозбенко В.Е. Навивная технология волоконно-оптических линий связи, перспективы применения 32

Лонцих П.А., Борюшкина С.А., Чарный С.М. Вибродиагностика и металлографический анализ как элемент обеспечения качества 36

Кобзов Д.Ю., Плешивцева С.В., Жмуров В.В. Анализ конструкции и перспективы развития гидропривода возвратно-поступательного действия 39

Колесник М.Н., Гозбенко В.Е. Алгоритм автоматизированного выбора подвижного состава 45

Быкова Н.М., Созинов В.В., Габитов Р.Ш., Шемякин И.С., Пыхтеев Ю.В., Дьяченко А.А. Проблемы содержания пути в Северо-Муйском тоннеле и пути их решения 48

Коваленко Г.В., Меньщикова Н.С., Калаш О.А. Нелинейная модель напряженно-деформированного состояния применительно к оценке надежности железобетонных конструкций заводского изготовления 52

Раздел 2. Управление в технических системах. Моделирование.

Шаманов В.И. Источники эффективности совершенствования системы технической эксплуатации устройств железнодорожной автоматики 58

Закарюкин В.П., Крюков А.В. Моделирование многопроводных систем с одножильными экранированными кабелями 63

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Абрамов Н.А. Построение упрощенных моделей электроэнергетических систем для целей оперативного управления 66

Каштанов Ю.Б., Белов И.А. Задачи построения моделей для систем управления рисками 72

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 2. Управление в технических системах. Моделирование. (Продолжение)

Парфенова М.Я., Парфенов И.И., Гущин Ю.Г. Безопасность функционирования особо важных объектов на основе профиля производственной системы 81

Лонцих П.А., Рева М.А., Луцкая Н.В. Сертификация и модели CALS-технологий 87

Аршинский Л.В. Математические модели обработки неполных и противоречивых данных на основе логик с векторной семантикой 90

Гущин Ю.Г., Шелестов С.Ю., Мартыненко О.П., Парфенов И.И. Создание профиля операционной среды автоматизированной системы с принятием решений 100

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Фролов К.В., Махутов Н.А. Фундаментальные и прикладные исследования рисков и безопасности на федеральном и региональном уровнях 104

Абросимов Н.В., Махутов Н.А., Петров В.П., Резников Д.О. Мониторинг безопасности федеральных округов и регионов Сибири 112

Кузьмин М.И., Воропай Н.И., Кузнецова А.Н. Научные исследования институтов СО РАН как основа безопасности Байкальского региона 116

Хоменко А.П., Богатов М.Ю. Научно-методологические проблемы в концепции международных транспортных коридоров 120

Кноль В.А. Ноосферный промышленно-транспортный комплекс (НПТК) - логистический центр (на примере Томской судоходной компании) 133

Черных А.Б. Инновационные направления в разработке образовательных технологий 135

Аннотации опубликованных статей 138

Научные новости 144

Новые монографии 146

Публикации в журнале «Современные технологии. Системный анализ. Моделирование» за 2004 – 2007 гг. – номера журналов №1(1) – №3(15) 149

Сведения об авторах 168

Уважаемые коллеги! Мы приглашаем Вас к участию в нашем журнале в качестве авторов, рекламодателей и читателей и сообщаем требования к статьям, принимаемым к публикации

Статья представляется на дискете и в распечатанном виде. Рекомендуемый объем статьи до 8 стр.

К статье прилагаются:

!1) акт экспертизы; две внешние рецензии ведущих специалистов;

!2) индексы УДК или ББК;

!3) сведения об авторах: название учреждения (кафедры), **фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание и должность**, контактный телефон и E-mail;

!4) реферат по образцу:

УКД 621.879

Иванов АЛ, Петров Б.Б. Совершенствование систем разработки угольных месторождений //Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. - 2004. - №1. - с. 8-15

Рассмотрены способы разведки залежей скважинами и горными выработками, задаваемыми в пространстве через равные расстояния.

Ил. 2. Табл. 2. Библ. 7 наим.

Количество знаков в реферате - не более 400.

Индексы УДК или ББК, сведения об авторах и реферат предоставляются на дискете в виде файла с расширением *.DOC.

5) **Текст статьи** должен быть представлен **на дискете 3.5,** проверенной на отсутствие вирусов, в **виде файла с расширением *.DOC** - документа, построенного средствами Microsoft Word 97 или последующих версий, **и распечаткой** на стандартных листах формата А4 (210х297 мм) в одну колонку.

При наборе статьи в Microsoft Word с учетом формата издания рекомендуются следующие установки:

- параметры **страницы** и абзаца: отступы сверху и снизу - 2.5 **см;** слева и справа - **2 см; табуляция - 2 см;** ориентация - книжная;
- шрифт - **Times New Roman,** размер - 12, межстрочный интервал - одинарный, перенос слов - автоматический;
- При вставке формул использовать **Microsoft Equation 3** при установках: элементы формулы выполняются ***курсивом;*** для греческих букв и символов назначать фонт (шрифт) Symbol, для остальных элементов - фонт **Times New Roman** (использование букв русского алфавита в формуле нежелательно). Размер символов: обычный - 12 пт, крупный индекс - 7 пт, мелкий индекс - 5 пт, крупный символ - 18 пт, мелкий символ - 12 пт. Все экспликации элементов формул в тексте также необходимо выполнять в виде формул.

6) **Рисунки,** вставленные в текст статьи, должны быть выполнены с разрешением 300 dpi, B&W - для черно-белых иллюстраций, Grayscale - для полутонов, максимальный размер рисунка с надписью: ширина 150 мм, высота 245 мм, представлены **на дискете** в виде файла с расширением *.BMP, TIFF **и распечаткой** на стандартных листах формата А4, должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров. Схемы, графики выполняются во встроенной программе MS Word или в MS Exsel, с приложением файлов.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие указанным требованиям.

По вопросам публикации статей обращаться:

г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15. Офис А-218.

Иркутский государственный университет путей сообщения.

телефоны: **(8-3952)59-84-28**

Факс: **(8-3952) 59-84-28**

Елисеев Сергей Викторович, Богатов Максим Юрьевич

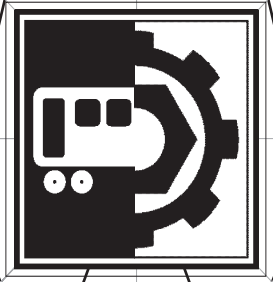
Email: eliseev_s@inbox.ru

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование



Раздел 1.
Механика. Транспорт. Машиностроение.

Содержание научного журнала:

Инженерная механика
Транспортные средства
Энергетика и электромеханика
Строительство, материалы и конструкции
Охрана окружающей среды
Автоматизация технологических процессов
Современные технологии
Системный анализ
Моделирование технических систем
Транспортные системы
Энергоснабжение и электромеханика
Управление техническими системами
Информационные технологии
Экономика безопасности и качества

Белокобыльский С.В., Ситов И.С. УДК665.01

ПРИВЕДЕННЫЕ ЖЕСТКОСТИ ДВУМЕРНЫХ СИСТЕМ

Использование вибрационных технологических машин связано с детализированным изучением взаимодействия рабочего органа с поверхностью или рабочей средой. В этих случаях расчетные схемы часто выбираются в виде системы, представляющей собой балку на двух упругих опорах. Однако, упругих элементов может быть гораздо больше, что предполагает необходимость приведения двухмерной модели к простейшему виду [1].

Для анализа вибрационного поля рабочего органа, совершающего колебания в вертикальной плоскости, рассмотрим расчетную схему в виде твердого стержня, закрепленного на двух опорах, допускающих только вертикальные перемещения. За обобщенные координаты примем вертикальные перемещения y центра масс рабочего органа и угол поворота φ. Предполагаем, что упругие элементы k_i имеют линейные характеристики, трение в системе мало и не учитывается. Угол φ считаем малым, так что $\sin\varphi \approx \varphi$, $\cos\varphi \approx 1$. С твердым телом жестко связана система координат zoy. Такое представление можно распространить на рабочий блок с большим количеством рабочих органов. Базовая (рис.1) же расчетная схема у них будет общей - в виде балки на двух опорах, но жесткость упругих элементов будет носить приведенный характер.

На рассматриваемой расчетной схеме: M, J - соответственно масса и момент инерции рабочего блока (точка о — центр тяжести); k_1', k_4', $k_1 \div k_4$ - упругости закрепления блока и упругости рабочих органов; L_1, L_2, $l_1 \div l_4$ - расстояния между характерными точками; y, φ, y_1, y_2', y_3', y_4 - обобщенные координаты системы; $Z_1 \div Z_4$ - кинематические возмущения в точках контакта рабочих органов с бетонной поверхностью. Что касается схемы силового взаимодействия рабочего блока, имеющего несколько рабочих органов, то было бы целесообразным учесть постоянно действующую нагрузку, прижимающую рабочий блок к бетонной поверхности. В этом случае контактные упругие взаимодействия будут определяться совокупным эффектом, соответствующим одной из реологических моделей и приведенной упругости цепочки связей поверхность - рабочий орган — привод — корпус — рама (или станина). Полагая, что на предварительном этапе исследования силы трения будут малыми, отметим, что наиболее предпочтительной формой внешнего возбуждения является силовое, возникающее из-за вполне естественных инерционно-вращающихся неуравновешенных масс и силовых взаимодействий в передачах приводов.

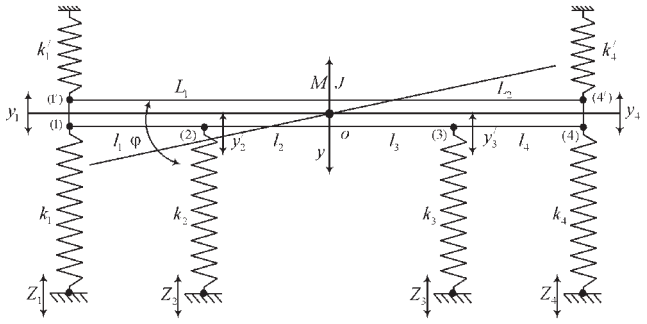


Рис. 1. Расчетная схема рабочего блока с четырьмя рабочими головками.

Рассмотрим возможности математических моделей расчетных схем в двух системах обобщенных координат: y и φ, а также y_1 и y_4. Запишем выражения для кинетической и потенциальной энергии системы, принимая $L_1 = L_1'$, $L_2 = L_2'$:

$$T = \frac{1}{2}M\dot{y}^2 + \frac{1}{2}J\dot{\varphi}^2, \qquad (1)$$

$$\Pi = \frac{1}{2}k_1\left[\left(y - L_1\varphi\right) - Z_1\right]^2 + \frac{1}{2}k_2\left[\left(y - l_2\varphi\right) - Z_2\right]^2 +$$
$$+\frac{1}{2}k_3\left[\left(y + l_3\varphi\right) - Z_1\right]^2 + \frac{1}{2}k_4\left[\left(y + L_2\varphi\right) - Z_4\right]^2 +$$
$$+\frac{1}{2}k_1'\left(y - L_1\varphi\right)^2 + \frac{1}{2}k_4'\left(y + L_2\varphi\right)^2.$$

Используя преобразования, связанные с применением уравнения Лагранжа 2-го рода,

получим систему дифференциальных уравнений:

$$M\ddot{y} + y\left(k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_1^{/} + k_4^{/}\right) -$$
$$-\varphi\left(k_1 L_1 + k_2 l_2 - k_3 l_3 - k_4 L_2 + k_1^{/} L_1 - k_4^{/} L_2\right) = \quad (2)$$
$$= k_1 Z_1 + k_2 Z_2 + k_3 Z_3 + k_4 Z_4,$$
$$J\ddot{\varphi} + \varphi\left(k_1 L_1^2 + k_2 l_2^2 + k_3 l_3^2 + k_4 L_2^2 + k_1^{/} L_1^2 + k_4^{/} L_2^2\right) -$$
$$-y\left(k_1 L_1 + k_2 l_2 - k_3 l_3 - k_4 L_2 + k_1^{/} L_1 - k_4^{/} L_2\right) =$$
$$= k_1 L_1 Z_1 + k_2 l_2 Z_2 + k_3 l_3 Z_3 + k_4 L_2 Z_4.$$

Структурная схема эквивалентной в динамическом отношении системы автоматического управления САУ имеет вид, как показано на рис.2.

Связи между парциальными системами носят упругий характер, что позволяет сделать предположение о принудительной возможности выполнения независимого от частот условия

$$L_1\left(k_1 + k_2 i_1 + k_1^{/}\right) - L_2\left(k_4 + k_3 i_2 + k_4^{/}\right) = 0. \quad (3^{/})$$

В этом случае свободные движения в парциальных системах будут независимыми, а приведенная расчетная схема, соответствующая рис.1, может быть представлена в виде, показанном на рис.3.

Учитывая характер расположения упругих элементов, найдем что при $k_1^{/} = 0$, $k_4^{/} = 0$

$$K_{np1} + K_{np2} = k_1 + k_2 + k_3 + k_4,$$
$$K_{np1} L_1^2 + K_{np2} L_2^2 = k_1 L_1^2 + k_2 l_2^2 + k_3 l_3^2 + k_4 L_2^2, \quad (3^{//})$$

откуда

$$K_{np1} = k_1 + k_2 \frac{1 - i_1^2}{1 - i^2} + k_3 \frac{1 - i_2^2}{1 - i^2}, \quad (3^{///})$$

$$K_{np2} = k_4 + k_2 \frac{i_1^2 - i^2}{1 - i^2} + k_3 \frac{i_2^2 - i^2}{1 - i^2}, \quad (3^{IV})$$

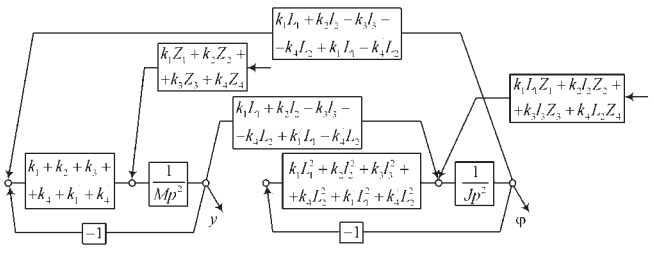


Рис. 2. Структурная схема эквивалентной САУ, соответствующая расчетной схеме на рис.1

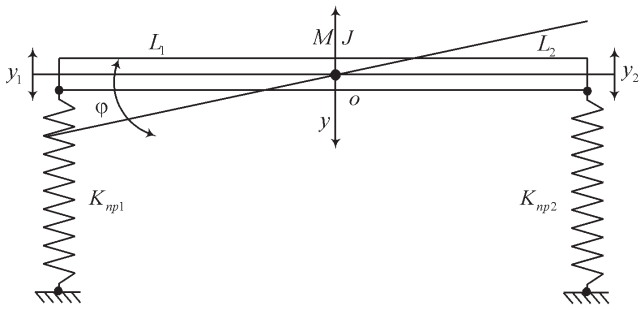


Рис. 3. Приведенная расчетная схема.

где $i = \frac{L_1}{L_2}$, $i_1 = \frac{l_2}{L_2}$, $i_2 = \frac{l_3}{L_2}$ и представляют собой коэффициенты рычажных взаимодействий [2].

Таким образом расчетная схема на рис.1, содержащая четыре упругих элемента, может быть приведена к расчетной схеме в виде балки, опирающейся на две пружины с приведенными жесткостями K_{np1} и K_{np2} (рис.3). Однако, такое преобразование требует выполнения условия $(3^{/})$, физический смысл которого состоит в том, что сумма моментов упругих сил от деформируемых пружин с жесткостями $k_1 \div k_4$, $k_1^{/}$ и $k_4^{/}$ относительно центра масс должно быть равно нулю. Такое условие в разработке конструктивно-технических решений требует выбора соответствующих подходов и последующей настройки условий равновесия.

Если условие $(3^{/})$ не выполняется, то поиск значений K_{np1} и K_{np2} придется вести с учетом трех условий (или уравнений) $(3^{/})$ и $(3^{//})$, что при двух неизвестных не может дать конечного результата.

В системе обобщенных координат y, φ можно выделить две парциальные системы, для которых частоты собственных колебаний имеют соответственно вид

$$\omega_y = \sqrt{\frac{K_{np0}}{M}}, \quad (5)$$

$$\omega_\varphi = \sqrt{\frac{K_{np0}^{/}}{J}}, \quad (6)$$

где $K_{np0} = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_1^{/} + k_4^{/}$,
$K_{np0}^{/} = k_1 L_1^2 + k_2 l_2^2 + k_3 l_3^2 + k_4 L_2^2 + k_1^{/} L_1^2 + k_4^{/} L_2^2$.

I. Продолжая исследование, отметим, что в базовой расчетной схеме (рис.1) можно выделить ряд точек, выполняющих различные

функции, например, точки (1)÷(4). Пусть $k_1 = 0$, $k_1' = 0$, $k_4' = 0$, $k_4 = 0$. В этом случае точки (1) и (4) можно отнести к "наблюдаемым" точкам, которые связаны с измерительной системой, дающей информацию о динамическом состоянии или параметрах движения твердого тела (объекта защиты). В тоже время точки (2) и (3) непосредственно связаны с параметрами, определяющими упругие деформации пружин с жесткостями k_2 и k_3, что позволяет сделать предположение о возможности описания движения объекта в двух системах координат y_1, y_4 и y_2, y_3, имея в виду следующие соотношения:

$$y_1 = y - L_1\varphi,\ y_2 = y - l_2\varphi,\ y_3 = y + l_3\varphi,$$
$$y_4 = y + L_2\varphi. \qquad (7)$$

Последнее связано с представлениями о рычажных схемах внутренних силовых взаимодействий. При переходе к системе координат y_1 и y_2, система дифференциальных уравнений (2) принимает вид

$$\ddot{y}_1 A + \ddot{y}_2 B + y_1 A_1 + y_2 A_2 = \\ = Z_1 k_1 (L_1 c + a) + Z_2 k_2 (l_2 c + a) + \\ + Z_3 k_3 (a - l_3 c) + Z_4 k_4 (a - L_2 c), \qquad (8)$$

$$\ddot{y}_2 D + \ddot{y}_1 B + y_2 A_3 + y_1 A_2 = \\ = Z_1 k_1 (b - L_1 c) + Z_2 k_2 (b - l_2 c) + \\ + Z_3 k_3 (b + l_3 c) + Z_4 k_4 (b + L_2 c). \qquad (9)$$

Здесь $a = \dfrac{L_2}{L_1 + L_2}$, $b = \dfrac{L_1}{L_1 + L_2}$, $c = \dfrac{1}{L_1 + L_2}$,

$A = Ma^2 + Jc^2$, $B = Mab - Jc^2$, $C = Mb^2 + Jc^2$,

$$A_1 = k_1 (a + L_1 c)^2 + k_2 (a + l_2 c)^2 + \\ + k_3 (a - l_3 c)^2 + k_4 (a - L_2 c)^2 + \\ + k_1' (a + L_1 c)^2 + k_4' (a - L_2 c)^2,$$

$$A_2 = k_1 (a + L_1 c)^2 (b - L_1 c)^2 + k_2 (a + l_2 c)^2 (b - l_2 c)^2 + \\ k_3 (a - l_3 c)^2 (b + l_3 c)^2 + k_4 (a - L_2 c)^2 (b + L_2 c)^2 + \\ + k_1' (a + L_1 c)^2 (b - L_1 c)^2 + k_4' (a - L_2 c)^2 (b + L_2 c)^2, \qquad (10)$$

$$A_3 = k_1 (b - L_1 c)^2 + k_2 (b - l_2 c)^2 + \\ + k_3 (b + l_3 c)^2 + k_4 (b + L_2 c)^2 + \\ + k_1' (b + L_1 c)^2 + k_4' (b - L_2 c)^2.$$

Структурная схема эквивалентной в динамическом отношении САУ примет вид, как показано на рис.4.

В системе обобщенных координат y_1 и y_2 парциальные системы имеют другой вид, по сравнению со структурной схемой в обобщенных координатах y, φ - рис.2, а частоты собственных колебаний соответственно определяются выражениями

$$\omega_{y1} = \sqrt{\frac{A_1}{A}},\ \omega_{y2} = \sqrt{\frac{A_3}{A}}. \qquad (11)$$

В рассматриваемом случае (рис.3) между парциальными системами имеются инерционно-упругие связи, в отличие от упругих связей в системе координат y, φ (рис.2).

Рассмотрим случай, когда коэффициент A_2 может принимать нулевое значение, а парциальные системы будут иметь только инерционную связь. В обычных постановках задач, что соответствует расчетной схеме на рис.3, в структурных схемах связь между парциальными системами имеет инерционный характер. Если в выражениях (10) принять $k_1' = 0$, $k_2 = 0$, $k_3 = 0$, $k_4' = 0$, то система упроститься и примет вид:

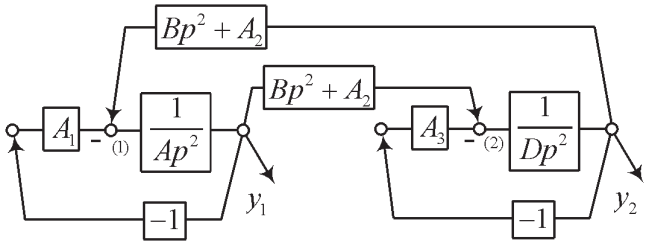


Рис. 4. Структурная схема САУ (в системе обобщенных координат y_1 и y_2), соответствующая расчетной схеме на рис. 1 при $k_1 = k_1' = k_4 = k_4' = 0$.

$$A_2 = k_1 (a + L_1 c)^2 (b - L_1 c)^2 + \\ + k_4 (a - L_2 c)^2 (b + L_2 c)^2. \qquad (12)$$

Подставляя в (12) $a = \dfrac{L_2}{L_1 + L_2}$, $b = \dfrac{L_1}{L_1 + L_2}$, $c = \dfrac{1}{L_1 + L_2}$, получим что

$$A_2 = 0. \qquad (13)$$

Таким образом, в расчетной схеме обычного вида (рис.3), когда наблюдаемые координаты состояния y_1 и y_2, одновременно являются и точками крепления упругих элементов, связь между парциальными системами имеет инерционный характер, соответствующий ко-

эффициент передаточной функции связи A_2 равен нулю.

Иной будет ситуация, если оставить координатами состояния точки (1) и (4), принять $k_1 = k_1' = k_4 = k_4' = 0$, а точки (2) и (3) определить в контакте с упругими элементами k_2 и k_3. Тогда

$$A_1 = k_2 \frac{\left(l_2 + l_3 + l_4\right)^2}{\left(L_1 + L_2\right)^2} + k_3 \frac{l_4^2}{\left(L_1 + L_2\right)^2}, \quad (14)$$

$$A_2 = k_2 \frac{\left(l_2 + l_3 + l_4\right) l_1}{\left(L_1 + L_2\right)^2} + k_3 \frac{\left(l_1 + l_2 + l_3\right) l_4^2}{\left(L_1 + L_2\right)^2}, \quad (15)$$

$$A_3 = k_1 \frac{l_1^2}{\left(L_1 + L_2\right)^2} + k_3 \frac{\left(l_1 + l_2 + l_3\right)^2}{\left(L_1 + L_2\right)^2}. \quad (16)$$

В этом случае, хотя система имеет только два упругих элемента k_2 и k_3, но $A_2 \neq 0$. Положим, что $l_1 = 0$ и $l_4 = 0$, тогда $A_2 = 0$.

Таким образом, при рассмотрении систем балочного типа с двумя упругими элементами в системе обобщенных координат, связанных с точками крепления упругих элементов между парциальными системами, связь будет носить только инерционный характер.

Рассмотрим более подробно расчетные схемы балочных систем, в которых кроме крайних упругих элементов имеются промежуточные, как показано на рис.5. Аналогичная схема может быть получена из базовой расчетной схемы на рис.1 при $k_1' = 0$, $k_4' = 0$, $k_3 = 0$.

Выражения для кинетической и потенциальной энергии системы имеют вид

$$T = \frac{1}{2} M\dot{y}^2 + \frac{1}{2} J\dot{\varphi}^2, \quad (17)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} k_1 y_1^2 + \frac{1}{2} k_2 y_2^2 + \frac{1}{2} k_3 y_3^2.$$

Принимая, что

$$y_3 = \frac{y_1 l_2 + y_2 l_1}{l_1 + l_2} = \frac{y_1 l_2 + y_2 l_1}{L_1 + L_2}, \quad (18)$$

$$a_3 = \frac{l_2}{L_1 + L_2}, b_3 = \frac{l_1}{L_1 + L_2}, \quad (19)$$

имеем

$$\ddot{y}_1 A + \ddot{y}_2 B + y_1\left(k_1 + k_3 a_3^2\right) + y_2 k_3 a_3 b_3 = 0, \quad (20)$$

$$\ddot{y}_2 D + \ddot{y}_1 B + y_2\left(k_2 + k_3 b_3^2\right) + y_1 k_3 a_3 b_3 = 0,$$

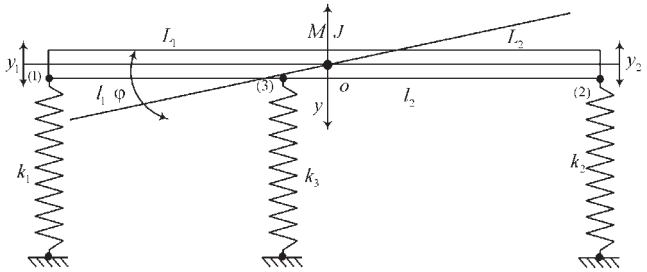


Рис. 5. Расчетная схема системы с тремя опорными упругими элементами.

где коэффициенты A, B и D определяются выражениями (10), а между y_1, y_2 и y_3 существуют соотношения

$$y_1 = y - L_1\varphi,\ y_2 = y + L_2\varphi,\ y_3 = y - \left(L_1 - l_1\right)\varphi,$$

$$y_1 = y_3 - l_1\varphi,\ y_2 = y_3 + l_2\varphi. \quad (21)$$

Структурная схема эквивалентной в динамическом отношении САУ приведена на рис.6, из которой следует, что частоты собственных колебаний парциальных систем определяются выражениями вида

$$\omega_{y_1} = \sqrt{\frac{k_1 + k_3 a_3^2}{A}},\ \omega_{y_2} = \sqrt{\frac{k_2 + k_3 b_3^2}{D}}. \quad (22)$$

Анализируя структурную схему на рис. 6 при $k_3 = 0$, мы имеем связь между парциальными системами, носящую только инерционный характер. Поэтому можно сделать заключение о том, что введение промежуточной упругой связи ($k_3 \neq 0$) в системе (рис.3) обычного вида (обобщенные координаты y_1 и y_2) превращает инерционную связь в инерционно-упругую, что, в физическом смысле, отражает изменение характера динамического взаимодействия в расчетной схеме с промежуточными упругими элементами. В общем случае найти значения приведенных жесткостей к точкам (1) и (2) не представляется возможным, хотя можно получить приближенные значения, которые можно принять как некоторый базис для проведения предварительных расчетов с последующим уточнением значений жесткостей.

Для расчетной схемы на рис.5 в системе обобщенных координат y и φ система уравнений имеет вид

$$\begin{aligned} &m\ddot{y} + y\left(k_1 + k_2 + k_3\right) - \\ &-\varphi\left[k_1 L_1 - k_2 L_2 + k_3\left(l_2 - L_2\right)\right] = 0, \end{aligned} \quad (23)$$

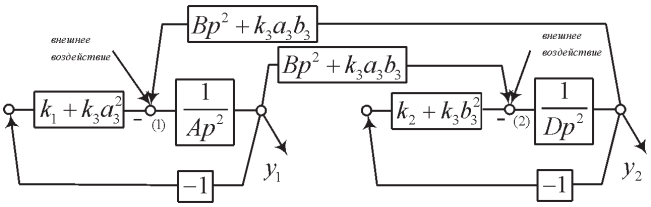


Рис. 6. Структурная схема эквивалентной в динамическом отношении САУ, соответствующая расчетной схеме на рис.5.

$$m\ddot{\varphi} + \varphi\left[k_1 L_1^2 + k_2 L_2^2 + k_3\left(l_2 - L_2\right)^2\right] -$$
$$-y\left[k_1 L_1 - k_2 L_2 + k_3\left(l_2 - L_2\right)\right] = 0.$$

Если выполняется условие

$$k_1 L_1 - k_2 L_2 + k_3\left(l_2 - L_2\right) = 0, \qquad (24)$$

то

$$K_{np10} = k_1 + k_2 + k_3, \qquad (25)$$

$$K_{np20} = k_1 L_1^2 + k_2 L_2^2 + k_3\left(l_2 - L_2\right)^2. \qquad (26)$$

При $l_2 = L_2$ условие (23) превращается в условие (4), а частоты собственных колебаний парциальных систем принемают вид

$$\omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2 + k_3}{m}},\ \omega = \sqrt{\frac{k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2}{J}}. \qquad (27)$$

Полагая, что

$$K_{np1} + K_{np2} = k_1 + k_2 + k_3 + k_4,$$
$$K_{np1} L_1^2 + K_{np2} L_2^2 = k_1 L_1^2 + k_2 l_2^2 + k_3 a^2, \quad (26)$$

найдем

$$K_{np1} = k_1 + k_3 \frac{1 - i_1^2}{1 - i^2}, \qquad (27)$$

$$K_{np2} = k_2 + k_3 \frac{i_1^2 - i^2}{1 - i^2}, \qquad (28)$$

где $i = \frac{L_1}{L_2}$, $i_1 = \frac{l_2 - L_2}{L_2}$.

Приведенная расчетная схема, соответствующая рис.5 имеет вид, как показано на рис.3.

Таким образом, если твердое тело (или балка) опирается на несколько упругих опор (более двух), то она может быть приведена к расчетной схеме в виде балки, опирающейся на два упругих элемента с приведенными жесткостями. Значения этих жесткостей могут быть получены одновременно лишь при соблюдении условий силового равновесия (то есть при определенной конфигурации системы), что отражено условием (4).

В общем случае, когда исходная система имеет произвольные параметры и описана системой обобщенных координат y и φ, привести группу упругих элементов к двум пружинам с приведенными жесткостями не представляется возможным.

Если в системе обобщенных координат рассматриваются колебания твердого тела на двух опорах, то существуют так называемые «наблюдаемые» точки или точки, параметры которых входят в дифференциальные уравнения, но не связаны с параметрами, определяющими деформацию упругих элементов, то возникают эффекты изменения характера передаточных функций перекрестных связей. В системе таких обобщенных координат y_1 и y_2 появляются упруго-инерционные связи, тогда как в системе обычного вида, присутствуют лишь упругие. Последнее создает определенные трудности в расчетах и расшифровке экспериментальных данных, когда точки, наблюдения не соотносятся с точками, определяющими реальные динамические взаимодействия в системе.

Отметим также, что в упруго-инерционных связях между парциальными системами существуют режимы, то есть могут быть указаны частоты, при которых парциальные системы могут находиться в независимых движениях.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Ситов И.С., Белокобыльский С.В. Способы и средства изменения динамического состояния технологического комплекса для вибрационного заглаживания // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Вып. №1(13). Иркутск. 2007.- С.46-52.
2. Елисеев С.В., Упырь Р.Ю. Рычажные связи в передаче механических воздействий // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Вып. №2(14). Иркутск. 2007.- С.38-47.

Засядко А.А.

УДК 656.001

ДИНАМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АКТИВНЫХ ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ С СЕРВОМЕХАНИЗМАМИ

Излагаемые результаты посвящены исследованиям сложных механических колебательных систем (СМКС), образованных введением в их состав специальных информационно-силовых связей. Эти связи, рассматриваемые в работе на основе использования механизмов электрогидравлического принципа действия, позволяют в приложении к решению задач виброзащиты обеспечивать изоляцию объектов от внешних воздействий. Соответствующие задачи возникают в условиях колебательных движений объектов виброзащиты при необходимости их стабилизации или позиционирования. В работе предложены математические подходы к описанию динамических характеристик и методологические основания, которые определяют решения подобного рода в классе соответствующих структурных изображений СМКС.

В качестве модели СМКС выступает совокупность взаимодействующих тел с источниками энергии и информационно-силовыми связями, которую, условно определим, как некоторый обобщенный механизм.

Объектами исследования становятся особенности поведения обобщенных механизмов с управляемыми колебательными движениями за счет выбора их связи и соответствующие рассматриваемым задачам принципы построения таких СМКС с интегральными динамическими характеристиками. Научные основы для достижения этих целей представляются в разработке соответствующего аппарата анализа и синтеза обобщенных механизмов в конкретных приложениях.

Современным направлением в создании аналитического аппарата, который бы учитывал поиск и обоснование требуемых СМКС, имеющих в своем составе пассивные и активные дополнительные связи, являются структурные интерпретации [1]. Они позволяют вводить информационные соотношения по переменным, с одной стороны, для отображения динамического строения систем (символизированные блок-схемы), с другой — для получения передаточных функций.

Построение механических колебательных систем как обобщенных механизмов с помощью соединений отдельных элементов в структуры с соответствующими звеньями и выделяемым связям образуют системный подход, который ниже раскрывается на примере решения прямых и обратных задач.

1.Рассмотрим элементарную модель обобщенного механизма как простейшую одномерную МКС (рис. 1).

Пусть твердое тело массы m, определяемое относительно положения равновесия координатой z, установлено на подвижном основании z_1 посредством упругодемпфирующего тела с коэффициентом жесткости колебания k_0. Тогда при введении в систему обычных механизмов с передаточной функцией $l_п^{от}$ или сервомеханизмов по относительному и абсолютному отклонению (возмущению) твердого тела, где $l_a^{от}$, k_{z1}, k_z, $l_a^{аб}$, k_z, k_{z1} - соответствующие передаточные функции силовых и информационных цепей (рис.1а), структурная схема будет отображать эквивалентное динамическое строение системы в виде элементарных звеньев: интегрирующего $(mp^2)^{-1}$, дифференцирующего c_0p и усилительного k_0, которые соединены прямыми и обратными связями между входными z_1 и выходными z переменными (рис. 1б). Так представляется линейная модель обобщенного механизма, причем несущественно, имелось ли в наличии (прямая задача) или же были включены (обратная задача) вводимые вспомогательные устройства.

Пусть твердое тело массы m, определяемое относительно положения равновесия ко-

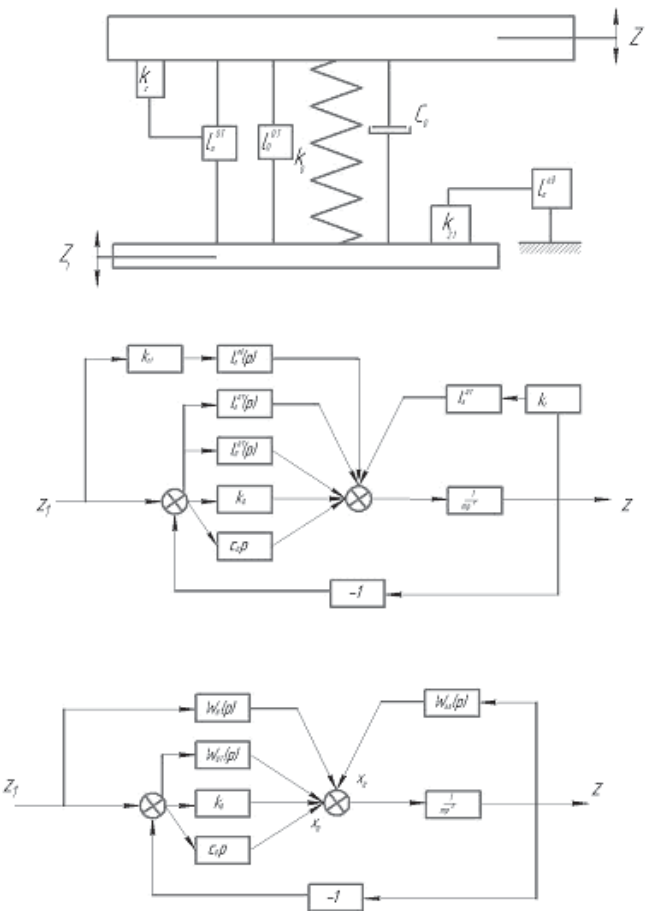


Рис. 1. Одномерная идеализированная модель системы.

ординатой z, установлено на подвижном z_1 основании посредством упругодемпфирующего тела с коэффициентом жесткости k_0. Тогда при введении в систему обычных механизмов с передаточной функцией $l_п^{от}$ или сервомеханизмов по относительному и абсолютному отклонению (возмущению) твердого тела, где $l_a^{от}$, k_{z1}, k_z, $l_a^{аб}$, k_z, k_{z1} - соответствующие передаточные функции силовых и информационных цепей (рис.1а), структурная схема будет отображать эквивалентное динамическое строение системы в виде элементарных звеньев: интегрирующего $(mp^2)^{-1}$, дифференцирующего c_0p и усилительного k_0, которые соединены прямыми и обратными связями между входными z_1 и выходными z переменными (рис. 1б). Так представляется линейная модель обобщенного механизма, причем несущественно, имелось ли в наличии (прямая задача) или же были включены (обратная задача) вводимые вспомогательные устройства.

При решение прямой задачи, в исходную модель, как показано на рис. 1в, могут быть намеренно введены определенные дополнительные связи, изменяющие структурную схему. В общем случае оказываются возможными следующие способы целенаправленного формирования динамических характеристик объекта: по абсолютному отклонению в виде обратной связи $W_{от}(p)$, где p — оператор Лапласа. В связи с идеализированностью их структурных интерпретаций, как некоторых желаемых передаточных функций, здесь имеет место искомая модель обобщенного механизма из числа интересующих.

Решение прямой задачи завершается определением динамических процессов, свойственных их функциональному назначению. В общем случае расчет производится для исходной и искомой модели и выполняется методически одинаково на основе алгоритмов частотного метода с учетом особенностей их характеристик, что предполагает оценку эффективности и устойчивости обобщенного механизма как условия его работоспособности. В сравнении имеющихся и возможных динамических характеристик определяется желаемые дополнительные связи, с помощью которых выбираются приемлемые варианты построения МКС. В случае отсутствия на искомом уровне технически допустимых реализаций вспомогательных устройств обобщенного механизма эти расчеты предшествуют решению обратной задачи, отталкивающиеся от идеализированного уровня представления модели.

Для иллюстрации приведем основной порядок оценки динамических процессов одномерной МКС, на базе которого будет удобно перейти к более сложным расчетным схемам. Пусть обобщенный механизм рассмотренного вида является моделью активной виброзащитной системы при однонаправленном низкочастотном возмущении со стороны основания. В качестве примера возьмем за основу принцип построения, когда в МКС на исходном уровне присутствует сервопривод с управлением по абсолютному отклонению объекта защиты — твердого тела или некоторая дополнительная обратная связь. Ввиду наличия в виброзащитной системе механических элементов — пассивных устройств предположим, что высокочастотные составляющие возмущения отфильтровываются. Поэтому динамическую связь $W_{аб}(p)$ целесообразно

представить на любом уровне отношением вещественных полиномов не выше первого порядка

$$W_{аб}(p)=(a_1p+a_0)^{-1}(b_1p+b_0). \quad (1)$$

В рамках выбранного способа управления, устанавливая значения коэффициентов a_1, a_0, b_1, b_0, можно исследовать влияние различных законов из числа элементарных на динамическую модель.

Тогда, записывая уравнения движения этого обобщенного механизма в операторной форме,

$$\begin{cases} D_0(p)z=B_0(p)[x_n+x_a];D_n(p)x=B_n(p)y; \\ D_a(p)x_a=B_a(p)z;\pm W_{аб}(p)=B_a(p)[D_a(p)]^{-1}, \end{cases} \quad (2)$$

где

$$B_0D_0^{-1}=(mp^2)^{-1};B_nD_n^{-1}=c_0p+k_0;$$
$$B_aD_a^{-1}=(T_2p+k)(T_1p+1)^{-1};k=b_0a_0^{-1};$$
$$T_1=a_1a_0^1;T_2=b_1a_0^{-1},$$

получим выражение для передаточной функции МКС

$$W_{общ}(\mathrm{p})=\frac{z(p)}{z_1(p)}=\frac{c_0p+k_0}{mp^2+c_0p+k_0\pm W_{аб}(\mathrm{p})}, \quad (3)$$

Допускаются положительное (-) и отрицательное (+) обратные связи в различных вариантах их подключения.

В общем случае реакция виброзащитной системы на внешние воздействия вызывает собственные и вынужденные движения. При периодическом возмущении имеет место установившийся режим как частное решение неоднородного уравнения (2). Переходной режим определяется общим решением однородного уравнения (2), отвечая собственному движению как поведению системы после удара. При произвольном возмущение движения представляются суммой этих решений. В связи с тем, что действительное возбуждение виброзащитных систем, как правило, неизвестно, то оценивать работоспособность вполне допустимо при входных сигналах канонического вида. В дальнейшем при необходимости, зная амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), импульсные, или переходные функции, можно будет по известным формулам выполнить перерасчет действительных реакций.

Для установившихся режимов эффективность оценивается при сравнении АЧХ исходной модели — пассивной A_n и искомой — активной A_a. В соответствии с этим условием целесообразности введения дополнительной связи является

$$A_n-A_a>0, \quad (4)$$

где на основании (3) при $p=j\omega$ (ω — частота гармонического возбуждения, $j=\sqrt{-1}$) определяется

$$A_n(\omega)=|W_{общ}(j\omega)|=\sqrt{\frac{k_0^2+c_0^2\omega^2}{(k_0-m\omega^2)^2+c_0^2\omega^2}}, \quad (5)$$

$W_{аб}=0;$

$$A_a(\omega)=\sqrt{\begin{matrix}\frac{(k_0-c_0T_1\omega^2)^2+\omega^2(c_0+k_0T_1)^2}{[(k_0+k)-} \\ -(m+c_0T_1)\omega^2]^2+ \\ +\omega^2[(c_0+k_0T_1+T_2)-mT_1\omega^2]^2\end{matrix}}. \quad (6)$$

Для переходных режимов в случае единичного ступенчатого воздействия z_1, используя обратное преобразование Лапласа z, согласно выражению (3) получим реакцию системы в виде

$$\begin{cases} h'_a=Q_1+Q_2e^{-\alpha t}+Q_3e^{-0.5\beta t}\cos\delta t+ \\ +\delta'(Q_4-0.5\beta Q_3)e^{-0.5\beta t}\sin\delta t; \\ h''_a=Q_1+Q_2e^{-\alpha t}+ \\ +Q_3e^{-0.5\beta t}ch\delta' t+(\delta')^{-1}(Q_4+0.5\beta Q_3)e^{-0.5\beta t}sh\delta t. \end{cases} \quad (7)$$

Здесь соответствующие коэффициенты находятся из системы уравнений

$$\begin{cases} Q_1+Q_2+Q_3=0;Q_1FE^{-1}+Q_2\beta+Q_3\alpha=c_0m_{-1}; \\ Q_1ME^{-1}+Q_2\gamma+Q_4\alpha=0;Q_1NE^{-1}=k_0m^{-1}T^{-1}. \end{cases}$$

причем $h_a=h'_a\ npu\ \gamma>0.25\beta^2, h_a=h''\ npu\ \beta^2>4\gamma,$ а параметры $\alpha,\beta,\gamma,\delta=\sqrt{0.25(4\gamma-\beta^2)},\delta'=\sqrt{0.25(\beta^2-4\gamma)}$ определяются при разложении знаменателя (3) на простые сомножители

$$\begin{aligned} D(p)&=mT_1p^3+(m+c_0T_1)p^2+ \\ &+(c_0+T_1k_0\pm T_2)p+k_0\pm k= \\ &+p^3+FE^{-1}p^2+ME^{-1}p+ \\ &+NE^{-1}=(p+a)(p^2+\beta p+\gamma). \end{aligned} \quad (8)$$

Интересующая оценка эффективности может быть проведена с помощью переходной функции (7), выбирая некоторый интегральный критерий качества, например,

$$J=\int_0^\infty\varepsilon^2(t)dt,\varepsilon=h-Q_1,$$

и сравнивая его величины в исходной — пассивной J_n и искомой — активной J_a модели

$$J_n^{-1} \times J_a < 1. \qquad (9)$$

При определении динамических процессов ввиду наличия в дополнительных связях источников энергии следует оценить асимптотическую устойчивость активных виброзащитных систем. Соответствующие условия сводятся к изучению корней λ характеристического уравнения

$$D(\lambda) = 0, \qquad (10)$$

которое отвечает выражению (8) при подстановке $p = \lambda$.

Таким образом, предлагаемая методика в плане решения прямой задачи позволяет выбрать принцип построения обобщенного механизма. При этом структурная интерпретация дает возможность наметить форму введения и тип необходимых информационно-силовых вспомогательных устройств, а оценка работоспособности закрепляет их, устанавливая способ включения и вид дополнительных динамических связей.

Расчетное обеспечение рассмотренных обобщенных механизмов определяется идеализированными условиями, но этим не должен исчерпываться развиваемый подход. В общем случае сложных МКС структурные схемы будут опираться на линеаризованные модели, а соответствующие исследования их могут обосновываться в рамках ряда нелинейных методов анализа и синтеза [2].

Следует отметить, что методика, обсуждаемая здесь частично, более подробно излагается работе [3].

2. В развитие рассмотренного случая введем модель обобщенного механизма в качестве одномерной МКС с учетом особенностей конструкции активных устройств, которая является номинальной для интересующих приложений.

Пусть элементная база данного сервомеханизма образуется на основе унифицированных блоков -электрогидравлического (ЭГ) привода, например, для случая дроссельного регулирования при постоянном давлении питания [4]. На рис. 2а показана принципиальная схема конструкции, которая отвечает указанной модели. В простейшей МКС могут быть использованы информационные связи в виде датчиков 1 по абсолютному отклонению z, относительному $z``-z`$, по возмущению z_1, а

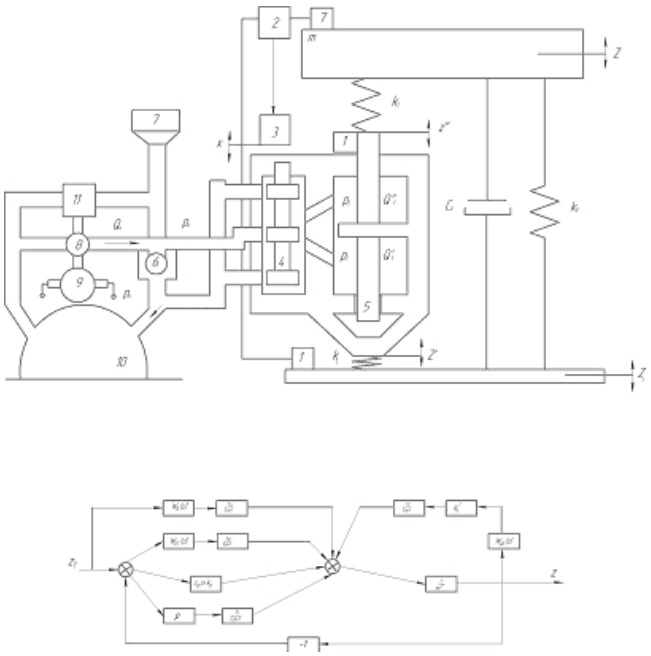


Рис. 2. Одномерная номинальная модель системы.

также специального устройства формирования закона регулирования *(2)* и двухкаскадного усилителя 3. Соответствующий сигнал x поступает на четырехщелевой золотник 4 и воспроизводится гидроцилиндром двухстороннего действия 5 (они представляют силовые связи вспомогательных устройств). В общем случае в модели следует учесть работу упругих элементов k_1, k_2 в виде гибридных дополнительных связей, а также принять во внимание, комплекс оборудования *(6—11)*, где цепь 11 обеспечивает режим постоянного расхода рабочей жидкости, а контур *(6, 7)* — режим постоянного давления питания.

Для обычно принимаемых допущений уравнения движения обобщенного механизма записываются в следующем виде:

$$\begin{aligned} &S_n(z''-zz)+(k'_{TP}+0.5VE^{-1})(\dot{p}_1-\dot{p}_2)=u;\\ &m\ddot{z}=-c_0(\dot{z}-\dot{z}_1)-k_0(z-z_1)-k_2(z-z'');\\ &-p_F S_n=k_1(z'-z_1), p_F S_n=k_2(z''-z);\\ &-x=W(z,z'-z'',z_1), \end{aligned} \qquad (11)$$

где

$$u=\begin{cases} k_{Q_x}x+k_{Q_p}p_{FF} & \text{при } 0\le|x|<x_\lambda \\ x\mu b\left(2p^{-1}\right)^{1/2}\left(0.5|\Delta p|\right)^{1/2} sign\Delta p - rp_F & \text{при } x_\lambda\le|x|<x_m \\ xb_m x_m^{-1}\left(0.5|\Delta p\ |\right)^{1/2} sign\Delta p - rp_F & \text{при } |x|\ge x_m, \end{cases}$$

где $S_п$ — площадь поршня гидроцилиндра; V — объем его плотности; E — модуль упругости жидкости; $k`_{тр}$ — приведенная жесткость магистрали; Q_F — расход жидкости; $p_F = p_1\text{-}p_2$ — перепад давления в полостях; k_{Qx} — коэффициент усиления расхода по перемещению золотника; k_{Qp} — коэффициент скольжения двигателя; $\Delta p = p_п - p_F signx$; $p_п = p_н - p0_{сл}$ - давление слива; r — утечки - перетечки жидкости; м — коэффициент расхода; b — длина окружности и G_m — гидросопротивление окна золотника; с — плотность жидкости.

При малых смещениях золотника вблизи положения равновесия ($0 \le |x| \le x_л$) решению прямой задачи будет отвечать структурная схема на рис. 2б.

Соответствующие коэффициенты при линеаризации принимают вид $k_{Qx} = k_x$, $k_{Qp} = k_{ск}$, а также обозначаются

$$k_Г = S_п^2 k_{ск}^{-1}; T_Г = k_Г k_{пр}^{-1};$$

$$k_{ЭГ} = k_Г k'_x; k_{пр}^{-1} = k_1^{-1} + k_2^{-1} + k_ж^{-1};$$

$$k_ж = 2EV^{-1}S_п^2 + k_{mp}^1; k'_x = k_x S_п^{-1}.$$

Важно отметить, что при включении в обобщенный механизм вспомогательных устройств даже в простейшей МКС появляются, наряду с активными W, также и сопутствующие — пассивные связи, в частности, пропорционального, апериодического и дифференцирующего вида. Они, естественно, изменяют структуру, а значит, и динамические свойства системы, требуя корректности при выборе структуры и параметров информационно-силовых цепей. В целом динамические связи, отражающие особенности конструкций, можно рассматривать как паразитные или, наоборот, целесообразными в зависимости от оценки работоспособности обобщенных механизмов. Во всех случаях это будет использоваться при поиске принципов построения МКС, порождая необходимость решения обратных задач.

Пусть в качестве примера в обобщённой механизме устанавливается ЭГ привод с управлением по абсолютному отклонению. Тогда для искомой модели выражение передаточной функции принимает вид

$$W_{общ}(p) = \frac{ep^2 + d_1 p + d_0}{d_3 p^3 + d_2 p^2 + d_1 p + d_0 \pm k'_x W_{аб}(p)}, \quad (12)$$

$$W_{аб} = k,$$

где

$$e = c_0 k_{пр}^{-1}; d_3 = mk_{пр}^{-1};$$

$$d_2 = mk_{ск} S_п^{-2} + c_0 k_{пр}^{-1};$$

$$d_1 = c_0 k_{ск} S_п^{-2} + k_0 k_{пр}^{-1} + 1; d_0 = k_0 k_{ск} S_п^{-2}.$$

Согласно вышеизложенной методике при некоторых конкретных параметрах МКС, полагая для простоты $k_1 = 0$, $k_2 = 0$, $z` = z_1$, $z`` = z$, $k_{пр} = k_ж$, $k`_{тр} = 0$, проведем оценку эффективности и устойчивости. Для различных коэффициентов усиления k и приведенной жесткости $k_{пр}$ соответствующие АЧХ (рис. 3а); переходные функции (рис. 3б) и области D-разбиения систем (рис. 3в) свидетельствуют об областях и зонах работоспособности обобщенных механизмов.

Более подробные результаты теоретического и экспериментального исследования этих моделей отыскиваются в работе [5].

Для иллюстрации решение обратной задачи выполним из условия подобия соответствующих структурных схем элементарной и номинальной МКС. При этом итоговая модель обобщенного механизма с учетом реальных особенностей конструкция (12) оказывается динамически эквивалентной ее идеализированному представлению (3).

Сравнивая структурные интерпретации, показанных на рис. 2 б и рис. 1в при условие одинаковых принципов построения, например $W_{аб} = k$, видно, что требуется ликвидировать пассивный канал передачи усилий от входа z_1 и избежать трансформация закона регулирования в активном канале от выхода z. Это можно сделать, допустим, формированием нового закона $W^{\star}_{аб}(p)$ и введением, как известно, в обобщенный механизм дополнительной связи по относительному отклонению $W^{\star}_{от}(p)$.

Тогда, следуя уравнениям движения МКС (11), для расчетного случая в операторной форме запишем

$$\begin{cases} z = (mp^2)^{-1}[(c_0 p + k_0)(z_1 - z) + \\ + l_a(p) p (z_1 - z) + l_a(p) k'_x x], \\ x = W^{\cdot}_{ОТ}(p)[z_1 - z] - W^{\cdot}_{аб}(p) z, \end{cases} \quad (13)$$

где $l_a = k_Г (T_Г p + 1)^{-1}$.

Далее, очевидно, могут быть на основании известных правил преобразования структурных схем составлены предлагаемые условия подобия

$$(l_a k'_x)W^{\cdot}_{OT}(p)+l_a p=0,$$
$$(l_a k'_x)W^{\cdot}_{аб}(p)=W_{аб}(p) \quad (14)$$

которые приводят к определению вида требуемых динамических связей

$$W^{\cdot}_{OT}=-(k'_x)^{-1}p; W^{\cdot}_{аб}=k(k_Г k'_x)^{-1}(T_Г p+1). \quad (15)$$

В случае более сложных МКС требуются условия близости динамических процессов, обеспечивающие их техническую реализуемость.

В рассматриваемой подходе были разработаны принципы построения, когда в номинальной модели обобщенного механизма наряду с динамическим используется статический двигатель с целью освобождения объектов от весовых нагрузок. В связи с затруднениями в реализации способа управления по абсолютному перемещению прорабатывался метод вибрационного регулирования МКС.

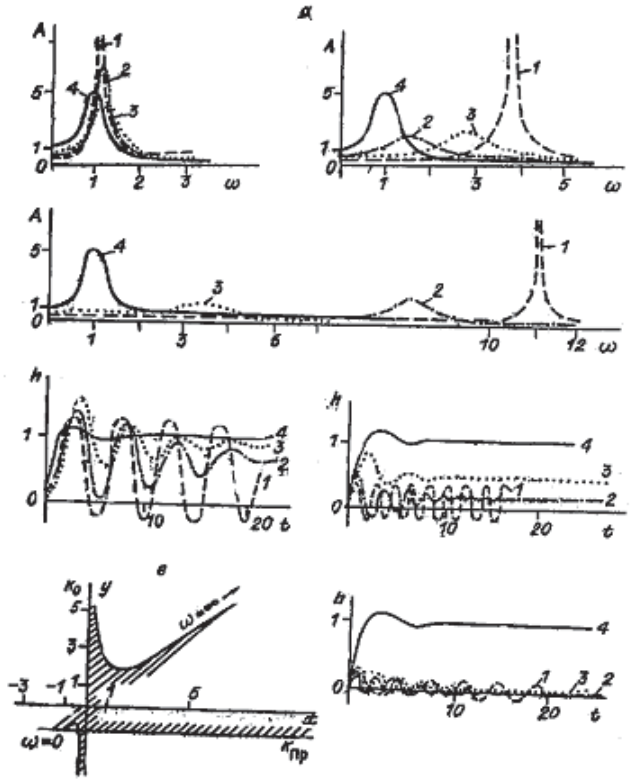


Рис. 3. Динамические характеристики одномерного обобщенного механизма с активными электрогидравлическими устройствами
а – амплитудно-частотные характеристики для значений $k_{пр}$=0,5; 10; 100 кг/см; k_{max} = 1.24; 12.26; 120.24; б – переходные функции системы при тех же значениях параметров; $k_{пр}$ и k_{max}; в – области устойчивости в пространстве параметров k, $k_{пр}$. Кривые 1-4 соответствуют значениям коэффициента k=k_{max}; 0.5k_{max}; 0.1k_{max}; и 0.

Полученные для одномерной модели результаты были распространены на случай комбинированного способа управления. При этом информационно-силовые связи воспроизводятся по абсолютным и относительным перемещениям, скоростям и ускорениям.

3. Перейдем к многомерным МКС, которые являются базисными моделями обобщенных механизмов, позволяя исследовать многоопорные или многокаскадные объекты. Подход к разработке их основных принципов построения будет продемонстрирован на примере двухмерной расчетной схемы. В данном случае удается наглядно показать особенности этой модели с учетом как элементарного, так и номинального уровня представления.

В связи с ростом размерности расчетных схем аналитический аппарат подхода в приложении к обобщенным механизмам был развит на основе известного метода структурных матриц [6]. Цель этого — в стандартизации представлений схем МКС при компактной форме записи в виде блочных матиц, а также в определении передаточной функции с помощью матричных циклов для различных уровней полноты описания систем их управления.

Пусть твердое тело в виде балки с массой m и моментом инерции J установлено на подвижных основаниях z'_1 и z'_2 посредством упругих тел в качестве опор с коэффициентом жесткости k_1 и k_2. Точки их закрепления z_1 и z_2 расположены на расстояниях соответственно l_1 и l_2 от центра масс, который совершает малые прямолинейные z и угловые ц колебания (рис. 4). Тогда при введение в систему вспомогательных устройств с информационно-силовыми связями по основным опорам ($П_1$ и $П_2$) детализированная структурная матрица (табл.1) будет отображать эквивалентное динамическое строение системы. Каждый диагональный. элемент матрицы характеризует соответствующие переменные системы z_1, z_2; (z, ц); z'_1, z'_2; (f_1, f_2), включая промежуточные $\Sigma_1=z'_1-z_1;\Sigma'_1=k_1\Sigma_1;\Sigma_2=z'_2-z_2;\Sigma'_2=k_2\Sigma_2$. Они являются символами собственных свойств — собственные операторы системы,

где $M_1=M(l_2^2+\rho^2)(l_1+l_2)^{-2}$;

$M_2=M(l_1+\rho^2)(l_1+l_2)^{-2};\rho^2=JM^{-1}$.

Недиагональные элементы отражают отношения между переменными,

где $M_3=M(l_1l_2-\rho^2)(l_1+l_2)^{-2}$, характеризует операторы связей — символы взаимовлияния.

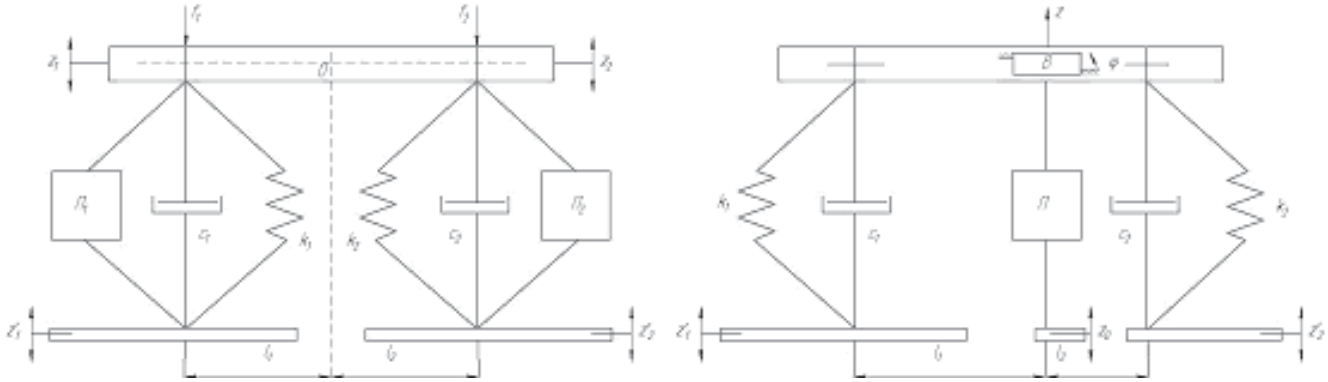


Рис. 4. Двумерные модели колебательной системы.

В общем случае на идеализированном уровне оказываются возможными следующие способы целенаправленного формирования динамических характеристик обобщенных механизмов по абсолютному отклонению$W_{ij}^{аб}$; по возмущению силовому $W_{ij}^{вс}$; и кинематическому $W_{ij}^{вк}$, или в совокупности по относительному отклонению $W_{ij}^{ОТ}$, а также комбинированным образом от всех переменных $I_{ij}=(i,j=1,2;i\neq 1)$. Таким образом в рамках введения дополнительных связей будут обеспечиваться несвязанные системы:

$I_1 \to П_1, I_2 \to П_2 (W_{12}=W_{21}=0)$;

перекрестные:

$I_1 \to П_2, П_2, I_2 \to П_1 (W_{11}=W_{22}=0)$;

связанные:

$I_1 \to П_1, П_2; I_2 \to П_2$

$П_1 (W_{11}\neq 0, W_{22}\neq 0, W_{12}=W_{21}\neq 0)$;

при любом W способе управления.

В плане поиска принципов построения МКС на основе структурных матриц проводилось решение прямых и обратных задач. В обоснование концепции абсолютной инвариантности, например, при кинематических возмущениях были получены соответствующее условия:

$$W_{11}^{B}=-(c_1 p+k_1); W_{12}^{B}=\frac{M_3 p^2 (c_2 p+k_2)}{(M_2 p^2+c_2 p+k_2)};$$
$$W_{21}^{B}=\frac{M_3 p^2 (c_1 p+k_1)}{(M_1 p^2+c_1 p+k_1)}; W_{22}^{B}=-(c_2 p+k_2). \quad (16)$$

В свою очередь, концепция автономности, как показано, обеспечивается выражениями

$$W_{11}^{аб}=W_{22}^{аб}=0; W_{12}^{аб}=W_{21}^{аб}=M_3 p^2, \quad (17)$$

которые приводят к одномерным моделям МКС. В случае несвязанных систем имеет место сепаратное изменение свойств парциальных систем, что не исключает их взаимного влияния через естественные связи. В случае перекрестных систем может осуществляться усиление или ослабление зависимости между поведением координат за счет специальных связей. В целом связанные системы предназначаются для более общих требований, что было исследовано при оценке работоспособности двумерных обобщенных механизмов. Изучался случай влияния положения опор вспомогательных устройств на выбор принципов построения информационно-силовых цепей МКС.

Рассматриваемая базисная модель обобщенного механизма должна быть уточнена описанием конструктивных особенностей активных устройств.

Пусть в изучаемую двумерную МКС в качестве опор будет установлен тот же, как и ранее, ЭГ привод с управлением по вышеопределенным способам (см. рас. 2а и 4). В свою очередь, эта номинальная модель обобщенного механизма отражает основные отличая многомерных и элементарных расчетных схем в построении информационно-силовых связей.

В соответствия с принятыми условиями уравнения движения интересующей МКС можно записать в следующем виде:

Табл. 1

Структурная матрица передаточных функций

$(I_1)\sum_1$	$(\Pi_1)'\sum_1$	$(I_1)z_1$	$(I_2)\sum_2$	$(\Pi_2)\sum'_2$	$(I_2)z_2$	$(I_1)z'_1$	$(I_1)f_1$	$(I_1)z'_2$	$(I_2)f_2$
1		-1				1			
C_1p+k_1 $\pm W_{11}^{от}$	1	$\pm W_{11}^{аб}$	$\pm W_{12}^{от}$		$-M_3p^2\pm$ $\pm W_{12}^{аб}$	$\pm W_{11}^{вк}$	$1\pm W_{11}^{вс}$	$1\pm W_{12}^{вк}$	$\pm W_{12}^{вс}$
	1	M_1p^2							
			1		-1			1	
$\pm W_{21}^{от}$		$-M_3p^2\pm$ $\pm W_{21}^{аб}$	c_2p+k_2 $\pm W_{22}^{от}$	1	$\pm W_{22}^{аб}$	$\pm W_{21}^{вк}$	$\pm W_{21}^{вс}$	$\pm W_{22}^{вс}$	$1\pm W_{22}^{вс}$
				1	M_2p^2				

Табл.2

Крупноблочная матрица передаточных функций

Z_1	Z_2	Z'_1	Z'_2
$(M_1p^2+c_1p+k_1)+l_ap+$ $+(l_ak'_x)W_{11}^{аб\cdot}-W_{11}^{от\cdot}$	$(-M_3p^2)+(l_ak'_x)W_{12}^{аб\cdot}$	$(c_1p+k_1)+l_ap+W_{11}^{от}$	
$(-M_3p^2)+(l_ak'_x)W_{21}^{аб\cdot}$	$(M_2p^2+c_2p+k_2)+l_ap+$ $+(l_ak'_x)W_{22}^{аб\cdot}-W_{22}^{от\cdot}$		$(c_2p+k_2)+l_ap+W_{22}^{от\cdot}$

$$
\begin{cases}
S_{n1}(\dot z_1-\dot z'_1)+0.5V_1E^{-1}p_{F_1}= \\
=k_{x1}x_1-k_{ск1}p_{F1}; \\
S_{n2}(\dot z_2-\dot z'_2)+0.5V_2E^{-1}p_{F_2}= \\
=k_{x2}x_2-k_{ск2}p_{F2}; \\
M_1\ddot z_1=-c_1(\dot z_1-\dot z'_1)- \\
-k(z_1-z'_1)-M_3\ddot z_2+p_{F_1}S_{n1}; \\
M_2\ddot z_2=-c_2(\dot z_2-\dot z'_2)- \\
-k(z_2-z'_2)-M_3\ddot z_1+p_{F_2}S_{n2}; \\
x_1=-[W_{11}^{аб}z_1+W_{12}^{OT}z_2]+ \\
+[W_{21}^{OT}(z_1-z'_1)+W_{22}^{OT}(z_2-z'_2)]+ \\
+[W_{11}^{B}z'_1+W_{12}^{B}z'_2]; \\
x_2=-[W_{21}^{аб}z_1+W_{22}^{OT}z_2]+ \\
+[W_{21}^{OT}(z_1-z'_1)+W_{22}^{OT}(z_2-z'_2)]+ \\
+[W_{21}^{B}z'_1+W_{22}^{B}z'_2],
\end{cases}
\tag{18}
$$

где допускаем $S_{n1}=S_{n2}=S_n; V_1=V_2=V;$
$k_{x1}=k_{x2}=k_x; k_{ск1}=k_{ск2}=k_{ск}.$

Тогда решению прямой задачи при введении дополнительных связей, например, по абсолютному и относительному отклонениям будет отвечать крупноблочная структурная матрица (табл.2). На искомом уровне номинальных моделей расчетные схемы парциальных систем многомерных обобщенных механизмов совпадают с их элементарными представлениями. При условии автономности, обеспечиваемом аналогично (17), но с учетом особенностей конструкции, обнаруживается преемственность принципов построения соответствующих МКС.

Для иллюстрации решение обратной задачи проведем для случая, как и прежде, совпадения номинальной модели с идеализированным уровнем двумерной системы с управлением по абсолютному отклонению, который имеет более широкий диапазон динамических свойств.

На основании уравнении (18) в операторной форме из структурной матрицы (рис. 4в) составляются аналогично (14) соответствующие условия подобия, что позволяет определить требуемые динамические связи:

$$\begin{cases} W_{11}^{OT^*} = W_{22}^{OT^*} = -(k'_x)^{-1} p; W_{11}^{аб^*} = \\ = W_{22}^{аб^*} = k_{11}(k_\Gamma k'_x)(T_\Gamma p + 1) = \\ = k_{22}(k_\Gamma k'_x)(T_\Gamma p + 1); \\ W_{12}^{OT^*} = W_{21}^{OT^*} = 0; W_{12}^{аб*} = W_{21}^{аб^*} = \\ = k_{12}(k_\Gamma k'_x)(T_\Gamma p + 1) = \\ = k_{21}(k_\Gamma k'_x)(T_\Gamma p + 1). \end{cases} \quad (19)$$

В обоснование концепции инвариантности МКС получены условия физической осуществимости принципа двухканальностн (16), которые позволяют обеспечить независимость координат от возмущений, как абсолютную — полную или частичную, так и с точностью до е. Технические их реализации требуют достаточно сложных и развитых устройств формирования законов регулирования. С точки зрения концепция автономности изучались принципы построения МКС в рамках связанных и несвязанных систем с различными передаточными функциями дополнительных связей.

4. В рамках структурного подхода проводились теоретические и экспериментальные исследования обобщенных механизмов как специальных моделей в приложении к построению ряда новых технических объектов с колебательными движениями.

В задаче виброзащиты рассмотрена трехопорная платформа для установки объектов при кинематических возмущениях низкочастотного диапазона. Разработаны активные на основе ЭГ сервомеханизмов системы виброизоляции в установившихся режимах (рис. 5). Натурная установка для объекта защиты с массой 50 кг, и расстояниями от опор до центра платформы около 1 м и при несвязанной системе управления по абсолютному смещению обеспечивала эффективную работоспособность в пределах 0,1—13 Гц.

В задаче стабилизации рассмотрена платформа в кардановом подвесе для горизонтирования объектов при низкочастотных наклонах основания. Представлен гиромаятниковый поглотитель колебаний с наличием линейных нагрузок [9]. Предлагаются принципы построения МКС с помощью введения дополнительных информационно-силовых связей W на основе ЭГ устройств (рис. 6). Опытный образец гиромаятниковой системы для объектов с массой 50 кг и моментами инерции до 20 кг·м^3 при крене, дифференте и рысканье соответственно с амплитудами 25, 7, 12° и периодами

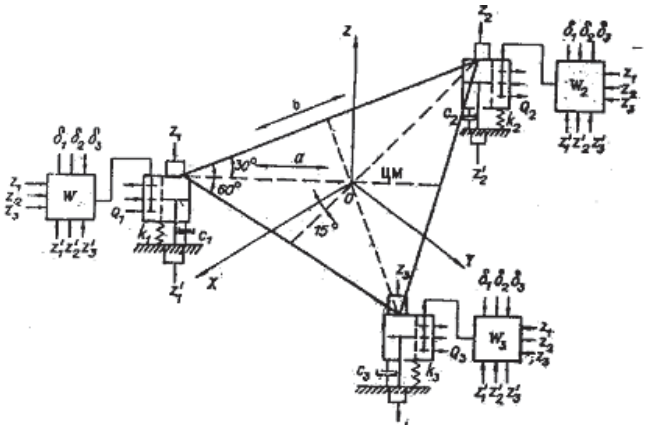


Рис. 5. Принципиальная схема трехпорной активной электрогидравлической системы виброизоляции.

8 ÷10, 6÷8, и 60 с ограничивал ошибки их отклонения в 1°.

В задаче позиционирования рассмотрен исполнительный механизм манипуляционного робота с учетом упругости рабочего органа и приводов, обеспечивая быструю и точную остановку схвата. Разработаны активные, на основе ЭГ устройств, системы гашения колебаний в переходных режимах (рис. 7). Предложены принципы построения МКС на основе концепции как силовой f_0 компенсации с помощью встроенных двигателей рабочего органа (рис. 7 а, m_1, m_2 — приведенные массы схвата и привода), так и динамической за счет вспомогательных масс m_0 — f_A (рис. 7б).

Экспериментальные макеты одномерных специальных механизмов испытаны на серийном изделии с позиционной системой управ-

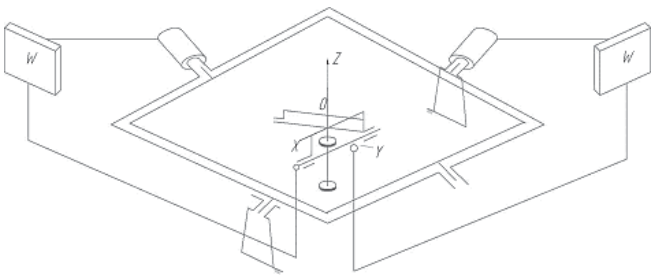


Рис. 6. Принципиальная схема гиромаятникового электрогидравлического поглотителя колебаний.

ления в цилиндрических координатах при грузоподъемности 400 Н в направлении горизонтального поворота руки робота с амплитудой до 0,05 м и частотой около 2 Гц собственных колебаний. Для силовой и динамической систем активного гашения достигается работоспособность с ростом логарифмического декремента колебаний соответственно в 1,75 и 1,95 раза и снижением времени затухания на 37,5 и 55%. В первом случае техническая реализация данных МКС достаточно проста, во втором случае имеется падение грузоподъемности ($m_0 \approx 5$ кг), а также маневренности.

5. Отметим, что созданный аппарат разработки принципов построения специальных МКС обладает рядом особенностей. Рассмотренные методы допускают изучение обобщенных механизмов при неоднозначно заданных объектах управления. Вместе с тем, для определения моделей формируемые управления присутствуют в МКС в неявной форме, что стирает известные границы между пассивными и активными элементами, описывая их динамические связи в одинаковых системных понятиях.

В свою очередь, используемые структурные интерпретации являются, строго говоря, допустимыми в полной мере только для линейных расчетных схем. Однако при наличии нелинейного звена и свойства фильтра линейной части системы можно при определенных условиях гармонически линеаризованное уравнение нелинейной системы рассматривать как обычное линейное уравнение с постоянными коэффициентами. Хотя известные обстоятельства и состоят в том, что имеются неизвестные постоянные коэффициенты., зависящие от искомого решения, которые и определяют специфические свойства нелинейной системы, но все же соответствующие модели формально можно отразить структурными схемами, что позволяет проводить первоначальные поиски, а также наметить для сложных систем их напрашивающиеся принципы построения. Конечно, в этих случаях оценка динамических характеристик, сопутствующая выбору дополнительных связей, должна основываться на специальных методах.

В целях закрепления результатов структурного подхода и расширения возможностей развиваемого аппарата анализа и синтеза обобщенных механизмов разработана система прикладного программного обеспечения для автоматизации исследования и проектирования специальных МКС, включая комплекс методов расчетного обоснования при поиске, изучении и построении линейных и нелинейных систем в широком классе типовых моделей.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Елисеев С.В. Структурная теория виброзащитных систем. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. — 224 с.
2. Попов Е.П. Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах. — М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит-ры, 1973 — 584 с.
3. Засядко А.А. Электрогидравлические вибрационные системы //Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Выпуск № 2(14) С.16-24
4. Гамынин Н.С., Каменир М.А., Коробочкин Б.Л. и др. Гидравлический следящий привод/ Под ред. В.А. Лещенко. — М.: Машиностроение, 1968. — 543 с.
5. Шатихин Л.Г. Структурные матрицы и их применение для исследования систем. — М.: Машиностроение, 1974. — 248 с.
6. Елисеев С.В., Кузнецов Н.К., Хвощевский Г.Г. Упругие колебания промышленных роботов. — Новосибирск: Наука. 1990. — 320 с.
7. Засядко А.А. Методика прикладного расчета гиромаятниковых платформ для горизонтирования агрегатов на подвижных объектах — носителях. // Динамика управляемых колебательных систем. — Иркутск: Иркут. политехн. ин-т. 1983. — С. 121-132.
8. Zasjadko A. Industrioroboter: Verfaren und technische Mittel zur Erhohung der dynamischen Genauikeit // Vorfdge. Internationale Wissenschaftliche Konferenz. Der Beitrag der Wissenschaften zu automatisiereten bedienarmen Produrtion (18-21 Nov. 1986). — DDR: Karl-Marx-Stadt, 1986.
9. Елисеев С.В., Засядко А.А. Методы виброзащиты технических объектов // Управляемые механические системы. — Иркутск: Иркут. политехн. ин-т, 1986. — С. 3-32.

Ермошенко Ю.В., Упырь Р.Ю. УДК.665.01

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ

В работе [1] математические модели механических систем на основе четырехполюсников исследовались с целью определения возможностей определять параметры модели (или коэффициенты) с использованием структурных схем и передаточных функций. Было принято, что четырехполюсник характеризуется двумя силами и двумя скоростями на входе и на выходе, следовательно двумя сопротивлениями, измеренными на входе и на выходе: $S_{01} = Q_1/v_1$, $S_{02} = Q_2/v_2$. Вместе с тем, была показана возможность выбора в качестве параметров динамического состояния системы перемещений и ускорений тех же точек. Решающим моментом в выборе того или иного способа описания чаще всего являются возможности технической базы для экспериментального определения параметров динамического состояния механической системы.

I. В этом плане хорошей основой для практических приложений является импедансная техника, основанная на измерении сил и соответствующих им скоростей [2].

Если уравнение четырехполюсника описаны в системе Б — параметров, то в соответствии с [1]

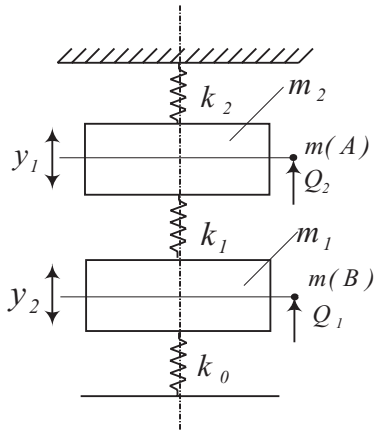


Рис. 1. Расчетная схема системы с двумя степенями свободы при силовом возмущении Q_1, Q_2 по обобщенным координатам y_1, y_2 (k_1, k_2; m_1, m_2 - соответствующие упругие и массоинерционные характеристики системы).

$$Q_1 = Б_{11} Q_2 + Б_{12} v_2 , \quad (1)$$

$$v_1 = Б_{21} Q_2 + Б_{22} \setminus v_2 .$$

Если для коэффициентов системы (1) существует зависимость

$$||Б|| = Б_{11} \setminus Б_{22} - Б_{12} \setminus Б_{21} = 1, \quad (2)$$

то пассивный четырехполюсник можно характеризовать тремя независимыми величинами $Б_{11} = (1 + Б_{12} \setminus Б_{21})/Б_{22}$. Если четырехполюсник симметричен ($Б_{11} = Б_{22}$), то его можно характеризовать только двумя величинами $Б_{11}^2 = 1 + Б_{12} Б_{21}$; $Б_{11} = \sqrt{1 + Б_{12} Б_{21}}$. Последнее открывает хорошие возможности для практических приложений, поскольку, определив или измерив два параметра, оставшиеся можно вычислить аналитически.

Для уравнения (1) при условии, что нагрузка передается от входа (1) к выходу (2), найдем соответственно входное и выходное сопротивления

$$S'_{01} = \frac{Q_1}{v_1} = \frac{Б_{11} Q_2 + Б_{12} v_2}{Б_{21} Q_2 + Б_{22} v_2}; \quad (3)$$

$$S'_{02} = \frac{Q_2}{v_2}; \; Q_2 = S'_{02} v_2 . \quad (4)$$

Подставив (4) в (3), получим, что

$$S'_{01} = \frac{Б_{11} S'_{02} + Б_{12}}{Б_{21} S'_{02} + Б_{22}}. \quad (5)$$

Введение в рассмотрение специального режима работы, при $S'_{02} = 0$, что может произойти, к примеру, при $Q_2 = 0$, определяет входное сопротивление

$$S'_{01} = \frac{Б_{12}}{Б_{22}}. \quad (6)$$

Такой режим по предложениям, сделанным в работе [3] будем называть режимом "мгновенной остановки" (МО), тогда

$$S_{01} = S_{01(МО)}. \quad (6')$$

Что касается расчетной схемы на рис.1, то $Б_{12} = -\frac{B}{pk_1}, Б_{22} = -\frac{1}{k_1}(m_2 p^2 + k_1 + k_2)$,

$B = (m_2 p^2 + k_1 + k_2)(m_1 p^2 + k_1 + k_0) - k_1^2$,

поэтому

$$S_0^{'} = \frac{B}{p(m_1 p^2 + k_1 + k_2)}. \quad (7)$$

В работе [1] показано, что в рассматриваемом случае выполняется условие

$$\left.\begin{aligned} Б_{11} Б_{22} - Б_{12} Б_{21} = 1, \\ Б_{11} = Б_{22}, \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

то есть четырехполюсник является обратимым и симметричным.

Если ввести специальный режим, соответствующий $S_{02}^{'} = \infty$, то его реализация может быть достигнута при $v_2 = 0$. Такой режим называют [3] режимом "холостого хода" (ХХ), при этом

$$S_{01(XX)}^{'} = \frac{Б_{11}}{Б_{21}} \quad (9)$$

или

$$S'_{01(XX)} = \frac{m_1 p^2 + k_1 + k_0}{p}.$$

В определении входных и выходных сопротивлений необходимо принимать во внимание направление передачи нагрузки. Если нагрузка передается в обратном направлении от выхода (2) к входу (1), то из первого уравнения (1) для Q_2 и из второго уравнения для V_2 получим

$$Q_2 = \frac{Q_1}{Б_{11}} - \frac{Б_{12}}{Б_{11}} v_2, \quad (10)$$

$$v_2 = \frac{v_1}{Б_{22}} - \frac{Б_{21}}{Б_{22}} Q_2. \quad (11)$$

Подставляя значение v_2 из (11) в (10) и преобразуя, найдем

$$Q_2 = Б_{22} Q_1 - Б_{12} v_1. \quad (12)$$

$$v_2 = Б_{11} v_1 - Б_{21} Q_1.$$

Система уравнений (12) представляет собой математическое выражение действия нагрузки (рис.1) в обратном направлении от выхода к входу. В этом случае следует изменить знак при скоростях, поэтому

$$S''_{02} = \frac{Q_2}{-v_2}; \; S''_{01} = \frac{Q_1}{-v_1}. \quad (13)$$

Подставляя (12) в (13) и заменяя $Q_1 = -S''_{01} V_1$, получим

$$S''_{02} = \frac{Б_{22} S''_{01} + Б_{12}}{Б_{21} S''_{01} + Б_{11}}. \quad (14)$$

В режиме «мгновенной остановки» $S''_{01} = 0$, а входное сопротивление $S''_{02(MO)} = \frac{Б_{12}}{Б_{11}}$. В режиме «холостого хода» $S'_{01} = \infty$, а входное сопротивление-

$$S''_{02(XX)} = \frac{Б_{22}}{Б_{21}}. \quad (15)$$

II. Если в работе [1] рассматривались так называемые первичные параметры, то в нашем случае вводится система вторичных параметров.

Характеристическим сопротивлением L будем считать, то которое, будучи созданным на выходе четырехполюсника, обеспечивает на входе такое же сопротивление

$$L = \frac{Q_1}{v_1} = \frac{Q_2}{v_2}. \quad (16)$$

Если четырехполюсник симметричный ($Б_{11} = Б_{22}$), то уравнение (1) примет вид

$$Q_1 = Б_{11} Q_2 + Б_{12} v_2, \quad (17)$$

$$v_1 = Б_{21} Q_2 + Б_{11} v_2.$$

Подставляя в (17) значение из (16), в конечном итоге, найдем, что

$$L = \sqrt{\frac{Б_{12}}{Б_{21}}} = \sqrt{\frac{B}{p^2}}$$

или

$$L = \sqrt{\frac{(m_2 p^2 + k_1 + k_2)(m_1 p^2 + k_1 + k_0) - k_1^2}{p^2}}. \quad (18)$$

Вводя понятие характеристического сопротивления, можно сформулировать требования к так называемому четырехполюснику, согласованному на выходе.

Рассмотрим этот вопрос в общем виде. Пусть имеется некоторый пассивный МЧП (рис.2). Необходимо найти два L_1 и L_2, которые находились бы между собой в следующем взаимодействии: при внешней нагрузке на выходе, равной сопротивлению L_2, в четырехпо-

люснике на входе было бы сопротивление L_1 и, наоборот, при внешней нагрузке на входе, равной сопротивление L_1, в четырехполюснике на выходе было бы сопротивление L_2. В первом случае, когда нагрузка передается (рис.2а) от входа к выходу, из (1) получаем, принимая для согласованных на входе и выходе сопротивлений:

$$L_1 = S'_{01} = \frac{Q_1}{v_1}; \quad Q_1 = L_1 v_1 \quad \text{и} \quad L_2 = S'_{02} = \frac{Q_2}{v_2};$$

$$Q_2 = L_2 v_2;$$

$$L_1 = S'_{01} = \frac{Б_{11} Q_2 + Б_{12} v_2}{Б_{21} Q_2 + Б_{22} v_2} = \frac{(Б_{11} L_2 + Б_{12}) v_2}{(Б_{21} L_2 + Б_{22}) v_2};$$

$$L_1 == \frac{Б_{11} L_2 + Б_{12}}{Б_{11} L_2 + Б_{12}}. \qquad (19)$$

Во втором случае, когда нагрузка передается (рис.2б) от выхода к входу, из (12), (13) получаем, принимая для согласованного на выходе и входе сопротивления:

$$L_1 = S'_{01} = \frac{Q_1}{-v_1}; \quad Q_1 = -L_1 v_1 \quad \text{и} \quad L_2 = S'_{02} = \frac{Q_2}{-v_2};$$

$$Q_2 = -L_2 v_2;$$

$$L_1 = S'_{01} = \frac{Б_{22} Q_1 - Б_{12} v_1}{-(Б_{21} Q_2 + Б_{11} v_1)} = \frac{-(Б_{22} L_1 + Б_{12}) v_1}{-(Б_{21} L_1 + Б_{11}) v_1};$$

$$L_2 == \frac{Б_{22} L_1 + Б_{12}}{Б_{21} L_1 + Б_{11}}. \qquad (20)$$

Подставляя из (20) в (19), после преобразования получаем

$$L_1 = \sqrt{\frac{Б_{12} Б_{11}}{Б_{21} Б_{22}}} \qquad (21)$$

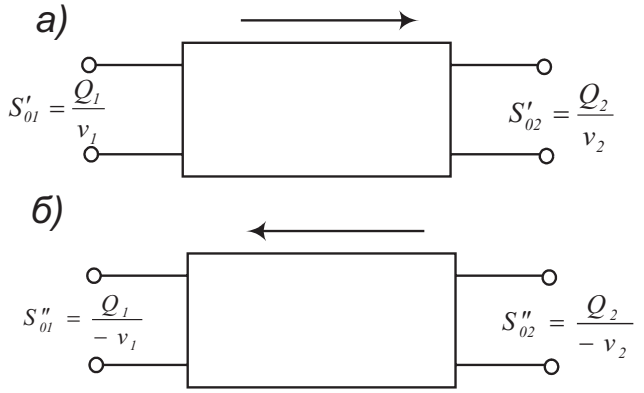


Рис. 2. Входные сопротивления в зависимости от передачи нагрузки:
а – нагрузка от входа к выходу; б – нагрузка от выхода к входу.

или в соответствии с рис.1

$$L_2 = \sqrt{\frac{B(m_2 p^2 + k_1 + k_2)}{p^2 (m_1 p^2 + k_1 + k_0)}}. \qquad (21')$$

Подставляя из (19) в (20) найдем, что

$$L_1 = \sqrt{\frac{Б_{12} Б_{22}}{Б_{21} Б_{11}}} \qquad (22)$$

или

$$L_2 = \sqrt{\frac{B(m_2 p^2 + k_1 + k_2)}{p^2 (m_1 p^2 + k_1 + k_0)}}. \qquad (22')$$

Четырехполюсник, в котором сопротивление нагрузки S''_{02} равно выходному характеристическому сопротивлению L_2 называется согласованным на выходе.

III. Коэффициент передачи механического четырехполюсника связан с определением отношений между силами и скоростями на входе и выходе. Пусть имеется четырехполюсник с согласованной нагрузкой, у которого

$$L_2 = S_{02} = \frac{Q_2}{v_2} = \sqrt{\frac{Б_{12} Б_{22}}{Б_{21} Б_{11}}}. \qquad (23)$$

Напишем уравнение в системе *Б*-параметров, используя (23)

$$Q_1 = Б_{11} Q_2 + Б_{12} v_2 =$$

$$= Б_{11} Q_2 + \frac{Б_{12} Q_2}{\sqrt{\frac{Б_{12} Б_{22}}{Б_{11} Б_{21}}}} = Q_2 \left(Б_{11} + \sqrt{\frac{Б_{12}^2 Б_{11} Б_{21}}{Б_{12} Б_{22}}} \right),$$

$$Q_1 = Q_2 \left(Б_{11} + \sqrt{\frac{Б_{12}^2 Б_{11} Б_{21}}{Б_{12} Б_{22}}} \right), \qquad (24)$$

$$v_1 = Б_{21} Q_2 + Б_{22} v_2 =$$

$$= Б_{21} v_2 \sqrt{\frac{Б_{12} Б_{22}}{Б_{11} Б_{21}}} + Б_{22} v_2 = v_2 \left(Б_{22} + \sqrt{\frac{Б_{12}^2 Б_{21} Б_{22}}{Б_{11} Б_{21}}} \right),$$

$$v_1 = v_2 \left(Б_{22} + \sqrt{\frac{Б_{12}^2 Б_{21} Б_{22}}{Б_{11} Б_{21}}} \right). \qquad (25)$$

Введем выражение $\mu^2 = {}^{L_1}\!/_{L_2}$ или $\mu = \sqrt{L_1 L_2}$, которое назовем коэффициентом передачи. Используя значения L_1 и L_2 из (21) и (22), имеем:

$$\mu^2 = \sqrt{\frac{Б_{11}Б_{12}}{Б_{21}Б_{22}}}\frac{1}{\sqrt{\frac{Б_{12}Б_{22}}{Б_{11}Б_{21}}}} = \quad ,(26)$$

$$= \sqrt{\frac{Б_{11}^2 Б_{12}Б_{21}}{Б_{22}^2 Б_{12}Б_{21}}} = \sqrt{\frac{Б_{11}^2}{Б_{22}^2}} = \frac{Б_{11}}{Б_{22}}$$

$$\mu = \sqrt{\frac{m_1 p^2 + k_1 + k_0}{m_2 p^2 + k_1 + k_2}}. \qquad (26')$$

Для симметричного четырехполюсника, когда $Б_{11} = Б_{22}$, $\mu = 1$.

Произведем преобразования выражений (24), (26)

$$\frac{Q_1}{Q_2} = Б_{11} + \sqrt{\frac{Б_{11}}{Б_{22}}}\cdot\sqrt{Б_{12}Б_{21}} = \qquad (27)$$

$$= Б_{11} + \mu\sqrt{Б_{12}Б_{21}} = \mu\left(\frac{Б_{11}}{\mu} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right);$$

$$\frac{1}{\mu}\frac{Q_1}{Q_2} = Б_{11}\frac{\sqrt{Б_{22}}}{\sqrt{Б_{11}}} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}} = \sqrt{Б_{11}Б_{22}} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}}.$$

Произведем преобразования выражений (25), (26)

$$\frac{v_1}{v_2} = Б_{22} + \sqrt{\frac{Б_{22}}{Б_{11}}}\sqrt{Б_{12}Б_{21}} =$$

$$= Б_{22} + \frac{1}{\mu}\sqrt{Б_{12}Б_{21}} = \frac{1}{\mu}\left(Б_{22}\mu + \sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right);$$

$$\mu\frac{v_1}{v_2} = \left(Б_{22}\sqrt{\frac{Б_{11}}{Б_{22}}} + \sqrt{Б_{12}Б_{22}}\right) = \qquad (28)$$

$$= \sqrt{Б_{11}Б_{22}} + \sqrt{Б_{12}Б_{22}}.$$

Так как правые части выражений (27),(28) равны, то

$$\left(\tfrac{1}{\mu}\right)\left(\tfrac{Q_1}{Q_2}\right) = \tfrac{\mu v_1}{v_2}$$

или

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \mu^2\frac{v_1}{v_2},\ \frac{Q_1}{v_1} = \mu^2\frac{Q_2}{v_2}, \qquad (29)$$

то есть отношение сил на входе и на выходе согласованного МЧП, уменьшенное в μ раз, равно подобному отношению скоростей, увеличенному во столько же раз.

IV. Коэффициент распространения механического четырехполюсника определяется через логарифм отношения сил или скоростей:

$$r = \ln\frac{Q_1}{\mu Q_2} = \ln\frac{\mu v_1}{v_2} = e^r, \qquad (30)$$

$$e^r = \frac{1}{\mu}\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\mu v_1}{v_2} = \sqrt{Б_{11}Б_{22}} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}}, \qquad (31)$$

$$e^r = \sqrt{\frac{(m_1 p^2 + k_1 + k_0)(m_2 p^2 + k_1 + k_2)}{k_1^2}} + \sqrt{\frac{B}{k_1^2}}. \qquad (31')$$

Если $r = 0$, то $e^r = 1$ и

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \mu;\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{\mu}. \qquad (32)$$

Отсюда следует, что μ представляет собой коэффициент передачи.

$$e^r = \sqrt{Б_{11}Б_{22}} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}},$$

$$e^{-r} = \frac{1}{\sqrt{Б_{11}Б_{22}} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}}}. \qquad (33)$$

Умножим и разделим выражение (33) на $(\sqrt{Б_{11}Б_{22}} - \sqrt{Б_{12}Б_{21}})$; помня, что $(Б_{11}Б_{22} - Б_{12}Б_{21}) = 1$ и $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$, имеем

$$(\sqrt{Б_{11}Б_{22}})^2 - (\sqrt{Б_{12}Б_{21}})^2 = 1,$$

$$e^r = \frac{\left(\sqrt{Б_{11}Б_{22}} - \sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right)}{\left(\sqrt{Б_{11}Б_{22}}\right)^2 - \left(\sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right)^2} = \qquad (34)$$

$$= \sqrt{Б_{11}Б_{22}} - \sqrt{Б_{12}Б_{21}}.$$

Складывая и вычитая выражения (31) и (33), получим:

$$e^r + e^{-r} =$$

$$= \left(\sqrt{Б_{11}Б_{22}} + \sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right) + \left(\sqrt{Б_{11}Б_{22}} - \sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right) =$$

$$= 2\sqrt{Б_{11}Б_{22}}.$$

$$ch(r) = \frac{e^r + e^{-r}}{2} = \sqrt{Б_{11}Б_{22}}; \qquad (35)$$

$$ch(r) = \sqrt{\frac{(m_1 p^2 + k_1 + k_0)(m_2 p^2 + k_1 + k_2)}{k_1^2}}; \qquad (35')$$

$$e^r - e^{-r} = 2\sqrt{Б_{12}Б_{21}};$$

$$sh(r) = \frac{e^r - e^{-r}}{2} = \sqrt{Б_{12}Б_{21}}; \qquad (36)$$

$$sh(r) = \sqrt{\frac{B}{k_1^2}}. \qquad (36')$$

V. Определение уравнений в системе *Б*-параметров в зависимости от вторичных параметров L, μ, r для несимметричного механического четырехполюсника. Будем последова-

тельно определять коэффициенты матрицы $\|Б\|$. *Определение* $Б_{11}$. Перемножим выражения (35) и (26):

$$\mu \cdot ch(r) = \sqrt{\frac{Б_{11}}{Б_{22}}}\sqrt{Б_{11}Б_{22}} = \sqrt{\frac{Б_{11}^2 Б_{22}}{Б_{22}}} = Б_{11}, \quad (37)$$

$$Б_{11} = -\frac{1}{k_1}(m_1 p^2 + k_1 + k_0) = \mu \cdot ch(r). \quad (37')$$

Определение $Б_{12}$. Перемножим выражения (21) и (22):

$$L_1 L_2 = \sqrt{\frac{Б_{11}Б_{12}}{Б_{21}Б_{22}}}\sqrt{\frac{Б_{12}Б_{22}}{Б_{11}Б_{21}}} = \sqrt{\frac{Б_{12}^2}{Б_{21}^2}} = \frac{Б_{12}}{Б_{21}};$$

$$\sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{\frac{Б_{12}}{Б_{21}}}. \quad (38)$$

Перемножим теперь выражения (36) и (38)

$$sh(r)\sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{Б_{12}Б_{21}}\sqrt{\frac{Б_{12}}{Б_{21}}} = \sqrt{\frac{Б_{12}^2 Б_{21}}{Б_{21}}} = Б_{12};$$

$$Б_{12} = sh(r)\sqrt{L_1 L_2}. \quad (39)$$

Определение $Б_{21}$. Разделим выражение (36) на (38):

$$\frac{sh(r)}{\sqrt{L_1 L_2}} = \sqrt{Б_{12}Б_{21}} \Big/ \sqrt{\frac{Б_{12}}{Б_{21}}} = \sqrt{\frac{Б_{12}Б_{21}^2}{Б_{12}}} = Б_{21};$$

$$Б_{21} = \frac{sh(r)}{\sqrt{L_1 L_2}}. \quad (40)$$

Определение $Б_{22}$. Разделим выражение (35) на (26):

$$\frac{ch(r)}{\mu} = \sqrt{Б_{11}Б_{22}} \Big/ \sqrt{\frac{Б_{11}}{Б_{22}}} = \sqrt{\frac{Б_{11}Б_{22}^2}{Б_{11}}} = Б_{22};$$

$$Б_{22} = \frac{ch(r)}{\mu}. \quad (41)$$

Уравнения в системе *Б*-параметров будут иметь вид:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= Б_{11}Q_2 + Б_{12}v_2 = \mu \cdot ch(r)Q_2 + sh(r)\sqrt{L_1 L_2}\,v_2; \\ v_1 &= Б_{21}Q_2 + Б_{22}v_2 = \frac{sh(r)}{\sqrt{L_1 L_2}}Q_2 + \frac{ch(r)}{\mu}v_2. \end{aligned}\right\} \quad (42)$$

Преобразовывая коэффициенты $Б_{11}$, $Б_{12}$, $Б_{21}$, $Б_{22}$, можно получить уравнения для другой системы параметров четырехполюсника [1].

VI. Определение уравнений в системе *Б*-параметров в зависимости от вторичных параметров L, μ, r для симметричного механического четырехполюсника. Если $Б_{11} = Б_{22}$; $L_1 = L_2 = L$; $\mu = 1$. В таком случае из (37) и (41) имеем

$$Б_{11} = Б_{22} = ch(r). \quad (43)$$

Из (39) $-Б_{12} = L \cdot sh(r)$, из (40) $-Б_{21} = \frac{sh(r)}{L}$.

Поэтому уравнения (42) имеют вид:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= ch(r)Q_2 + sh(r)Lv_2; \\ v_1 &= \frac{sh(r)}{L}Q_2 + ch(r)v_2. \end{aligned}\right\} \quad (44)$$

Определим из зависимости (44) общее выражение для входного сопротивления S_{01} симметричного механического четырехполюсника, имеющего на выходе произвольное сопротивление $S_{02} = {}^{Q_2}\!/_{v_2}$. Разделим первое уравнение на второе

$$S_{01} = \frac{Q_1}{v_1} = \frac{ch(r)Q_2 + Lsh(r)v_2}{\frac{sh(r)}{L}Q_2 + ch(r)v_2}. \quad (45)$$

Разделим в этом выражении числитель и знаменатель на $v_2 ch(r)$, принимая $S_{02} = {}^{Q_2}\!/_{v_2}$:

$$S_{01} = \frac{\frac{S_{02} + L\mathrm{th(r)}}{S_{02}\,th(r)}}{\frac{L}{L}+1} = \frac{L(S_{02} + L\mathrm{th(r)})}{S_{02}\mathrm{th(r)} + L};$$

$$S_{01} = \frac{L(S_{02} + L\mathrm{th(r)})}{S_{02}\mathrm{th(r)} + L}. \quad (46)$$

Произведем анализ последнего уравнения. Если $S_{02} = 0$, то

$$S_{01(MO)} = \frac{L(0 + L\mathrm{th(r)})}{0\mathrm{th(r)} + L} = L\mathrm{th(r)}; \quad (47)$$

если $S_{02} = \infty$, то

$$S_{01(XX)} = \frac{L\left(1 + \frac{L}{S_{02}}\mathrm{th(r)}\right)}{\mathrm{th(r)} + \frac{L}{S_{02}}};$$

$$S_{01(XX)} = \frac{L\left(1 + \frac{L}{\infty}\mathrm{th(r)}\right)}{th(r) + \frac{L}{\infty}} = \frac{L(1+0)}{th(r) + 0} = L \cdot \mathrm{cth(r)}. \quad (48)$$

Из (47) имеем

$$r = {}^{Arth(S_{01(MO)})}\!/_{L}, \quad (49)$$

а из (48) соответственно -

$$r = {}^{Arcth(S_{01(XX)})}\!/_{L}.$$

Исходя из (47) и (48), можно выражение (46) представить как :

$$S_{01}=\frac{L(S_{02}+Lth(r))}{S_{02}th(r)+L}=\frac{S_{02}+S_{01(MO)}}{\frac{S_{02}}{Lcth(r)}+1}=\frac{S_{02}+S_{01(MO)}}{\frac{S_{02}}{S_{01(XX)}}+1};$$

$$S_{01}=\frac{S_{02}+S_{01(MO)}}{1+\frac{S_{02}}{S_{01(XX)}}}.$$

Если перемножить (47) на (48), то имеем:

$$S_{01(MO)}\cdot S_{01(XX)}=Lth(r)Lcth(r)=L^2,$$

$$L=\sqrt{S_{01(MO)}\cdot S_{01(XX)}}. \qquad (50)$$

Из выражений (49) и (50) получить соответственно:

$$r=Arth\frac{S_{01(MO)}}{L}=Arth\frac{S_{01(MO)}}{\sqrt{S_{01(MO)}\cdot S_{01(XX)}}}=$$

$$=Arth\frac{S_{01(MO)}\sqrt{S_{01(MO)}}}{\left(\sqrt{S_{01(MO)}}\right)^2\sqrt{S_{01(XX)}}};$$

$$r=Arth\sqrt{\frac{S_{01(MO)}}{S_{01(XX)}}}.$$

VII. Затухание четырехполюсников.

Во всех значениях для r можно отделить вещественную часть от мнимой. Например, из (30):

$$e^r=\sqrt{Б_{11}Б_{22}}+\sqrt{Б_{12}Б_{21}},$$

а $$r=\ln\left(\sqrt{Б_{11}Б_{22}}+\sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right).$$

Для симметричного механического четырехполюсника, когда $Б_{11}=Б_{22}$, получим, что

$$r=\ln\left(Б_{11}+\sqrt{Б_{12}Б_{21}}\right). \qquad (51)$$

Так как $Б_{11}Б_{22}-Б_{12}Б_{21}=1$, то $Б_{11}Б_{12}Б_{21}=Б_{11}^2-1$; подставляя эту зависимость в (51), имеем $r=\ln\left(Б_{11}+\sqrt{Б_{11}^2-1}\right)$. Из таблиц функций имеем: $Arch(u)=\ln\left(u\pm\sqrt{u^2-1}\right)$, тогда получим, что

$$r=\ln\left(Б_{11}+\sqrt{Б_{11}^2-1}\right)=Arch(Б_{11})$$

или из (36) $$r=Arch(\sqrt{Б_{12}Б_{21}}).$$

В общем виде коэффициент r представляет собой комплексную величину

$$r=a_1+ja_2. \qquad (52)$$

В согласованном четырехполюснике, когда $Б_{11}=Б_{22}$ и $\mu=1$, из (30) имеем:

$$Q_1/Q_2=v_1/v_2=e^r;$$

$$r=\ln(Q_1/Q_2)=\ln(v_1/v_2).$$

Отношение комплексных амплитуд Q_1/Q_2 можно представить в показательной форме

$$Q_1/Q_2=Q_1/Q_2\,e^{j\xi}, \qquad (53)$$

где ξ - угол сдвига фаз между силами Q_1 и Q_2. Выражение (53) можно изобразить

$$r=\ln(Q_1/Q_2)=\ln(Q_1/Q_2\,e^{j\xi})=\ln\frac{Q_1}{Q_2}+j\xi=a_1+j\xi. \qquad (54)$$

Коэффициент a_1 называется собственным затуханием четырехполюсника и характеризует степень изменения амплитуд сил или скоростей при переходе от входа к выходу; коэффициент ξ называется фазовой постоянной и равен углу сдвига фаз между силами на входе и на выходе (то же для скоростей) согласованного четырехполюсника.

Величину a_1 можно изобразить, как

$$\ln\frac{Q_1}{Q_2}=a_1 \text{ или } \frac{Q_1}{Q_2}=e^{a_1}.$$

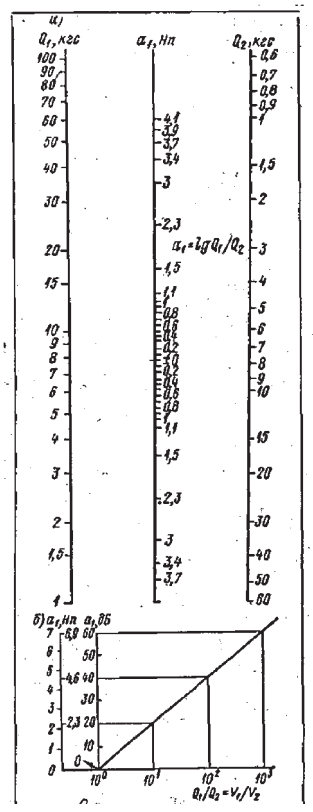


Рис. 3. Номограмма для определения затухания.

Затухание a_1 можно рассматривать и как показатель степени, в которую нужно возвести основание натурального логарифма e, чтобы получить отношение Q_1/Q_2 (или v_1/v_2). Это число содержит a_1 единиц, называемых неперами. Затухание $a_1 = 1$ Hn соответствует $Q_1/Q_2 = v_1/v_2 = e^1 = 2{,}78$, если $a_1 = 0$, то $Q_1/Q_2 = v_1/v_2 = e^0 = 1$. Зависимость между или затуханием в неперах и $Q_1/Q_2 = v_1/v_2$ изображена на рис. 3, а.

Затуханию в 2,3 Hn соответствует соотношение сил $Q_1/Q_2 = 10$; затуханию в 4,6 Hn соотношение сил, равное 100; и, наконец, затуханию в 6,9 Hn соответствует соотношение сил, равное 1000 (рис. 3, б).

Зачастую вместо соотношения в натуральных логарифмах $\ln Q_1/Q_2$ берут соотношение в десятичных логарифмах $\lg Q_1/Q_2$; в таком случае $a_1 = 2\lg Q_1/Q_2 = 2\lg v_1/v_2$ обозначается другой единицей, называемой белом: $Q_1/Q_2 = v_1/v_2 = 10^{a\,1/2}$, но единица бел весьма крупна и ею пользоваться неудобно, поэтому обычно пользуются единицей более мелкой, равной 0,1 Б и называемой децибелом: $a_1 = 20\lg Q_1/Q_2 = 20\lg v_1/v_2$; $Q_1/Q_2 = v_1/v_2 = 10^{a\,1/20}$.

На рис. 4 показано, что затуханию в 20 дБ соответствует соотношение сил, равное 10, затуханию в 40 *дБ* соответствует соотношение сил, равное 100, затуханию в 60 *дБ* соответствует соотношение сил, равное 1000.

Неперы и децибелы связаны между собой следующими зависимостями:

$a_1 = \ln Q_1/Q_2\ Hn = Q_1/Q_2\ дБ$.

Если $Q_1/Q_2 = 10$, то $\ln 10 = 20\lg 10$

или $2{,}3\,Hn = 20\,дБ$; $1\,дБ = 2{,}3/20 = 0{,}115\,Hn$;

$1\,Hn = 20/2{,}3 = 8{,}686\,дБ$.

Если любое число децибелов увеличивается или уменьшается на величину, кратную 20, то соответствующее отношение сил или скоростей увеличивается или уменьшается в 10^n раз, где n - число раз увеличения или уменьшения децибелов. Приближенные соотношения: 1,5 соответствует 3,5 *дБ*; 2 соответствует 6 *дБ*; 2,5 соответствует 8 *дБ;* 3 соответствует 9,5; 10 соответствует 20*дБ.* Следовательно, 34дБ = (20 + 8 + 6)дБ = 10*2,5*2 = 50(точная величина 50,12). Ориентировочно 1*дБ* соответствует около 11,5 % увеличения или уменьшения скорости или силы.

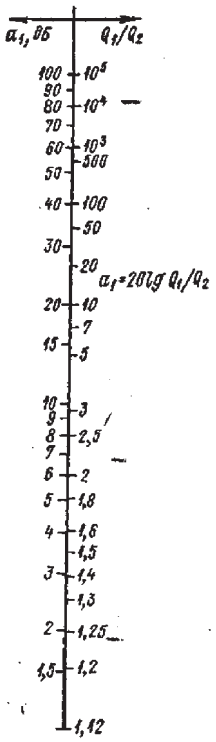


Рис. 4. Номограмма для определения затухания.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Елисеев С.В., Засядко А.А., Упырь Р.Ю., Московских А.О. Математические модели механических колебательных систем на основе использования четырехполюсников // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Вып. № 2(14). ИрГУПС. Иркутск. 2007. С.88-100.
2. Harris Cyril M., Piersot Allan G. Shock and vibration handbook. 5th ed. McGraw-Hill.2002. 726 с.
3. Дружинский И.А. Механические цепи. Ленинградское отделение изд-ва «Машиностроение». 1977. 240с.

Соболев В. И., Черниговская Т.Н.

УДК 621.06

ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ

При оценке влияния виброактивного технологического оборудования на состояние конструкций промышленных зданий и сооружений возникает необходимость моделирования процессов их динамического взаимодействия. Наиболее распространенные методы описания таких процессов основаны на дискретизации инерционных и жесткостных параметров элементов строительных конструкций (метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных разностей и т. д.).

Однако оценка погрешностей дискретизации динамических моделей с нерегулярными границами областей в большинстве случаев крайне затруднена и требует сравнения результатов многовариантных решений с различными величинами параметров дискретизации. В этих условиях актуальны задачи построения дискретно-континуальных динамических моделей конструкций, подверженных гармоническим воздействиям. Такие модели не имеют погрешностей, связанных с дискретизацией инерционных параметров.

Прямое формализованное описание задач динамики таких систем приводит к необходимости определения совместного решения совокупности уравнений в частных производных и обыкновенных дифференциальных уравнений. Трудность решения задачи в такой постановке усугубляется нерегулярностью границ областей и разнородностью граничных условий элементов конструкций.

Для расчета на стационарные гармонические воздействия конструкций, представленных совокупностью бесконечномерных балочных элементов, известен метод динамических податливостей, основанный на формировании уравнений динамического равновесия в соединительных узлах элементов по направлениям возможных перемещений узлов [1].

В работе [2] на основе развития методов динамической податливости разработаны дискретно-континуальные модели, включающие бесконечномерные изгибаемые элементы (балки), материальные точки, твердые тела и пружины. Создан программный комплекс, реализующий метод расчета систем, включающих произвольные комбинации таких элементов на стационарные гармонические воздействия.

Ансамбль балочных гармонических элементов (**ГаЭ**) формируется путем декомпозиции исходной динамической системы на изгибаемые одномерные конструктивы, ограниченные краевыми узлами. Для таких элементов осуществляется разрешение узловых динамических реакций и колебательных форм в процессе так называемого гармонического сканирования связей при различных допустимых вариантах краевых условий, задаваемых в граничных соединительных узлах элементов. Метод построения балочного **ГаЭ** основан на аналитическом выражении величин динамических реакций в зависимости от узловых гармонических перемещений по возможным степеням свободы узловых точек элементов конструкции, в которых осуществляется «сшивка» решений ансамбля гармонических элементов.

Наряду с балками в строительных конструкциях используются также плоские изгибаемые элементы (чаще всего в виде межэтажных перекрытий или рабочих площадок). Соответственно, представляет интерес включение в математические модели бесконечномерных изгибаемых гармонических элементов в виде тонких пластин. Такие элементы, так же как и балочные **ГаЭ,** обладая свойствами гибкой аппроксимации сложных границ

областей и разнородных граничных условий, могли бы включаться в ранее разработанные дискретно-континуальные модели (**ДКМ**). В отличие от балочного элемента в этом случае для большинства вариантов граничных условий не представляется возможным получить точные аналитические выражения решений [3,4].

Покажем, что принцип динамической податливости в сочетании с методом гармонического сканирования связей, используемый для построения балочного гармонического элемента, может быть успешно применен и в этом случае.

Рассмотрим вынужденные изгибные колебания тонкой пластины.

Введем следующие обозначения: ω - частота колебаний; h -толщина пластины; m - равномерно распределённая масса на единицу объёма; E - модуль деформаций изотропного материала.

Дифференциальное уравнение поперечных колебаний пластины имеет вид [3,4,7]:

$$\frac{\partial^4 W}{\partial x^4}+2\frac{\partial^4 W}{\partial x^2\partial y^2}+\frac{\partial^4 W}{\partial y^4}+\frac{mh}{D}\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}=0, \qquad (1)$$

где $D=\dfrac{Eh^3}{12\left(1-\mu^2\right)}$,

$W(x,y,t)$ -прогиб, μ - коэффициент Пуассона, t — параметр времени.

Так же как и в балочном элементе рассмотрим так называемые стоячие волны, получаемые при условии разделения переменных времени и пространства. Для этого представим функцию $W(x,y,t)$ в виде:

$$W(x,y,t)=\sin(\omega t)g(x,y). \qquad (2)$$

Получаем

$$\frac{D}{mh}\sin(\omega t)\left(\frac{\partial^4 g}{\partial x^4}+2\frac{\partial^4 g}{\partial x^2\partial y^2}+\frac{\partial^4 g}{\partial y^4}\right)=g\omega^2\sin(\omega t).$$

При $\sin(\omega t)\neq 0$

$$D\left(\frac{\partial^4 g}{\partial x^4}+2\frac{\partial^4 g}{\partial x^2\partial y^2}+\frac{\partial^4 g}{\partial y^4}\right)=\omega^2 mhg. \qquad (3)$$

Исключение параметра времени приводит к решению статической задачи, сформулированной в параметрах пространства в виде амплитуд перемещений и динамических реакций в связях. Действительно, при циклических воздействиях гармонического характера система переходит в стационарное динамическое состояние, которое охватывает подавляющую часть срока её эксплуатации. Поэтому большой интерес представляет прямой расчет стационарного состояния, минующий анализ переходного периода.

В отличие от балочных гармонических элементов [2] динамические реакции в узлах плоских элементов не удаётся определить в аналитическом виде. Для этих целей приходиться использовать приёмы аппроксимации, схожие с конечноэлементными. Однако в отличие от классических конечноэлементных моделей **при таком подходе удается избежать процедур дискретизации инерционных параметров пластины. Они остаются распределенными.**

Прямое использование классических приемов конечноэлементного построения **оказывается невозможным в силу того, что полученное уравнение (3) имеет в правой части неизвестную функцию** $\omega^2 mhg(x,y)$**, выражающую распределенную инерционную нагрузку при достижении точек поверхности пластины амплитудных значений, тогда как при построении конечных элементов (КЭ) она известна** и выражена зависимостью$q(x,y)$, определяющей **заданную** поверхностную распределенную нагрузку**.** Уравнение деформированного состояния элементарного участка пластины в этом случае имеет вид:

$$D\left(\frac{\partial^4 W}{\partial x^4}+2\frac{\partial^4 W}{\partial x^2\partial y^2}+\frac{\partial^4 W}{\partial y^4}\right)=q. \qquad (4)$$

Для построения **ГаЭ** прямоугольной пластины рассмотрим достаточно распространенный в практике конечноэлементных разработок вариант четырехузлового элемента с узлами, расположенными в вершинах углов. Используем принцип сканирования связей [2]. Для этого наложим на возможные перемещения узлов связи, обеспечивающие кинематическую узловую неподвижность изгибаемого пластинчатого элемента (рис. 1). В каждом узле необходимы три связи; одна линейная — по направлению оси Z и две угловых — в плоскостях ZoX иZoY.

Таким образом, степень кинематической подвижности элемента, которая определяет размерность параметрического пространства функции, интерполирующей поверхность перемещений$g(x,y)$, равна двенадцати [5,6].

Используя прием прямого построения модели [5,6] сформируем интерполирующей по-

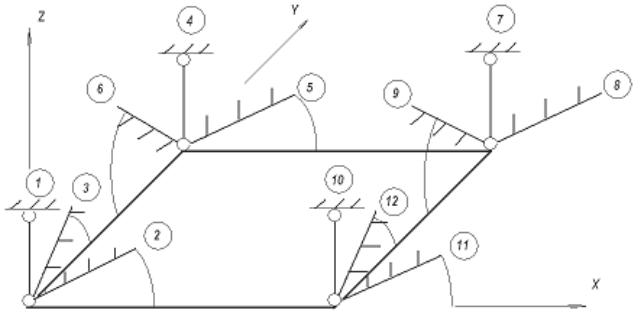


Рис. 1. Расчетная схематонкостенной пластины: 1,4,7,10 – номера линейных связей; 2,5,8,11 – номера угловых связей в плоскостях параллельных ZoX; 3,6,9,12 – номера угловых связей в плоскостях параллельных ZoY.

лином. Для его выбора воспользуемся треугольником Паскаля. Размерность параметрического пространства заставляет делать выбор двух членов полинома из пятой строки треугольника (рис. 2). Необходимость обеспечения топологической и параметрической симметрии ограничивает варианты выбора до двух. Очевидно, что использование членов содержащих x^4 и y^4 приведет к более интенсивным разрывам непрерывностей вдоль границ элементов, чем при использовании членов содержащих x^3y и xy^3Z [5]. С учетом этих соображений члены полинома, скомпонованные в треугольник Паскаля, имеют вид, приведенный на рис. 2.

На рисунке скобки не обозначают матрицу, а являются признаком упорядоченной компоновки!

Таким образом,

$$g(x,y) \approx \Delta(x,y) \cdot A_1, \qquad (5)$$

где $\Delta(x,y) = (1, x, y, x^2, xy, y^2, x^3, x^2y, xy^2, y^3, x^3y, xy^2)$,

$A_1 = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12})^T$.

Здесь индекс вектора определен номером перемещаемой связи.

Определение элементов вектора A_1 при единичном перемещении первой связи и фиксации всех остальных в нулевом положении

$$\begin{pmatrix} . & . & . & a_1 & . & . & . \\ . & . & a_2 x & . & a_3 y & . & . \\ . & a_4 x^2 & . & a_5 xy & . & a_6 y^2 & . \\ a_7 x^3 & . & a_8 x^2 y & . & a_9 xy^2 & . & a_{10} y^3 \\ . & a_{11} x^3 y & . & . & . & a_{12} x y^3 & . \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Члены интерполирующего полинома в треугольнике Паскаля.

осуществляется путем решения системы уравнений:

$$\begin{bmatrix} \Delta(0,0) \\ \partial\Delta(x,y)/\partial x\big|_{x=0,y=0} \\ \partial\Delta(x,y)/\partial y\big|_{x=0,y=0} \\ \Delta(0,c) \\ \partial\Delta(x,y)/\partial x\big|_{x=0,y=c} \\ \partial\Delta(x,y)/\partial y\big|_{x=0,y=c} \\ \partial\Delta(x,y)/\partial x\big|_{x=b,y=0} \\ \partial\Delta(x,y)/\partial y\big|_{x=b,y=0} \end{bmatrix} \cdot A_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \qquad (6)$$

где b и c - размеры прямоугольного элемента по осям x и y соответственно.

Подстановка полученного решения в (5) определяет функцию перемещений при рассмотренном состоянии связей.

Скомпонуем вектор деформаций изгиба пластины в виде:

$$\{\chi\} = (\chi_x \;\; \chi_y \;\; \chi_{xy})^T, \qquad (7)$$

где $\chi_x = \frac{\partial_2 g}{\partial x^2}$, $\chi_y = \frac{\partial_2 g}{\partial y^2}$, $\chi_{xy} = \frac{\partial_2 g}{\partial x\, \partial y}$ - величины кривизны изгиба и скручивания пластины.

Если вектор изгибающих и скручивающего моментов записать в виде:

$$\{M\} = (M_x \;\; M_y \;\; M_{xy})^T, \qquad (8)$$

то справедливо [7]:

$$\{M\} = G\{\chi\}, \qquad (9)$$

где для изотропного материала пластины

$$G = D \cdot \begin{bmatrix} 1 & \mu & 0 \\ \mu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\mu}{2} \end{bmatrix}.$$

Выполняя преобразование (9) с использованием (7), (8) имеем выражение компонент вектора $\{M\}$ через элементы вектора A_1, - то есть через параметры интерполирующей функции.

Для определения реакций в связях воспользуемся условиями равновесия элементарного участка пластины [5,7]:

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + g(x,y) = 0, \qquad (10)$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x}+\frac{\partial M_{xy}}{\partial y}+Q_x=0, \qquad (11)$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x}+\frac{\partial M_{xy}}{\partial y}+Q_x=0. \qquad (12)$$

Подстановка ранее найденных выражений компонент вектора $\{M\}$ в (11) и (12) позволяет определить величины перерезывающих сил Q_x, Q_y.

Условие равновесия (10) выполняется на расчетной области почти всюду за исключением угловых точек, в которых величины Q_x, Q_y имеют разрыв в силу того, что в этих точках возникают реакции в линейных связях. Для угловых точек справедливы условия равновесия в виде:

$$Q_x+Q_y+r_{i1}=0, \qquad (13)$$

где i - номер линейной связи, в которой формируется реакция от единичного перемещения первой связи. Величины реакций r_{i1} определяются из равенства (13) при подстановке в выражения Q_x, Q_y соответствующих координат узловых точек. Выражения реакций в угловых связях определяются аналогичным образом из условий равновесия моментов в узловых точках. Полученные величины r_{i1} формируют первый столбец матрицы R единичных реакций, определенных при помощи параметров вектора A_1, выраженных, в свою очередь, через: геометрические параметры h, b,c; механические параметрыm, E, μ пластины; и частоту воздействия ω.

Сформированные компоненты матрицы R не учитывают влияния распределенной инерционной нагрузки $\omega^2 mhg(x,y)$, расположенной в правой части уравнения (3). Для ее учета воспользуемся теоремой о взаимности работ [6], согласно которой работа по преодолению внешних сил при перемещении связи равна работе, совершенной поверхностной нагрузкой при прогибах пластины.

Исходя из этого, при перемещении связи с номером i имеем:

$$\frac{r_{ii}^m}{2}1=\int_0^b dx\int_0^c \frac{\omega^2 mhg^2(x,y)}{2}dy. \qquad (14)$$

Таким образом, окончательно диагональный элемент формируется в виде суммы

$$r_{ii}^{\Sigma}=r_{ii}+r_{ii}^m. \qquad (15)$$

Формирование второй строки матрицы R осуществляется аналогично при единичном перемещении второй связи. Система уравнений (6) при этом имеет вид:

$$\nabla\cdot A_2=(0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)^T,$$

где ∇ - матрица узловых условий поля перемещений.

Как и в системе уравнений (6) матрица ∇определена в виде:

$$\nabla=\begin{bmatrix}\Delta(0,0)\\ \partial\Delta(x,y)/\partial x\big|_{x=0,y=0}\\ \partial\Delta(x,y)/\partial y\big|_{x=0,y=0}\\ \Delta(0,c)\\ \partial\Delta(x,y)/\partial x\big|_{x=0,y=c}\\ \partial\Delta(x,y)/\partial y\big|_{x=0,y=c}\\ \partial\Delta(x,y)/\partial x\big|_{x=b,y=0}\\ \partial\Delta(x,y)/\partial y\big|_{x=b,y=0}\end{bmatrix}. \qquad (16)$$

Последовательное решение систем уравнений вида (6) с бегущей единицей в правой части равносильно обращению матрицы узловых условий V, поэтому справедливо:

$$\nabla^{-1}=A, \qquad (17)$$

где $A=(A_1, A_2, \ldots A_{12})^T$.

Выполнение операций (7) – (15) с последовательной подстановкой столбцов матрицы Aв выражение (5) формирует матрицу жесткостей (единичных реакций) R, что позволяет аппроксимировать амплитудные состояния стационарных колебаний изгиба посредством узловых соотношений вида:

$$R\cdot U=F, \qquad (18)$$

где U - вектор обобщенных узловых перемещений, а F - вектор узловых сил.

Используя полученные результаты, имеем возможность вектору обобщенных узловых перемещений поставить во взаимнооднозначное соответствие аналитическое выражение, определяющее вынужденную межузловую колебательную форму [2] бесконечномерного элемента и вектор узловых динамических реакций, позволяющий производить формирование модели в виде ансамбля ГаЭ.

Таким образом, моделирование стационарных колебательных процессов в системах, включающих тонкие пластины, осуществляется на основе использования элементов с распределенным характером инерционных параметров.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Колоушек В. Динамика строительных конструкций. - М.: Издательство литературы по строительству, 1965.- 632 с.
2. Соболев В. И. Дискретно-континуальные динамические системы и виброизоляция промышленных грохотов. — Иркутск: Изд. ИрГТУ, 2002.-202 с.
3. Смирнов А. Ф. Устойчивость и колебания сооружений. — М.: Гострансжелдориздат, 1958. — 571 с.
4. Смирнов А. Ф., Александров А.В., Лащеников Б.А., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. — М.: Стройиздат, 1584. — 416 с.
5. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы. — М.: Мир, 1984.-428 с.
6. Бате К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечного элемента. — М: Стройиздат, 1982. — 447 с.
7. Вайнберг Д. В., Вайнберг Е. Д. Пластины, диски, балки-стенки (прочность, устойчивостьи колебания). — Киев: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре УССР, 1959. — 1050 с.
8. Ильин М. М., Колесников К. С., Саратов Ю. С. Теория колебаний. - М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2003. —271 с.

Коптев А.В., Гозбенко В.Е. УДК621.311

НАВИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Преимуществами волоконно-оптических кабелей являются их большая пропускная способность, возможность получения высоких скоростей передачи информации, нечувствительность к электромагнитным помехам, отсутствие электромагнитного излучения. Из этого следует, что волоконно-оптические кабели подходят для прокладки их по линиям электропередач.

Для России, самой протяженной загородной инфраструктурой являются воздушные линии электропередач (ЛЭП) и линии железных дорог. Линии электропередач среднего класса напряжений (6—35 кВ), которые проходят в непосредственной близости от загородных объектов.

Такие ЛЭП идут от подстанций до объектов потребления электроэнергии наикратчайшими путями. И это обстоятельство привлекает внимание операторов связи и крупных корпораций к использованию линий электропередач среднего класса наряду с высоковольтными линиями электропередач для строительства загородных сегментов сетей связи. В этом случае не требуется решать вопросы, связанные с землеотводом, переходом через дороги, реки, овраги и возвышенности, так как они были решены еще в период строительства ЛЭП. Важно также и то, что объекты энергопотребления, как правило, совпадают с потребителями услуг связи.

Способы прокладки волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) на железнодорожном транспорте. На существующей сети железных дорог применяются различные виды прокладки ВОЛС, это зависит от местности прокладки и условий.

Основным видом прокладки является подвеска диэлектрического самонесущего оптического кабеля как показано на рис. 1. Подвеска волоконно-оптического кабеля может производиться на эксплуатируемые металлические или железобетонные опоры контактной сети и на железобетонные или деревянные опоры линий автоблокировки при условии, что несущая способность этих опор достаточна для восприятия всех действующих и дополнительных нагрузок от подвешиваемого волоконно-оптического кабеля [3,5]. Одним из видов прокладки ВОЛС на железной дороге (пока не получил широкого применения) явля-

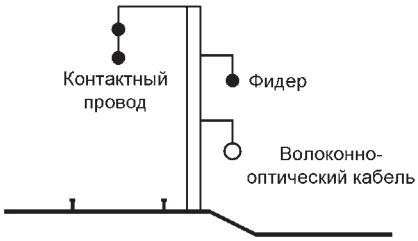


Рис. 1. Подвеска диэлектрического самонесущего оптического кабеля.

ется прокладка оптического волокна в защитных полимерных трубках (ЗПТ). Для прокладки волоконно-оптического кабеля в магистральном трубопроводе предусматривается, как правило, способ прокладки в потоке воздуха (с использованием плунжеров и без них). На коротких участках (местные сети, вводы, ответвления) затяжка кабеля может производиться вручную или механизированным способом. При строительстве трубопроводов применяются пластмассовые трубки из полиэтилена высокой плотности. Строительство трубопроводов предусматривается как в полосе отвода железных дорог, так и в земляном полотне [2, 3, 8, 9].

Прокладка бронированного оптического кабеля в грунт (траншейная прокладка, где нет возможности подъезда крупной техники) и прокладка кабелеукладчиком [3].

Так же существует еще целый ряд способов, не применяющихся на железной дороге. Стандартными и наиболее распространенными технологиями прокладки волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) по ЛЭП являются замена грозотроса на грозотрос с волокном. Технология замены фазного провода на провод с волокном используется редко из-за своей дороговизны. Однако эти технологии неудобны или практически не применимы для ЛЭП среднего класса напряжений. В частности, на этих ЛЭП в большинстве случаев отсутствует грозотрос и добавление грозотроса с волокном невозможно. Самонесущий кабель часто не вписывается в конструкцию ЛЭП, уменьшает ее надежность из-за дополнительных ветровых и гололедных нагрузок [6, 7, 10, 11].

Навивка ВОЛС на существующую инфраструктуру ЛЭП. Суть способа навивки заключается в следующем. Катушка с кабелем устанавливается на навивочной машинке, машинка катится по проводу ЛЭП и одновременно вращает катушку с кабелем вокруг провода, обеспечивая балансировку и натяжение кабеля при минимальном воздействии на несущий провод. В результате кабель спирально накручивается на провод с постоянным шагом навива.

Масса машинки с кабелем не превышает 37 кг, максимальный размах вращения катушки не более 0,5 м запас кабеля на одной катушке до 1000 метров (для кабеля $d = 6{,}5$ мм), т.е. при использовании кассеты из двух катушек максимальная длина навивки составляет 1 км. Машинка приводится в движение с помощью буксировочного троса, вручную, с земли. Скорость движения машинки по проводу составляет порядка 0,5 – 1 м/сек, переход через опору занимает не более 10 мин. Поднятие машинки на опору, буксировка, переходы через опору могут производиться бригадой монтажников, состоящей из 3 – 4 человек. Таким образом, на прокладку прямолинейного участка длиной в 1 км требуется не более 3 – 5 часов [4].

Строительные длины навитого оптического кабеля соединяются друг с другом с использованием подвесных сварочных муфт. Сварные соединения закрепляются в стандартной сварочной кассете (сплайс-пластине), затем кассета вместе с катушкой с запасом кабеля, помещается в герметичную муфту, которая подвешивается на проводе с помощью стандартных креплений.

Вес муфты с запасом кабеля и сплайс-пластиной не превышает 5 кг. Соединительная муфта (рис. 2), имеет обтекаемую форму, подобную диску, подвешенному на проводе параллельно поверхности земли, для того, чтобы не оказывать большого сопротивления ветру, и не увеличивать ветровую нагрузку на опоры.

В процессе эксплуатации линии все муфты находятся под высоким напряжением, что исключает несанкционированный доступ к ним. Все металлические детали муфты, имеющие контакт с атмосферой, хорошо защищены атмосферостойким покрытием в соответствии с требованиями стандартов. Для защиты корпуса муфты от прострела дробью ни-

Рис. 2. Соединительная муфта.

жняя крышка выполнена из утолщенной стали.

Несмотря на то, что в конструкции кабеля применены только диэлектрические материалы, возможно стекание токов короткого замыкания по поверхности оболочки кабеля. Для перехода волоконно-оптического кабеля с высоковольтного провода на заземленные конструкции опоры в начале и конце навивного участка применяется сводной изолятор, внешний вид которого показан на рис. 3.

По продольной оси сводной изолятор имеет канал для пропускания волоконно-оптического навивного кабеля. На концах изолятора расположены герметичные разъемы, при помощи которых ввод и вывод кабеля надежно защищены от попадания атмосферных осадков в канал изолятора. Сверху сводной изолятор крепится к высоковольтному проводу, а снизу с помощью кронштейна — к опоре линии электропередач (ЛЭП) [1].

Схема выполнения операций по навивке оптического кабеля на провода высоковольтных линий 6-10 кВ приведена на рис. 4. Навивочная машинка (1) движется по проводу (2), при переходе изоляторов кабель крепится к проводу зажимом (3), на изоляторе кабель защищен протектором (4), схематически изображена соединительная муфта (5) с зажимом (6), и показан сводной изолятор (7) со своим зажимом (8), кронштейном (9) и выводом кабеля (10) в подземный участок линии, (11) контактная сеть.

Преимущества навивки ВОЛС и сравнение с другими способами. Из выше сказанного следуют преимущества предлагаемой технологии: тонкий и легкий кабель не содержит армирующих элементов и имеет низкую цену; использование готовой инфраструктуры существенно снижает стоимость строительства загородных волоконно-оптических линий связи; тонкий кабель практически не создает дополнительных нагрузок на компоненты ЛЭП, что особенно важно для районов с сильными ветрами или активным гололедообразованием; кабель, особенно если это будет стальная трубка с волокном, работает как единое целое с несущим проводом при значительных изменениях температуры окружающей среды. Это позволяет использовать технологию навивки в районах крайнего севера; малый вес кабеля и оборудования для его укладки позволяет при монтаже обойтись ручным трудом и средствами малой механизации. Это актуально для труднодоступных и горных районов; навивочная машина при укладке кабеля опирается только на провод ЛЭП. Это позволяет преодолевать сложные переходы (реки, ущелья, автомобильные и железнодорожные магистрали) практически без увеличения затрат по сравнению с обычными участками линий электропередач; гасится вибрация за счет навитого кабеля; довольно низкая стоимость технологии навивки может быть особенно актуальная для строительства ВОЛС в сельской местности; состав монтажной бригады примерно 6 человек; нет необходимости в использовании тяжелой и специальной техники; монтаж и обслуживание кабельной системы может осуществлять персонал обслуживающий линии электропередач. Бригада из 15 человек может прокладывать до 4 км в день, 6 человек — до 1 км в день при длительности рабочего дня 4-5 часов.

Рис. 3. Сводной изолятор.

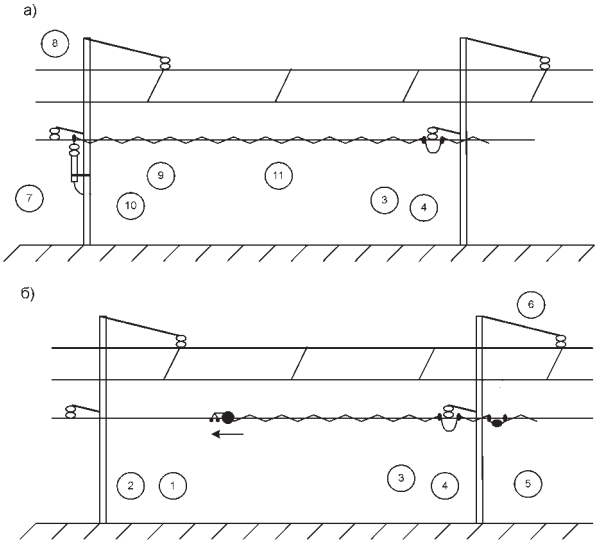


Рис. 4. Схема возможности выполнения навивки оптического кабеля на провода высоковольтных линий 6-10 кВ: а) со спуском с опоры; б) без спуска с опоры.

Навивные кабели — это объект, подверженный тем же самым воздействиям окружающей среды, что и оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос (ОКГТ) и оптический самонесущий кабель (ОКСН). Так ка-

бель, навитый на грозозащитный трос или фазовый провод подвержен той же вибрации, ветровым и гололедным нагрузкам, что и несущий его провод. Дополнительная нагрузка, привносимая навивным кабелем сравнительно мала и составляет 35-50 кг/км. Поскольку диаметр кабеля - небольшой, а шаг навивки около 500 мм, то только небольшой процент площади на единицу длины подвержен ветровому давлению. Несущий провод приобретет небольшую подъемную силу из-за накрутки на него навивного кабеля. Эта сила по своей природе аналогична аэродинамической силе, действующей на крыло самолета. Несмотря на то, что нарастание гололеда на провод с навитым на него кабелем происходит немного быстрее, чем на голый провод, это происходит только до тех пор, пока навивной кабель не покроется льдом, а дальше рост гололеда идет с обычной скоростью.

Хотя навивка кабеля не вызывает дополнительной вибрации, необходимо провести полный набор тестов на вибрацию для того, чтобы убедиться в надежности системы. При этом тестироваться должен не только сам кабель, но и все крепления.

Одним из главных преимуществ при навивке кабеля на линиях с рабочим напряжением более 150 кВ является то, что благодаря большому расстоянию между проводами и землей инсталляция может проходить без отключения линии. Эксплуатационное обслуживание правильно навитого кабеля требует минимальных затрат денежных и людских ресурсов. Когда происходит обрыв или требуется получить доступ к проводнику, на который навит кабель, может применяется специальная сматывающая машинка.

Основные сферы применения навивной технологии:

— Сельская связь.

Наиболее важным фактором здесь является цена. Технология навивки может обеспечить исключительно низкие затраты на строительство проводного доступа к сельским объектам. Как это ни парадоксально, для многих сельских районов оптический кабель может оказаться значительно дешевле, чем прокладка медных кабелей, и даже дешевле радиорелейной связи;

— Отраслевая технологическая связь.

К ним относятся газовые и нефтяные месторождения, крупные комбинаты, не электрифицированные железные дороги. Кроме затратной стоимости, для этой категории актуальна возможность прокладки ВОЛС в труднодоступной местности и в районах с суровым климатом;

— Строительство магистралей.

Навивной кабель может использоваться для строительства резервных участков магистралей. Для операторов часто важно быстро и с наименьшими затратами построить магистраль для развития бизнеса на новых территориях. Скорость и экономичность навивной технологии является ключевыми факторами для реализации таких проектов. В последующем, имея клиентскую базу, оператор может проложить еще один кабель, используя традиционные технологии,например, уложив кабель в грунт. Кабель, навитый на провода ЛЭП, при этом останется в качестве резерва [4].

Заключение.

Из всего выше сказанного следует, что применение навивной технологии на железной дороге имеет хорошие перспективы. Применение новых, усовершенствованных компонентов для реализации проектов строительства волоконно-оптических линий связи методом навивки может обеспечить в конечном итоге экономию денежных средств или сокращение временных затрат на строительство волоконно-оптических линий связи.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Гаскевич Е.Б., Хегай И.И. Навивная волоконно-оптическая линия передачи. LIGHTWAVE Russian Edition. 178с.
2. Коток В.Б., Гончаров А.В. Полимерные трубки для прокладки оптических кабелей — новое средство строительства ВОЛС. Методы испытаний. Фотон-Экспресс. №20. 2000. С.17-19.
3. Нормы технологического проектирования цифровых телекоммуникационных сетей на федеральном железнодорожном транспорте (НТП-ЦТКС-ФЖТ-2002). Министерство путей сообщения Российской федерации. — М.:"ТРАНСИЗДАТ", 2002. — 236 с.
4. Патент № 2205486 от 09.06.2003. Технология прокладки волоконно-оптического кабеля по проводу воздушной линии электропередач.
5. Правила подвески и монтажа самонесущего волоконно-оптического кабеля на опорах контактной сети и высоковольтных ли-

ний автоблокировки (утверждены МПС России 16.08.99. № ЦЭ/ЦИС-677). 18с.
6. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 0.4-35 КВ. 26с.
7. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 КВ и выше. 17с.
8. Правила по строительству волоконно-оптических линий железнодорожной связи с прокладкой кабелей в пластмассовых трубопроводах (утверждены указанием МПС РФ от 16.06.99 № А-1062у). 24с.
9. Типовые материалы для проектирования 419918. ВОЛП ЖТ. Линейные сооружения. Пластмассовые трубопроводы для прокладки волоконно-оптического кабеля. ШП-65-99 (утверждены указанием МПС РФ от 24.02.2000. № М-390у). 39с.
10. Recommendation ITU-T L.34. Installation of Optical Ground Wire (OPGW) cable (Инсталляция волоконно-оптических кабелей, встроенных в трос грозозащиты (OPGW)).
11. Recommendation ITU-T L.26.Optical fibre cables for aerial application (Волоконно-оптические кабели воздушных линий).

Лонцих П.А., Борюшкина С.А., Чарный С.М. УДК 621.01(07)

ВИБРОДИАГНОСТИКА И МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

С переходом к рыночным отношениям процесс вывода на рынок новых товаров стал стремительным и, нередко - непредсказуемым. В товар превратились все предметы обихода, орудия труда, машины, здания и даже земля и рабочая сила, приобретаемые на рынке труда собственника средств производства. Конкуренция вынуждает производителя постоянно увеличивать капитал и совершенствовать производство, что способствует быстрому развитию производительных сил, постоянным переворотам в технике, которые сопровождаются ростом масштабов производства, а также углублением разделения труда.

Улучшение экономического состояния предприятий России невозможно без улучшения качества и конкурентоспособности продукции, что, в свою очередь, повышает и конкурентоспособность самих предприятий. Конкурентоспособность определяют как «совпадение характеристик товара и требований потребителя, при котором соблюдаются интересы производителя и потребителя, означающее полное соответствие товара условиям рынка». Часто авторы пользуются понятием конкурентоспособности предприятия, понимая под ней «возможность эффективной хозяйственной деятельности и ее практической прибыльной реализации в условиях конкурентного рынка. Производство и эффективная реализация конкурентоспособных товаров и услуг - обобщающий показатель жизнестойкости предприятии, его умения эффективно использовать свой производственный, научно-технический, трудовой, финансовый потенциал».

Математическую модель конкурентоспособности продукции предприятия можно описать эластичностью. Эластичность — это реакция рыночной коньюктуры на изменение величины отдельных ее составляющих. Аналитическим выражением эластичности является эмпирический коэффициент эластичности. Оценка конкурентоспособности изделия с использованием значения эластичности дает возможность поставить задачу управления конкурентоспособностью в многомерном пространстве технико-экономических признаков.

Практика показывает, что конкуренция — относительно дешевый и достаточно эффективный метод экономического кон-

троля, который стоит обществу минимальных затрат. В условиях равновесия на рынке или превышения предложения над спросом главным фактором конкурентоспособности продукции становиться ее качество. Качество создается на всех стадиях производства. Не может быть качественным товар, который, хотя и соответствует всем техническим требованиям и спецификациям, но не нужен потребителю. Уровень качества продукции в эксплуатации (потреблении) характе-ризуется следующими показателями:

•коэффициент дефектности;

•затраты на устранение и переделку брака, обнаруженного во время технического контроля;

•расходы на удовлетворение претензий потребителей в связи с выявлением дефектов или недостатков в процессе эксплуатации или потребления товаров.

В зарубежных фирмах средний уровень брака не превышает 2—3% объема выпускаемой продукции. Для американских фирм нормальным считается допуск брака в размере 1%. Для японских фирм эта норма рассматривается как чрезмерная.

При оценке уровня качества продукции используются как технические, так и экономические данные. Обоснование выбора номенклатуры показателей качества производится с учетом:

•назначения и условий использования продукции;

•анализа требований потребителя;

•задач управления качеством продукции;

•состава и структуры характеризуемых свойств;

•основных требований к показателям качества.

Оценка качества продукции предполагает выполнение соответствия показателей качества продукции требованиям потребителей и выбор, в случае необходимости, направления улучшения его качества.

При проведении контроля и проверке качества продукции государственные надзорные органы и специализированные организации руководствуются нормативными актами и стандартами России. Поэтому изделия должны удовлетворять обязательным требованиям, соответствующих стандартов.

Следует отметить следующие аспекты качества продукции:

а) определение требований к продукции и приведение их к современному уровню;

б) разработка продукции, характеристики которой позволяют отвечать требованиям и возможностям рынка и иметь необходимую потребителям ценность;

в) обеспечение производства качественной продукции (соблюдения требований, заложенных разработчиком при проектировании изделий);

г) обеспечение технического обслуживания изделий в процессе их эксплуатации, для поддержания требуемого уровня надежности и безопасности.

Тяжелые условия эксплуатации приводят к большим нагрузкам деталей, что вызывает разрушение ответственных деталей, особенно это усугубляется при наличии дефектов технологического характера. Для обеспечения контроля качества продукции предприятия, выявления причин разрушения в процессе эксплуатации используется металлографический анализ. Металлография изучает влияние химического состава и различных видов обработки на структуру металла, и, соответственно, на эксплуатационные свойства изделия.

Под контролем качества понимается проверка соответствия количественных или качественных характеристик свойств продукции. Суть контроля заключается в получении информации о состоянии объекта контроля, о признаках и показателях его свойств и сопоставлении полученных результатов с установленными требованиями. При металлографическом исследовании проводится анализ микро- и макроструктуры, изучается изломы в местах разрушения, что позволяет выявить дефекты металла, которые могут понизить эксплуатационные свойства и надежность изделий в работе.

Система управления качеством, основанная на международном стандарте качества ИСО 9000:2000, предполагает расширение и усиление связей как с поставщиком, так и с потребителем. Это реализуется в том, числе при приемочном контроле (входном и выходном). Металлографические исследования являются как входным видом контроля, пооперационным, и обязательно контролем готовой продукции, так как своевременное выявление брака позволяет повысить эффективность производства и уменьшить разрушения изделий в процессе эксплуатации.

Анализ металлографии проводится на специальных образцах — шлифах, которые получаются из части изделия определенным образом (обязательно на первом этапе шлифуем, а затем полируем на полировочном станке с добавлением раствора окиси хрома). На нетравленых шлифах определяются такие дефекты как поры, трещины, неметаллические включения (шлаки). Рассматриваем образцы при двух увеличениях: при малом (50 — 100), для составления общего представления об образцах; и при большой — для изучения деталей по нетравленой поверхности (строение и цвет неметаллических включений: форму графитных зерен и т. п.). Травление проводится универсальным реактивом (4%-ый спиртовой раствор HNO_3 по ГОСТ 5639-51). После травления определяют структуру металла, фазы, величину и расположение зерна, проводилась ли термообработка. Эти факторы влияют на физические и механические свойства сплавов.

Проведение металлографического анализа при разрушении конструкции позволяет выявить причины возникновения дефекта и, в конечном итоге, излома. Это дает возможность анализа техноогии изготовления и ма - териала. Иногда причиной возникновения излома служат ошибки технологического характера, иногда — дефекты при литье стали. При проведении анализа на стадии литья дает возможность проконтролировать количество дефектов, а термообработка — изменения прочностных и пластических свойств, что позволяет увеличить срок службы изделия и его качество.

Превращение в машинах и механизмах одних видов энергии в другие, преобразование форм движения, осуществление рабочих процессов неизбежно связано с появлением переменных сил и моментов, порождающих вибрацию. Она отрицательно влияет на прочность и износ изделий, на надежность и безопасность машин, несущих конструкций, сооружений и оказывает вредное влияние на физиологическое состояние людей. При достижении определенных значений вибрация может вызвать нарушение рабочих процессов, привести к расстройке систем управления и регулирования, искажению показаний приборов, усиленному износу кинематических пар, поломкам деталей и авариям машин.

Важность исследования вибрационных параметров технологического оборудования горнообогатительных фабрик определяется тем, что его ресурс, техническое состояние, а также изменение параметров элементов, содержащих контактные пары (подшипники, фрикционные пары, зубчатые передачи и т.п.), зависит от частот собственных колебаний. Проведение периодического вибромониторинга является основой обслуживания оборудования горнообогатительных фабрик по фактическому техническому состоянию. Целью вибромониторинга является минимизация затрат и обеспечение возможности персоналу фабрик распознавать техническое состояние технологического оборудования и точно идентифицировать возможные проблемы во избежание внеплановых остановов и отказов, приводящих к простоям и дорогостоящему ремонту. Вибродиагностика является эффективным методом снижения вероятностей внеплановых остановов и отказов. Для ограничения вибрации в различных областях техники устанавливают требования и нормы для ее регламентации. При установлении норм вибрации машин необходимо исходить из требований обеспечения необходимых показателей надежности (наработка на отказ, ресурс до капитального ремонта и другими) и безопасности.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. МС ИСО 9001:2000. Системы менеджмента качества — Требования.
2. Управление качеством: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Управление качеством» / И. И. Мазур, В.Д. Шапиро. — 3-е изд., стер. — М.: Издательство Омега-Л, 2006. — 400 с.
3. Лонцих П.А., Шулешко А.Н., Борюшкина С.А.Диагностика и металлографический анализ оборудования на горно-обогатительных фабриках. «Весник ИрГТУ», №1(25)-2006, С.73-76.
4. Воронов А.А. Моделирование конкурентоспособности продукции // Стандарты и качество. 2004. №11. С.44.
5. П.А.Лонцих, А.Н.Шулешко. Защита технологических машиностроительных систем и оборудования от вибраций и ударов / — Иркутск, 2002.-178с.

Кобзов Д.Ю., Плешивцева С.В., Жмуров В.В. УДК 621.225.2

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОПРИВОДА ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Из существующих ныне тенденций развития строительного и дорожного машиностроения, совпадающих в какой-то степени с зарубежным опытом, особо можно выделить рост единичных мощностей машин и их полную либо частичную гидрофикацию наряду с повышением качества и надежности.

Применительно к гидроцилиндрам привода рабочего оборудования машин, увеличение их единичных мощностей, кроме всего прочего, неразрывно связано с повышением уровня давления рабочей жидкости гидросистем, увеличением скорости перемещения штока и его хода, а, следовательно, размеров гидроцилиндров, и, зачастую, интенсивности использования во времени.

Негативным проявлением этого, применительно к гидроцилиндрам повышенного типоразмера, является резкое увеличение эксплуатационных нагрузок, ухудшение условий и режима функционирования, а, вслед за этим, неизбежное многогранное снижение их надежности, как комплексного свойства технических объектов — в лучшем случае. В худшем — не исключена вероятность создания заранее неработоспособного гидроцилиндра. Все вышеизложенное в полной мере качественно отражено и количественно проиллюстрировано, например, в работах отечественных и зарубежных исследователей.

Анализ кинематических особенностей гидрофицированных технических объектов, работающих в условиях, обозначенных объективными требованиями и субъективными намерениями потребителей, позволил сделать следующие заключения.

Во-первых, рассматриваемые схемы либо уже применяются, либо могут быть использованы в качестве привода рабочего оборудования гидропривода возвратно-поступающего действия (ГВПД).

Во-вторых, 39,7% из них содержат один гидроцилиндр, 27,6% - два, 18,4% - три, 11,7% - четыре и 2,6% - пять. То есть, более 60% схем является многозвенными, в большинстве которых функционирование как минимум одного гидроцилиндра прямо или косвенно влияет на рабочий процесс, режим работы и параметры нагружения остальных.

В-третьих, в процессе работы привода всего 9,2% гидроцилиндров не изменяют своего пространственного расположения. Из них 7% приходится на долю схем с одним гидроцилиндром, а оставшиеся 2,2% - с двумя.

В-четвертых, в большинстве из них при функционировании гидроцилиндра в опорах его корпуса (85,6%) и штока (88,6%) наблюдается силовой поворот либо вращение элементов сопряжения.

В-пятых, в 75,4% случаев гидроцилиндр с другими элементами привода образует треугольник, а в 22,2% - многоугольник.

И, наконец, наибольшее распространение из всего многообразия типов гидроцилиндров (Рис.1) имеют гидроцилиндры одно- и многостороннего действия с односторонним штоком. Это же подтверждается отечественными [1] и зарубежными [2] справочными данными об ассортименте серийного и единичного выпуска гидроцилиндров различных типоразмеров, в соответствии с которыми доля поршневых гидроцилиндров двухстороннего действия (Рис.2(9), 3(17) — 3(20)) составляет 85%, одностороннего действия с односторонним штоком (Рис. 3(7)) — 1%, двустороннего действия с двусторонним штоком (Рис. 3(10)) — 0,5%, плунжерных — 10% (Рис. 3(5)), телескопических (Рис. 3(6, 8)) — 1% и момен-

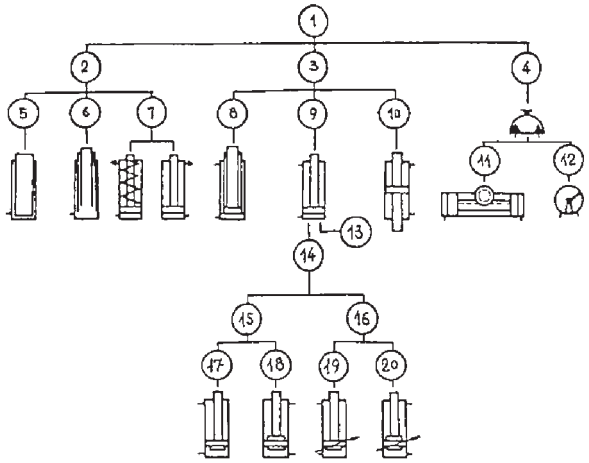


Рис. 1. Классификация гидроцилиндров.

тных гидроцилиндров (Рис. 3(11), 3(12)) — 2,5%.

Из всего вышеизложенного можно заключить, что:

- в качестве предмета дальнейших исследований работоспособности и надежности гидроцилиндров рабочего оборудования гидропривода возвратно-поступающего действия целесообразно принять гидроцилиндр двустороннего действия с односторонним штоком, как самый распространенный, наиболее сложный и обобщающий пример;

- рассматривать конкретный гидроцилиндр следует в совокупности с другими элементами привода;

- исследуя отдельно каждый гидроцилиндр многозвенного рабочего оборудования ДСМ, необходимо учитывать влияние на рабочий процесс, режим работы и параметры нагружения остальных;

- следует принимать во внимание изменение его пространственного расположения, что позволит описать статическое и динамическое нагружение гидроцилиндра;

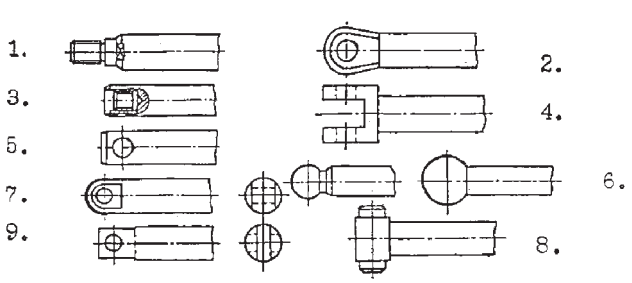


Рис. 2. Варианты исполнения опорных элементов штока гидроцилиндра.

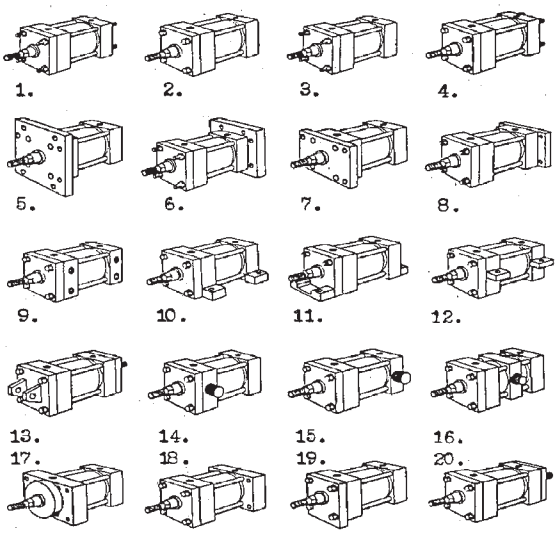


Рис. 3. Варианты исполнения опорных элементов корпуса гидроцилиндра.

- необходимо учитывать возникновение в опорах гидроцилиндра крутящего момента, вызванного силовым поворотом или вращением элементов сопряжения, что даст возможность уточнить и кинематические нагрузки.

Проведенный анализ позволил выявить 36 схем возможного эксплуатационного нагружения гидроцилиндров (Рис. 5), распространяющиеся на любые реальные технические объекты, вместо ранее известных [5,6] 8-ми.

Итак, в настоящее время в качестве гидродвигателей возвратно-поступательного действия гидрофицированного рабочего оборудования машин широко применяются гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним штоком. Их классификация и назначение, устройство и виды исполнения, принцип действия и условия применения, а также схемы кинематического включения и гидравлического подключения достаточно

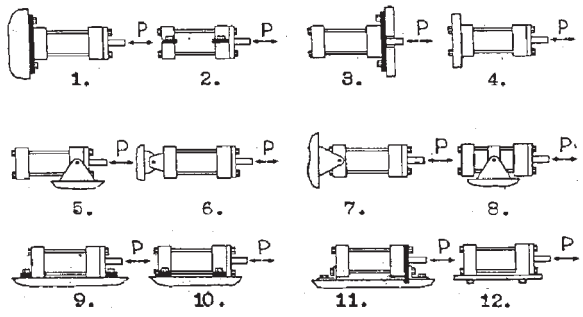


Рис. 4. Варианты традиционного крепления гидроцилиндра на машину.

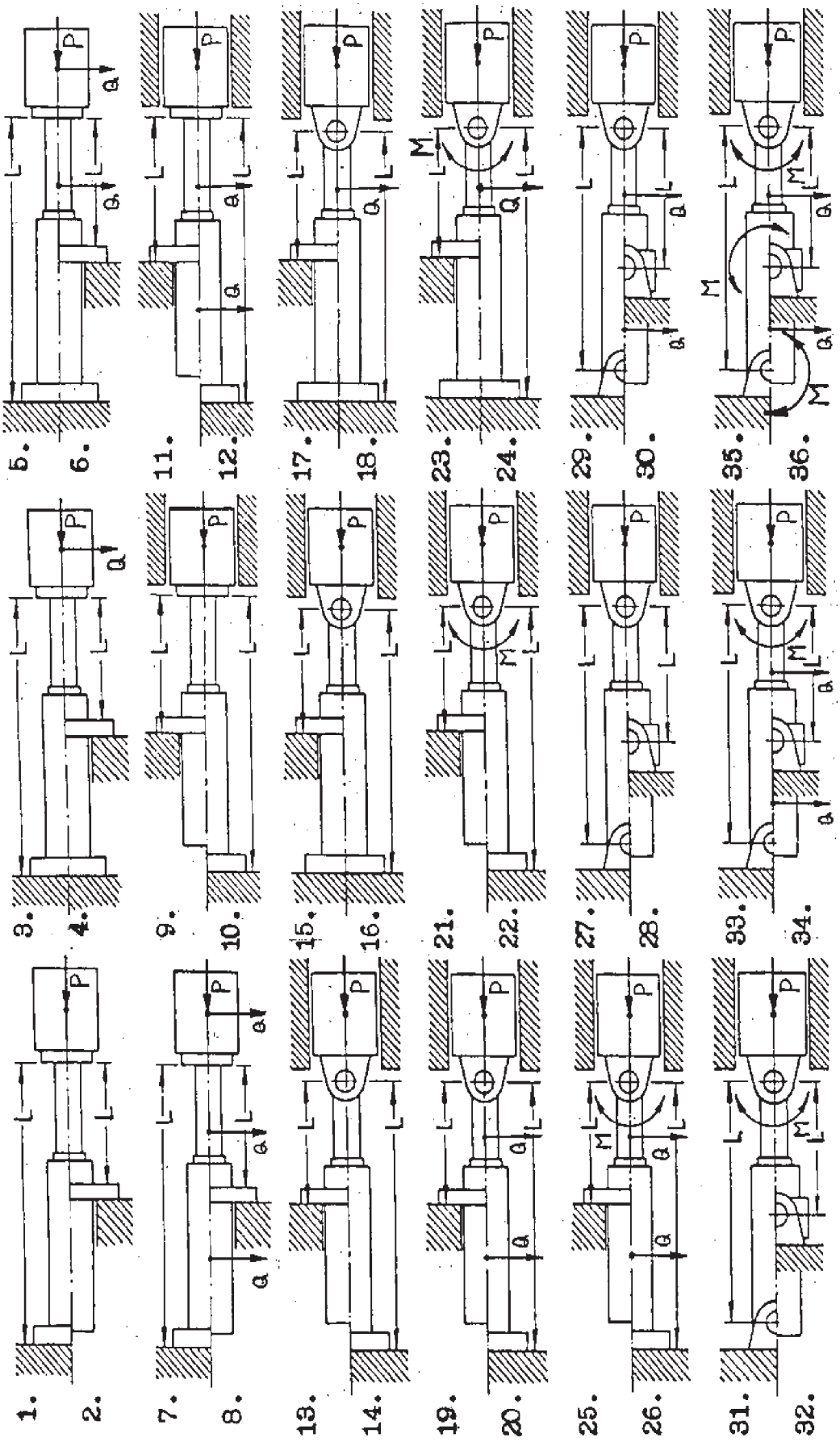


Рис. 5. Варианты нагружения гидроцелиндра ГВПД.

подробно изложены в трудах отечественных [1,3] и зарубежных ученых [4].

Варианты исполнения опорных элементов штока и корпуса таких гидроцилиндров, а также схемы традиционного закрепления их на рабочем оборудовании машин иллюстрируется рисунками 4-5. При этом наиболее предпочтительным креплением по данным источников [1,2] для гидроцилиндров, совершающих пространственное перемещение при их собственной работе, считается на проушинах (51,7%) и цапфенное (9,4%), а для стационарных — с закладными деталями (17,8%) и на лапах (5,9%).

Конструирование и изготовление гидроцилиндров ГВПД осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 16514-798 и ГОСТ 17411-81, а также введенного в Минстроймарше в 1981 году отраслевого стандарта ОСТ 22-1471-79, отражающего требования ГОСТов, стандартов и рекомендаций по стандартизации [7].

Параметры гидроцилиндров оговариваются стандартами ГОСТ 6540-68, ГОСТ 12445-80, ГОСТ 12447-80 и ГОСТ 16516-80. При этом, ГОСТ 6540-68 и ГОСТ 12447-80 соответствуют международным стандартам ISO 3322 и ISO 2944 в части номинальных давлений, ГОСТ 6540-68 — ISO 3320 в части диаметров цилиндров до 400 мм по основному ряду и в части диаметров штоков до 360 мм, ГОСТ 6540-68 — ISO 4393 в части ходов поршня по основному ряду. Основные значения диаметров цилиндров и штоков, а также ходов поршня, выходящие за пределы указанных рядов, следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 12445-80 и ГОСТ 6636-69.

В соответствии с ГОСТ 6540-68 (Рис.5) гидроцилиндры различных типоразмеров выпускаются по основным параметрам: по номинальному давлению p, по ходу поршня z, по его диаметру D_1, по соотношению φ площадей давления и по скорости перемещения штока z'. Полученные распределения полностью согласуются с основными техническими характеристиками наиболее распространенных гидроцилиндров ГВПД [7]. Более того, как ясно из источника [8], особый интерес должны представлять гидроцилиндры с номинальным давлением 20...23 МПа (Рис. 6), устанавливаемые на многозвенное рабочее оборудование одноковшовых гидравлических экскаваторах IV-VII размерных групп (рис. 7), из которых до 90% оборудованы обратной лопатой [9].

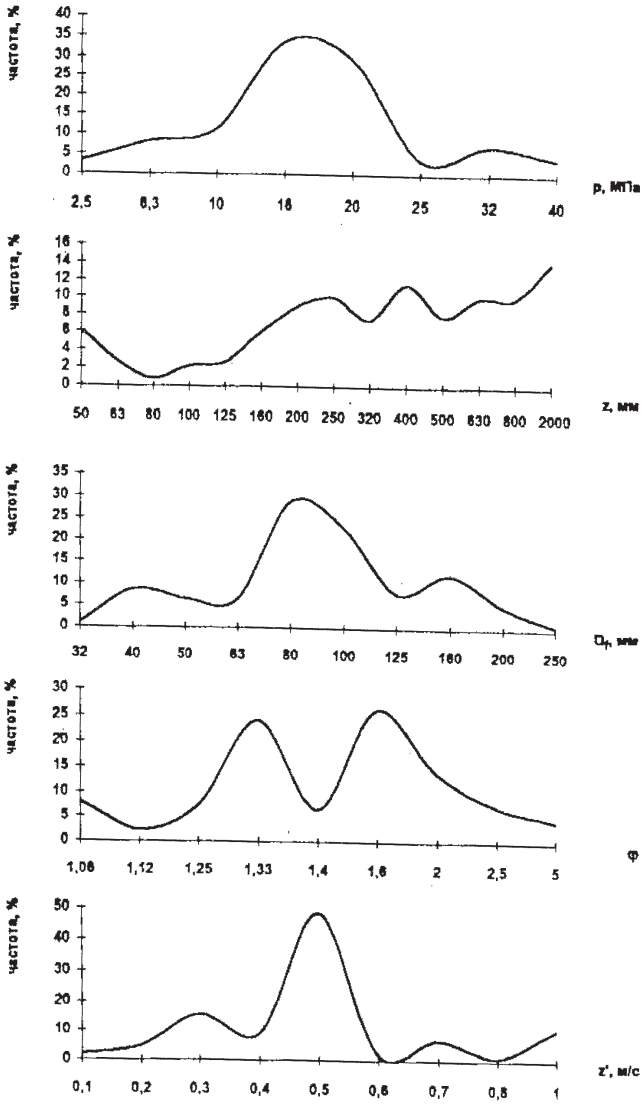


Рис. 6. Распределение выпускаемых гидроцилиндров по основным параметрам.

Отдельно можно отметить, что с ростом типоразмера гидроцилиндров, например, с повышением хода z штока, наблюдается увеличение диаметра D_1 поршня (Рис. 8), что объективно вызвано необходимостью повышения жесткости гидроцилиндра.

Гидроцилиндры ГВПД являются одним из наименее надежных агрегатов гидропривода. На их долю приходится большая часть отказов гидропривода — до 37%, а их фактическая наработка на отказ в 2-3 раза ниже гарантируемой заводом-изготовителем [10]. Конечно, часть гидроцилиндров и, главным образом, отдельных малонагруженных узлов и деталей, все же отрабатывает назначенные ресурсы, что создает впечатление о больших сроках службы гидроцилиндра в целом.

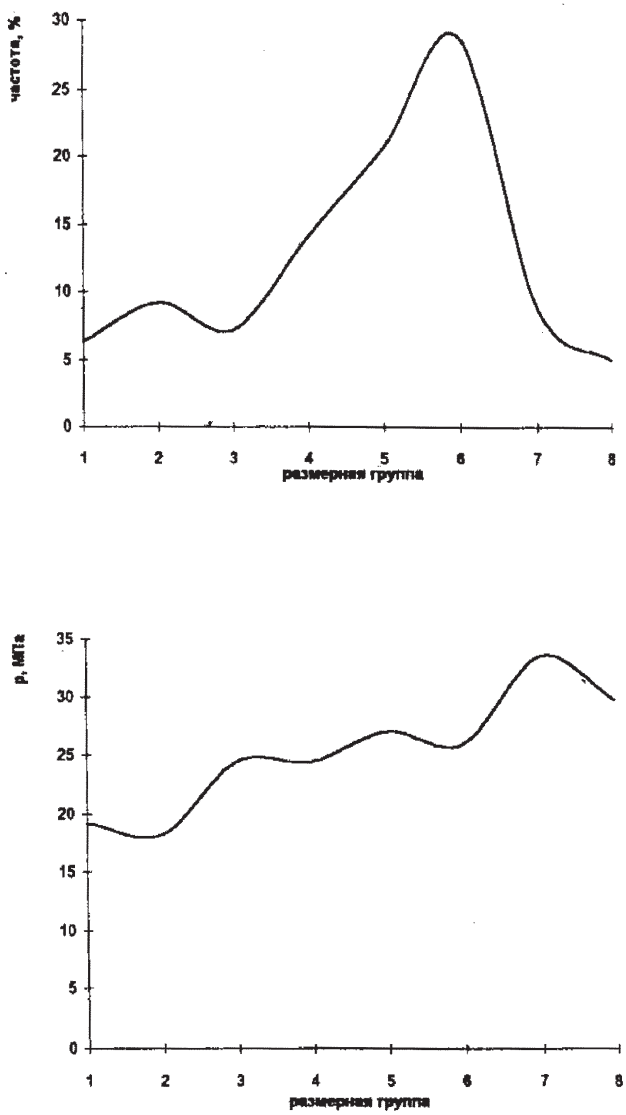


Рис. 7. Распределение выпускаемых моделей гидравлических экскаваторов и номинального давления в их гидросистемах по размерным группам.

Проведенный ВНИИСтройдормаш обследования одноковшовых гидравлических строительных экскаваторов III-V типоразмерных групп в реальных условиях эксплуатации показали, что общий процент выходов из строя гидроцилиндров для них достигает 80% [11]. При этом одной из основных причин отказов гидроцилиндров называется разгерметизация уплотнительных узлов [12], из которых на долю штокового узла приходится 52% [11], а поршневого — 40% [13]. До 24% всех отказов гидроцилиндров связывают с повреждениями штока и 10% отказов приходится на гильзу цилиндра [14].

Также были выявлены следующие повреждения гидроцилиндров и их элементов:

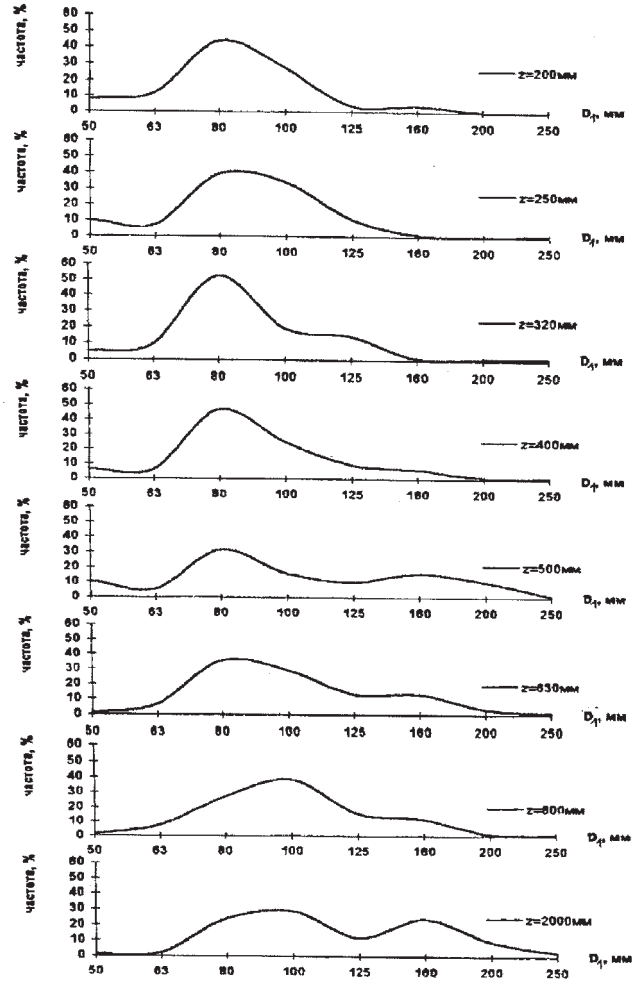


Рис. 8. Распределение выпускаемых гидроцилиндров по диаметру поршня в зависимости от хода штока.

- повреждение штока: износ поверхностей штока, образование на ней очагов коррозии, рисок, царапин, задиров и вмятин, искривление штока, срыв резьбы;

- повреждение корпуса: появление эллипсности и конусности, образование на уплотняемой поверхности рисок, царапин и задиров, трещин и разрыв корпуса;

- повреждения направляющих втулок и поршней: неравномерный по периметру износ трущихся поверхностей, образование на них царапин и задиров;

- повреждения уплотнителей всех назначений: старение материала, неравномерный по периметру и ширине уплотнителя износ герметизирующих поверхностей, появление на них рисок и царапин, разрыв уплотнителя;

- повреждения подшипников проушин: износ поверхностей скольжения, частичное или полное разрушение составляющих;

- повреждение головки — срыв резьбы;

- повреждение проушины штока — срыв резьбы, обрыв проушин.

Таким образом, надежность гидроцилиндров ГВПД на сегодняшний день оставляет желать много лучшего, процент отказов большой и его снижение происходит медленно. Дальнейшее повышение уровня рабочего давления в гидросистемах и рост типоразмеров гидроцилиндров еще более обостряет проблему их надежности.

В связи с вышеизложенным существующие научные основы создания гидроцилиндров с заданным уровнем надежности и ресурсом работоспособности больше представляется необходимыми в той или иной степени, но ни коим образом не достаточным.

В дальнейшем же, создание надежных и работоспособных гидроцилиндров ДСМ повышенного типоразмера, основные характеристики которых лежат за пределами старой количественно-качественной определенности, требует разработки научных основ и практических рекомендаций, свойственных новому качеству с присущими только ему закономерностями и мерой.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Гидро- и пневмопривод и его элементы. Рынок продукции: Каталог/Коллектив составителей. — М., Машиностроение, 1992. — 232 с.
2. 36-th Annual Designer`s Guide: To fluid power products — Cylinders//Hudraulics &Pneumatics, USA, 1992, January. Pp. 84-86. (на англ. яз.)
3. Элементы гидропривода: Справочник/Е.И. Абрамов, К.А. Колесниченко, В.Т. Маслов. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Киев: «Техніка», 1977. — 320 с.
4. Буренин В.В. Герметизация подвижных соединений гидроцилиндров строительных и дорожных машин//Строительные и дорожные машины, 1993, №6. С. 22-25.
5. Seals: design and performance/Society of Automotive Engineers, Inc. — Warrendale, PA ,USA, 1986, February. pp. 52-61. (на англ. яз.)
6. Gu Ming Xin. Объемный гидропривод. — Пекин: Издательство центрального радиотехнического университета, 1986. — 493 с. (на кит. яз.)
7. Васильченко В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин. — М.: Машиностроение, 1983. — 301 с.
8. Холодов А.М. Анализ основных параметров гидравлических экскаваторов//Строительные и дорожные машины, 1992, №4. С. 4.
9. Шамонин А.С., Милош М. Основные тенденции развития современного эскаваторостроения. Деп. в МАШМИР №13 — сд92, М., 1992. — 17 с.
10. Гаркави Н.Г., Бардышев О.А., Тесленко Н.Г. Обеспечение эксплуатационной надежности работы строительных машин зимой. — Л.: ЛДНТП, 1980. — 23 с.
11. Провести исследование и разработать предложения по повышению надежности и эксплутационных качеств одноковшовых экскаваторов. Часть 2. Экскаваторы с гидравливческим приводом ЭО-3322А, ЭО-4121, ЭО-4123, ЭО-5122, ЭО-6121, ЭО-4121А: Отчет о НИР/ВНИИСДМ, М., 1977. — 248 с.
12. Кондрашов П.М. Исследование работоспособности уплотнителей гидроцилиндров рабочего оборудования строительных машин при рабочем давлении до 50 МПа: Дисс. к.т.н./ЛИСИ, Л., 1980. — 122 с.
13. Баранов А.П., Фролов И.О. Диагностирование гидроприводов одноковшовых строительных экскаваторов//Повышение эффективности использования машин в строительстве: Сб. тр./ЛИСИ, Л., 1983. С. 104-113.
14. Фролов И.О. Влияние эксплутационных повреждений на работоспособность гидроцилиндров и способы повышения их надежности, применительно к одноковшовым строительным экскаваторам: Дисс. к.т.н./ЛИСИ, Л., 1984. — 221 с.

Колесник М.Н., Гозбенко В.Е. УДК658.011

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В условиях современной технической революции, концентрации, централизации и комбинированного производства, а также все усложняющихся взаимосвязей между отдельными отраслями производства и внутри каждой из них огромное значение приобретают проблемы совершенствования организации и управления определенными системами, а в связи с этим и системный (комплексный) подход к тому или иному объекту исследования. В частности, эти проблемы все в большей степени привлекают внимание научных и практических работников транспорта и особенно специалистов, занимающихся исследованиями в области транспортных узлов. Едва ли будет преувеличением сказать, что плодотворная разработка комплексных народнохозяйственных проблем и в том числе вопросов совершенствования организации и управления транспортными системами возможна лишь на основе системного подхода, при котором транспорт должен рассматриваться как целостная и весьма сложная отрасль всего народного хозяйства [1].

Выбор подвижного состава — один из основных вопросов, который решается при обосновании транспортно-технологических схем перемещения грузов. Правильно выбранный подвижной состав должен обеспечивать минимум суммарных издержек на перемещение и хранение грузов по всей грузопроводящей цепи.

Выбор подвижного состава зависит от объема и расстояния перевозок, условий и методов их организации, размеров отправок (партионность), рода грузов и их цены, средств и способов производства погрузочно-разгрузочных работ, дорожных и климатических условий [2].

Выбор автотранспортного средства для конкретных условий эксплуатации сводится к определению типа его кузова, грузоподъемности и состава с последующим установлением марки модели.

При выборе подвижного состава основными комплексными измерителями эффективности перевозки груза являются: производительность транспортного средства, стоимостные показатели (транспортные издержки, себестоимость, прибыль) и энергоемкость перевозок (удельный расход топлива) [3, 4]. При выборе автомобиля для конкретного вида перевозок возникает ряд вопросов: как выбрать наиболее эффективный автомобиль, как сравнить различные автомобили между собой и др. На поставленные вопросы позволяет найти ответы разработанная система автоматизированного подбора подвижного состава.

Для определения целесообразности использования того или иного типа (модели) подвижного состава предлагается использование следующего алгоритма.

1. Формирование базы данных исходной информации.

В качестве исходной информации используются данные. К ним относятся:

ω — возможное количество типов (моделей) транспортных средств, подлежащих сравнению при перевозке определенного вида груза;

φ — индекс, обозначающий тип (модель) подвижного состава (бортовой, самосвал, автопоезд и т.д.); $\varphi = 1, \ldots, \omega$;

δ — вид груза;

$l_{ге}$ — величина пробега с грузом, км;

$l_{х}$ — величина пробега без груза, км;

$t_{п}$; $t_{в}$ — соответственно время погрузки и разгрузки, ч;

γ — коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства;

q — грузоподъемность транспортных средств, т;

$V_{т}$ — средняя техническая скорость транспортного средства, км/ч;

$Q_{пред}$ — суточный объем груза, предъявленный к перевозке, т.

2. Анализ факторов условий эксплуатации, предварительный подбор подвижного состава для сравнения.

При организации доставки различных грузов большое значение имеет предварительный подбор транспортных средств. Правильно подобранный тип (марка) автомобиля способствует обеспечению сохранности перевозимого груза, повышению производительности подвижного состава и снижению расходов на его доставку для участников транспортно-технологического процесса.

Из всего многообразия типов и моделей подвижного состава, имеющихся в транспортных предприятиях или транспортных подразделениях организаций и предприятий, для сравнения выбираются автотранспотные средства, которые по своим техническим параметрам и конструктивным особенностям удовлетворяют заданным условиям эксплуатации (транспортным и дорожным), а также организационно-технологическим условиям производства работ на обслуживаемых объектах.

Каждое из условий определяет необходимость в тех или иных параметрах и особенностях конструкции подвижного состава. В зависимости от вида груза (его физико-механических и химических свойств, габаритов, массы, типа тары и упаковки) выбираются тип (типы) кузова и их вместимость. Специализация кузовов многих типов подвижного состава предопределяет сферу их рационального применения. Например, для перевозки штучных тарных и бестарных грузов (кирпич, цемент, трубы, пиломатериалы, некоторые железобетонные изделия и конструкции, оборудование и т.д.) используются различные универсальные бортовые автомобили и автопоезда, для перевозки сыпучих навалочных грузов — автомобили и автопоезда с самосвальными кузовами и кузовами типа бортовая платформа, для перевозки жидких, газообразных и пылевидных грузов — автомобили и автопоезда, оборудованные кузовами-цистернами, для перевозки сборных железобетонных конструкций — автопоезда в составе седельного тягача и полуприцепов-панелевозов, фермовозов, сантехкабиновозов, плитовозов и др. От объема перевозимого груза (размера партии, рейсового комплекта) зависят грузоподъемность транспортного средства и его состав (одиночный автомобиль, автомобиль-тягач с прицепом, седельный тягач с полуприцепом). На выбор типа и конструкции кузова, грузоподъемности и состава АТС влияют также условия погрузки и выгрузки (наличие, расстановка, тип и производительность механизмов, условия маневрирования в местах погрузки или выгрузки и т.д.). Целесообразность применения, например, автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов или автомобилей-самопогрузчиков определяется отсутствием у обслуживаемой клиентуры оборудования для механизированной выгрузки (погрузки и выгрузки) грузов из бортовых автомобилей и прицепов, его занятостью для выполнения основных технологических процессов или отсутствием рабочих для проведения погрузки-разгрузки. Невозможность грузоотправителей или грузополучателей из-за своего территориально-складского обустройства (недостатки планировки постов погрузки и выгрузки, отсутствие сквозных проездов, малый радиус поворота подъездных путей и т.п.) принимать автопоезда предопределяет необходимость использования одиночных автомобилей. Дорожные условия (предельная осевая нагрузка, ограничения по полной массе и габаритам подвижного состава, конструкция покрытия и состояние дорожной сети и, в частности, подъездов к погрузочным и разгрузочным пунктам) также оказывают значительное влияние на выбор разновидности АТС. Принципы предварительного подбора типа подвижного состава и рекомендации по целесообразности использования тех или иных автотранспортных средств для выполнения перевозок различных грузов изложены, например, в работах [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

3. Расчет производительности и себестоимости для каждого предварительно выбранного транспортного средства.

Определенное сочетание условий организации перевозок требует использования определенной модели подвижного состава, которая могла бы обеспечивать максимальную производительность и минимальную себестоимость перевозок [2]

$$W = \frac{Q_H \cdot \gamma_{рас} \cdot V_T \cdot \beta \cdot L_{гр}}{L_{гр} + t_{n-p} \cdot V_t \cdot \beta}, \qquad (1)$$

где Q_H — номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

$\gamma_{рас}$ — коэффициент использования грузоподъемности, находимый из формулы (3);

V_T — техническая скорость транспортного средства, км/ч;

$L_{гр}$ — длина ездки с грузом, км;

$t_{п-р}$ — время простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой, ч;

β — коэффициент использования пробега:

$$\beta = \frac{L_{гр}}{L_x + L_{гр} + L_н}, \quad (2)$$

где L_x — холостой пробег автомобиля, км;

$L_н$ — нулевой пробег автомобиля, км.

Грузоподъемность является одним из основных параметров автомобиля. Однако она не всегда выражает действительное количество груза, которое может быть перевезено на данном автомобиле. Это количество зависит от объемной массы груза, внутренних размеров кузова. Поэтому для оценки использования грузовместимости автомобиля необходимо определить коэффициент использования грузоподъемности [2]

$$\gamma_{рас} = \frac{Q_ф}{Q_н \cdot A_м}, \quad (3)$$

где $Q_Ф$ — масса груза необходимого для перевозки, т;

$A_м$ — число автомобилей необходимых для перевозки груза:

$$A_м = \frac{Q_ф}{Q_н \cdot \gamma_{кг}}, \quad (4)$$

где $\gamma_{кг}$ — табличное значение коэффициента использования грузоподъемности относительно перевозимого груза.

Окончательная модель подвижного состава определяется на основе экономических расчетов:

$$S = T_e \cdot Ц \cdot A_м, \quad (5)$$

где $Ц$ — тариф на перевозку груза, руб/час;
T_e — время ездки, определяемое по формуле:

$$T_e = \frac{L_x + L_{гр} + L_н}{V_T} + t_{п-р}. \quad (6)$$

4. Сравнение различных марок автомобилей по производительности и себестоимости.

5. Выбор автомобилей с максимальной производительностью и минимальной себестоимостью.

6. Окончательный выбор подвижного состава с учетом организационных факторов (вероятностный метод).

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Персианов В.А., Скалов К.Ю., Усков Н.С. Моделирование транспортных систем / Изд-во «Транспорт». 1972. — 208 с.
2. Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Куликов А.В. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 560 с.
3. Ванчукевич В.Ф., Седюкевич В.Н., Холупов В.С. Грузовые автомобильные перевозки. — Минск: Высшая школа, 1989. 480с.
4. Великанов Д.П. Выбор наиболее эффективных грузовых автомобилей для определенного вида перевозок // Автомобильный транспорт, 1977. № 6. С.14 — 17.
5. Чеботаев А.А. Выбор рациональных типов грузовых автомобилей: Учеб. пособие. — М.: МАДИ, 1978. 72 с.
6. Макаров Н. Для повышения использования подвижного состава на грузовых перевозках // Автомобильный транспорт. — 1996. — № 2. — С.12 — 14.
7. Мансуров А.М. Эффективность использования специализированных автомобилей. — Киев: КАДИ, 1984. — 98 с.
8. Машины для транспортирования строительных грузов / Д.В. Булычев, М.И. Грифф, Д.М. Златопольский и др.; Под. ред. С.П. Епифанова и др. — М.: С тройиздат, 1985. — 271 с.
9. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973. — 344 с.
10. Методика технико-экономического обоснования выбора автотранспортных средств при решении задач повышения их эффективности в конкретных производственно — территориальных условиях: Отчет о НИР (промежут.) / СибАДИ; рук. темы Д.Г. Одинцов. — Тема х\д 54 — 87; № ГР 01890004035; Инв. № 02890029881. — Омск, 1988. — 32 с.
11. Молоканов Н.М. Графоаналитический метод выбора комплекта машин при автомобильных перевозках массовых грузов. — Л.: Стройиздат, 1971. — 27 с.
12. Заруднев Д.И., Николин В.И. Обоснование применения различных автотранспортных средств в малой системе доставки грузов / Сиб. гос. автомоб — дор. академия. — Омск, 2000. — 26 с. — Деп. в ВИНИТИ 15.06.00, № 1695 — В00.

Быкова Н.М., Созинов В.В., Габитов Р.Ш.,
Шемякин И.С, Пыхтеев Ю.В., Дьяченко А.А.

УДК693.546

ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ПУТИ В СЕВЕРО-МУЙСКОМ ТОННЕЛЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Содержание пути регламентируется нормами [1]. Проблемы содержания пути в Северо-Муйском тоннеле связаны с отрывом шпал и путевых блоков от бетонного основания просадок рельсовой колеи. С одной стороны, прямой план, профиль 6‰ - 7‰, 15-километровый бесстыковой «бархатный» путь на железобетонных шпалах должны были обеспечить гарантированный ресурс поездопотоков без отказов. Но, спустя два месяца после ввода в эксплуатацию тоннеля на западном участке были оторваны - «отрясены» от монолитного путевого бетона шпалы, чуть позже на восточном участке - путевые блоки, в результате чего скорость движения поездов была ограничена. Для восстановления проектных условий оперативно проведено лечение шпал и блоков, сняты ограничения скоростей, создана независимая экспертная комиссия, которая в ходе изучения состояния вопроса пришла к следующим выводам о причинах проявленных повреждений [2].

Появление повреждений в путевом бетоне и смежных конструкциях (отрясенных шпал - 1.4 % от общего числа шпал и отрыва путевых блоков - 3,0 % от общей длины пути в тоннеле по состоянию на 20.06.2005 г.) вызвано совокупностью следующих выявленных факторов:

-повышенная обводненность тоннеля, оказывающая негативное воздействие на элементы ВСП, особенно на путевой бетон и бетон обратного свода в зоне их контакта;

-необеспечение нормативного отклонения рельсовых нитей от проектного положения в профиле и связанные с этим повышенные динамические воздействия на элементы верхнего строения пути (ВСП) на участках «отрясённых» блоков по состоянию на 2004-2005 г.г.;

- повышенная жёсткость верхнего строения пути в тоннеле по сравнению с балластной конструкцией;

-низкая адгезия путевого бетона к бетону обратного свода (необеспечение марки по водонепроницаемости, неоднородность бетона, наличие посторонних включений в холодных швах между бетоном обратного свода и путевым бетоном и т.д.) на отдельных участках тоннеля, где проявляется фильтрация подземных вод по холодному шву;

-недостаточная изученность влияния на работу конструкций тоннеля и ВСП сложных геодинамических воздействий (высокая сейсмичность района, наличие и активность тектонических разломов, сложная гидрогеологическая обстановка, проектирование объекта при неполном объеме инженерно-геологических изысканий);

-недостаточность нормативной базы по проектированию, строительству и эксплуатации безбалластной конструкций верхнего строения пути и, в частности, путевого бетона в тоннелях.

С учетом выполненных исследований за период 2003 - 2006 г.г., отраженных в предыдущих разделах, можно уточнить механизм появления деформаций конструкций ВСП. Характер работы любой конструкции определяется статикой и динамикой внешних воздействий, а также, состоянием материалов и конструкций, отвечающим этой работе.

С точки зрения статики, свой вклад вносит неоднородная пространственная работа тоннеля в горной перемычке, испытывающего вертикальный и горизонтальный изгиб [3]. Растяжение в зоне 40 пикета западного участка привело к образованию поперечных трещин по контакту шпал и путевого бетона. Высокие продольные силы в рельсах, связанные со статическим изгибом тоннеля и повышен-

ной просадочностью отдельных участков, а также, температурными воздействиями и неравномерностью натяжения клеммных болтов, приводят в движение участки рельсо-шпальной решетки, отрывая ее от бетона обратного свода и образуя продольные трещины по бокам путевых блоков. Дальше свой вклад вносит вибропоездная динамика, гидроудары по контакту между путевым бетоном и бетоном обратного свода, включается механизм износа того же контакта и регистрируются миллиметровые просадки. Снижение жесткости пути за счет более упругих скреплений, таких как ОП-105, или замены резиновых прокладок, может замедлить процессы, но не исключить.

Такие выводы были получены в результате дополнительных обследований и расчетов. Просадочность пути прогнозируется в дальнейшем в связи с тектоническими закономерностями формирования рифтовых впадин за счет медленного проседания деструкции горных перемычек, коррозионными процессами в бетоне основания пути и образованием полостей над обводненными трещиноватыми породами разломных зон и в результате механического износа разъединенных контактов путевого бетона и бетона обратного свода при движении поездов.

Контроль натяжения клеммных болтов скрепления КБ-65 специальным моментным тарированным ключом по всей длине тоннеля через километр по десять шпал в сечении показал, что все клеммные болты натянуты с моментом затяжки ниже нормативного 150-200 Нм и неоднородно по длине тоннеля, встречаются участки с неработающими болтами до 5-8 подряд. Наличие лопнувших двухвитковых шайб клеммных болтов может быть следствием того, что гайки клеммных болтов были ранее перетянуты, то есть, момент затяжки был больше нормативного. Нестабильность натяжения гаек клеммных болтов может привести к дополнительной нагрузке на путь в результате возникновения вибрации рельсов и узлов рельсовых скреплений под поездом. Истирание нашпальных и подрельсовых прокладок рельсовых скреплений говорит о высокой вертикальной жесткости узлов рельсовых скреплений и является следствием возникновения повышенного вертикального воздействия на путь при проходе поездов. Складывается впечатление, что раскрутка болтов сама по себе является отказом в результате действия неравномерных статических и динамических сил. Снижение момента затяжки ослабляет жесткость пути, но наличие участков сильно затянутых и ослабленных болтов создает условия для неравномерных деформационных процессов в рельсах.

Анализ изменения температуры в тоннеле по данным АСУ ТП СМТ показывает, что годовая температура колеблется в пределах 5 градусов в тоннеле и пределах 10 градусов на припортальных участках. Во все времена года температура изменяется по длине тоннеля за сутки на 1-3 градуса, в припортальных участках зимой на 8-12 градусов, весной - осенью 4-6 градусов, летом -два градуса. Это связано с тем, что в зимнем режиме закрываются портальные ворота.

Температурные силы в рельсах на 1 м при изменении температуры на 1 градус равны $\overline{N} = 41$ кН. При этом согласно /1/ рельсовое скрепление КБ65 должно обеспечивать погонное сопротивление продольным перемещениям рельсов не менее $F_{скр} = 25\text{-}30$ кН. Сила трения путевого блока длиной 1 м по бетону обратного свода без анкеровки составляет $F_{тр} = 30$ кН. Таким образом, температурные силы, создающие неравномерные продольные силы в рельсах, превышают силы сопротивления путевого бетона.

Теплопроводность бетона $\lambda = (0{,}7\text{-}1{,}2)$ Вт/м-к - бетон плохой проводник тепла. Теплопроводность стали $\lambda = 47$ Вт/м·к - сталь хороший проводник тепла. Рельсы быстро воспринимают изменение температуры воздуха в тоннеле, бетон - в 50 раз медленнее. Следовательно, изменение в течении суток температуры воздуха в тоннеле даже на 1 градус может вызвать отрыв блоков путевого бетона от нижней бетонной плиты. Продольная погонная сила в рельсах пропорциональна изменению температуры воздуха в тоннеле $N = \overline{N} \cdot \Delta t$ и пропорциональна длине пути с незакрепленными или ослабленными скреплениями. Таким образом, из трех сил $\overline{N}$, $F_{скр}$, $F_{тр}$ продольная сила N может быть намного больше.

Содержание пути в таких условиях должно предусматривать следующие технические решения. Для обеспечения безопасности и бесперебойности перевозок в случае появления просадок и отрыва шпал и путевых блоков следует срочно восстановить работоспособность поврежденных участков пути. С

целью снижения вероятности появления подобных отказов необходимо:

-поддерживать нормативное равномерное натяжение клеммных болтов рельсовых скреплений;

-обеспечить герметизацию лотков, исключив возможность попадания воды под путевой бетон;

-в соответствие с полученными геофизическими данными восстановить сплошность и герметичность бетона основания пути (ПБ и БОС);

-продолжить наблюдения за деформациями тоннельных конструкций и конструкций ВСП вдоль тоннеля для изучения дальнейшего характера работы тоннеля;

-осуществлять контроль состава и объемов притоков подземных вод, выявить скорости и механизм протекания коррозионных процессов основания пути;

-продолжить геодезический контроль положения пути в плане и профиле.

В случае ускоренного развития просадочных процессов необходимы более эффективные и дешевые ремонтные технологии, не требующие многочасовых «окон» - перерывов движений поездов.

Для существующей конструкции пути в тоннеле разработан проект и применяется следующая технология ремонтно - восстановительных работ. Подъемка до проектных отметок проседающих путевых блоков 3 осуществляется с помощью специального устройства - сборной конструкции из продольных и поперечных двутавровых балок и реечных домкратов (рис. 1,2). Подготовительные работы выполняются в 2-3 часовые перерывы движения поездов - "окна". Основные работы производятся в "окно" продолжительностью 14 часов.

Во время подготовительных работ из лотков 8 в пределах ремонтируемого участка отводится вода, лоток очищается, для ремонта контактной зоны между банкеткой 10 лотка и бетоном обратного свода 4, со стороны пути, устанавливается опалубочная доска 18. Для закрепления продольных балок, в путевом бетоне, между шпал, с наружной стороны колеи бурятся шпуры 7 диаметром 32 мм длиной 270 мм, устанавливаются клино-щелевые анкера, которые заливаются специальным быстросхватывающимся раствором "стримсмесь". Для выполнения инъекционных работ по контакту между бетоном обратного свода и путевым бетоном и устройства поперечных завес бурятся шпуры 17 ∅42 мм длиной 600 мм. Производится монтаж продольных балок 11.

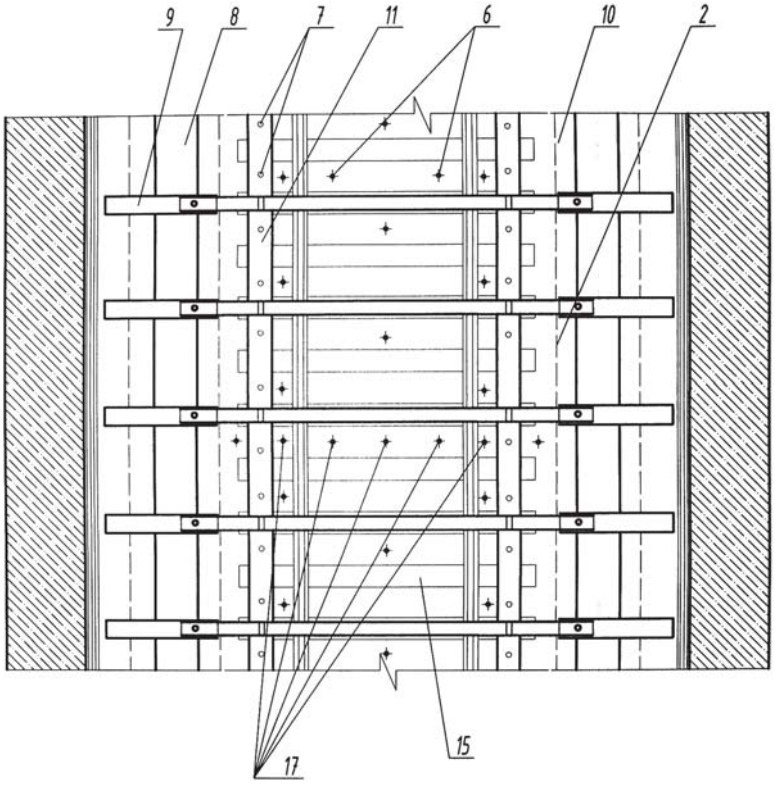


Рис. 1. Способ ремонта основания железнодорожного пути тоннеля.

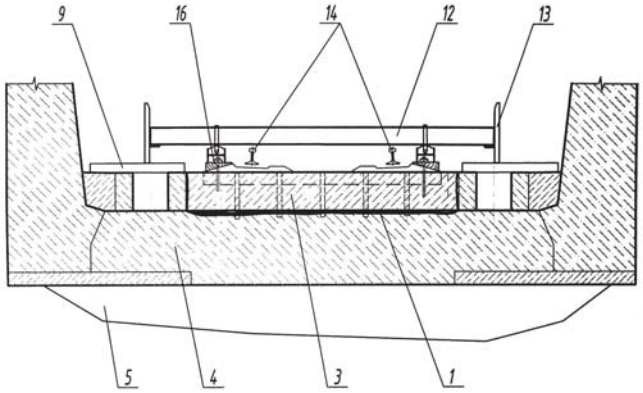


Рис. 2. Способ ремонта основания железнодорожного пути тоннеля.

Основные работы выполняются в длительное «окно» и включают монтаж поперечных балок 12, крепление их с помощью хомутов к продольным балкам 11, установку домкратов 13 под каждую поперечную балку. Ремонтируемый блок по всей длине устанавливается с помощью геодезических инструментов на проектную отметку. Для обеспечения ограничивающего непроницаемого контура выполняются работы по созданию продольных и поперечных завес замкнутыми сегментами. Продольные завесы устраивают на границе банкетки лотка и бетона обратного свода путем заливки раствора 19 «стримплаг» в приготовленную ранее опалубку 18. Шпуры 17 по 7 штук на равном расстоянии в одном шпальном ящике образуют поперечные завесы, отделяющие друг от друга участки длиной 3-4м для нагнетания основного лечебного раствора. Для устройства завес в эти шпуры нагнетается быстрос-хватывающийся раствор «стримсмесь» ручным насосом. Быстросхватываю-щиеся растворы «стримплаг» и «стримсмесь» твердеют в течение одного часа.

Нагнетание основного лечебного раствора производится насосом по схеме до давления 0,5 МПа, снизу вверх до выхода раствора из соседних шпуров или до получения отказа. Одновременно и с некоторым опережением нагнетается раствор «стримсмесь» в шпуры 17 поперечных завес последующих сегментов. После основного нагнетания в последний шпур основной лечебный раствор набирает прочность в течение 6 часов.

На завершающем этапе разбирается конструкция, проверяется положение пути в плане и профиле, вывозится или складируется оборудование для следующего участка работы. На период 7 дней па отремонтированном участке ограничивается скорость движения поездов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути /ЦП-774.- 2000. - 223 с.
2. Заключение по независимой экспертизе состояния путевого бетона верхнего строения пути Северо-Муйского тоннеля БАМ. - Северомуйск-2005.
3. Быкова Н.М., Исайкин А.С., Моргунов А.Н., Зайнагабдинов Д.А. Измерения деформаций в стенах обделки и путевом бетоне Северо-Муйского тоннеля с использованием фотоупругих датчиков //Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - 2007. - № 1 (13). С. 69-74.

Коваленко Г.В., Меньщикова Н.С., Калаш О.А. УДК 624.046.5

НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Для объекта строительства базовым видом безопасности является конструкционная, характеризующая способность несущего каркаса сопротивляться без обрушения внешним проектным воздействиям и перегрузкам, возникающим в чрезвычайных ситуациях. На уровень конструкционной безопасности зданий и сооружений в частности влияют качественные показатели составляющих их строительных конструкций. Анализ произошедших в Российской Федерации строительных аварий показывает, что в большинстве случаев обрушения зданий и сооружений происходят в результате пересечения двух негативных событий. Одно из них состоит в неожиданном появлении внешнего незапроектированного воздействия (природно-климатического или техногенного характера), другое заключается в том, что при проектировании, возведении и эксплуатации объектов допущена определенная совокупность человеческих ошибок.

Очевидно, что в новых социально – экономических условиях резко повысился интерес специалистов к проблеме надежности строительных конструкций. Под надежностью прежде всего понимают вероятность того, что эксплуатационные нагрузки не вызовут предельных состояний в работе конструкций. Это достигается назначением оптимальных запасов прочности на стадии проектирования и уменьшением отрицательного влияния технологических факторов на стадии изготовления. Полное использование действительного ресурса прочности конструкций, а также повышение эффективности использования всех компонентов, входящих в состав железобетона, улучшает эксплуатационные свойства строительных конструкций и во многих случаях дает высокий экономический эффект.

Рассматривая проблему обеспечения надежности конструкций, особое внимание следует уделить контролю качества и оценке надежности конструкций заводского изготовления, в частности, сборных железобетонных элементов (плит, балок, стеновых панелей, ферм и др.) [1]. Используемые на заводах ЖБИ разрушающие методы контроля согласно ГОСТ 8829-94 являются дорогостоящими и носят выборочный характер. Поэтому возникает необходимость автоматизированной оценки начальной надежности строительных конструкций с помощью программных комплексов на основе вероятностных алгоритмов, отражающих влияние изменчивости технологических факторов [2].

Учитывая, что железобетон – упруго-пластический материал и методы расчета железобетонных конструкций согласно норм проектирования являются весьма приближенными, выбор оптимальной расчетной модели для разработки вероятностных алгоритмов и программ по оценке надежности железобетонных конструкций выполнялся на основе анализа накопленной статистической информации, полученной при испытаниях разных железобетонных конструкций на комбинате «Братскжелезобетон». Как показывают экспериментальные исследования [1, 2], расчет железобетонных конструкций по СНиП дает достаточно удовлетворительные результаты при действии эксплуатационных нагрузок. В стадии, близкой к разрушению, расчет по СНиП существенно занижает величину прогибов и ширины раскрытия трещин всле-

дствие использования многочисленных эмпирических зависимостей, слабо отражающих нелинейность работы конструкций под нагрузкой.

Наиболее полное сближение расчетной и физической моделей дают методы на основе реальных диаграмм деформирования бетона и арматуры, что позволяет более точно учитывать особенности работы материалов и оценивать напряженно-деформированное состояние конструкций на всех этапах расчета и нагружения. Свойства железобетона со временем изменяются как вследствие процессов, развивающихся в самом материале, так и под влиянием окружающей среды, режима нагружения конструкции и пр. Экспериментальная диаграмма деформирования, полученная для опытного образца, не отражает влияние реальных факторов, поэтому она должна быть трансформирована с учетом режимов нагружения и изменения свойств материалов [3].

Использование математического аппарата матричной алгебры и численных итерационных методов способствуют созданию универсальных программных комплексов для расчетов строительных конструкций на основе нелинейных расчетных моделей. Современные автоматизированные методики расчета строительных конструкций позволяют оценить работу конструкций на всех стадиях напряженно-деформированного состояния, начиная со стадии изготовления, работы под нагрузкой и заканчивая отказом (разрушением).

На основе вышесказанного на кафедре «Строительные конструкции» Братского государственного университета была разработана нелинейная расчетная модель, позволяющая реализовать вероятностные алгоритмы по оценке надежности железобетонных конструкций, например: программы по вероятностному расчету балок покрытия со смешанным армированием [4], железобетонных ферм, стеновых панелей и др.

В основу автоматизированного расчета конструкций положена дискретная модель поперечного сечения конструкции (рис. 1). Поперечное сечение любой формы разбивается на *n*-ое число элементарных участков бетона и *k*-ое число участков арматуры, равное количеству продольных стержней арматуры.

При расчете по данной модели учет физической нелинейности материалов производится с помощью математического описания диаграмм деформирования бетона и арматуры и применения шагово-итерационного метода, реализующего способ упругих решений.

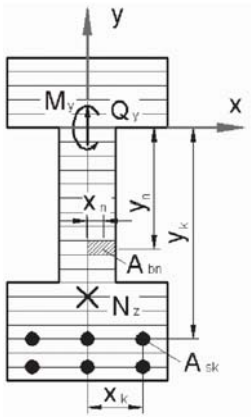


Рис. 1. Расчетная схема нормального сечения.

Условия равновесия внешних и внутренних сил записываются в виде:

$$\begin{cases} M_y = -\sum_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} \cdot y_n - \sum_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \cdot y_k, \\ N_z = \sum_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} + \sum_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk}, \\ Q_y = \sum_n 1{,}5\tau_{bn} \big/ A_{bn}, \end{cases} \quad (1)$$

где M_y - изгибающий момент в направлении оси Y, N_z — продольная сила в направлении оси Z, Q_y -поперечная сила в направлении оси Y.

Учитывая, что напряжения в дискретных элементах бетона и арматуры определяются из диаграмм деформирования материалов, получим:

$$\begin{cases} \sigma_{bn} = E'_{bn} \cdot \varepsilon_{bn}, \\ \sigma_{sk} = E'_{sk} \cdot \varepsilon_{sk}, \\ \tau_{bn} = G'_{bn} \cdot \gamma_{bn} = E'_{bn} \cdot \gamma_{bn} / (2(1+\mu)), \end{cases} \quad (2)$$

где E'_{bn}, E'_{sk} - секущие модули деформаций бетона и арматуры; ε_{bn}, ε_{sk} - продольные относительные деформации участков A_{bn} и A_{sk}:

$$\begin{cases} \varepsilon_{bn} = \varepsilon_z - k_y y_n, \\ \varepsilon_{sk} = \varepsilon_z - k_y y_k, \end{cases} \quad (3)$$

где ε_z - деформации вдоль продольной координатной оси элемента Z; k_y - кривизна элемента в плоскости XY.

Подставив выражение (3) в (2), а затем в (1) и выполнив соответствующие преобразования, получим условия равновесия в матричной форме:

$$\begin{Bmatrix} M_y \\ N_z \\ Q_y \end{Bmatrix} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{vmatrix} \times \begin{Bmatrix} k_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}$$

или (4)

$$\{F\} = \left[R(\{F\}, S) \times U(\{F\}, S)\right],$$

где $\{F\} = \{M_y, N_z, Q_y\}^T$ - вектор-столбец внешних сил; $\{U(\{F\}, S)\} = \{k_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}\}^T$ - вектор-столбец деформаций; $\left[R(\{F\}, S)\right]$ - матрица жесткости нормального сечения, элементы матрицы жесткости $\left[R(\{F\}, S)\right]$ являются переменными величинами;

R_{11} - изгибная жесткость в направлении оси *Y*:

$$R_{11} = \sum_n E'_{bn} \cdot A_{bn} \cdot y_n^2 + \sum_k E'_{sk} \cdot A_{sk} \cdot y_k^2; \quad (5)$$

$R_{12} = R_{21}$ - изгибно-осевая жесткость, отражающая взаимное влияние продольной силы и изгибающего момента:

$$R_{12} = R_{21} = -\sum_n E'_{bn} \cdot A_{bn} \cdot y_n - \sum_k E'_{sk} \cdot A_{sk} \cdot y_k; \quad (6)$$

R_{22} - осевая жесткость, зависящая от уровня загружения и геометрических характеристик:

$$R_{22} = \sum_n E'_{bn} \cdot A_{bn} + \sum_k E'_{sk} \cdot A_{sk}, \quad (7)$$

В данной постановке задачи, традиционно определяемые основные перемещения (от действия момента и продольной силы) отделяются от дополнительных перемещений, вызванных действием поперечной силы, поскольку в этом случае не требуется задавать начального соотношения между перемещениями от изгиба и сдвига, которые для зависимости (4) установить трудно. Значения сдвиговой жесткости R_{33} в этом случае можно определять по указаниям СНиП 2.03.01-84*:

$$R_{33} = \sum_n G'_{bn} \cdot A_{bn} + \sum_k G'_{sk} \cdot A_{sk}$$

или (8)

$$R_{33} = G'_{bn} \cdot \frac{A_{red}}{1{,}5\varphi_{crc}},$$

где G'_{bn} - модуль сдвига бетона.

Таким образом, система (4) запишется в виде:

$$\begin{Bmatrix} M_y \\ N_z \\ Q_y \end{Bmatrix} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & 0 \\ R_{21} & R_{22} & 0 \\ 0 & 0 & R_{33} \end{vmatrix} \times \begin{Bmatrix} k_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (9)$$

Система (9) выражает условия равновесия внешних и внутренних сил в каждом нормальном сечении конструкции для любого уровня загружения конструкции вплоть до разрушения. Если прочность по нормальному сечению обеспечена, то заданным внешним силам $\{F\}$ и принятым размерам сечения отвечает вполне определенный вектор деформаций, т.е. k_y, ε_z, γ_{xy}. Если прочность по нормальному сечению не обеспечена, то заданные внешние силы $\{F\}$ вызывают неограниченный рост деформаций, т.е. разрушение.

Расчет железобетонных конструкций по нелинейно-деформационной модели является особенно актуальным при сложном напряженно-деформированном состоянии, например, при косом изгибе, внецентренном нагружении, исследовании напряженно-деформированного состояния элементов железобетонных ферм, а также для конструкций со смешанным армированием, для которых нет точной методики оценки напряженно-деформированного состояния.

Для конструкций со смешанным армированием расчет по предлагаемой нелинейной модели служит критерием выбора ненапрягаемой арматуры в зависимости от напрягаемой и уровня преднапряжения. Основной акцент при этом делается на оптимальное соотношение экономичности и безопасности конструкций при эксплуатации. Оптимальное соотношение прочностных и жесткостных параметров конструкций при снижении их материалоемкости достигается на стадии проектирования путем варьирования классов совмещенной арматуры, изменения доли ненапрягаемой арматуры в составе всей рабочей арматуры конструкции, а также характера расположения смешанного армирования по высоте растянутой зоны элемента. Этот процесс является весьма трудоемким и нуждается в автоматизации, чему способствуют многочисленные алгоритмические методы расчета, получившие в последнее время широкое распространение.

Вероятностный подход к расчету обусловлен тем, что все прочностные, геометрические и деформационные характеристики конструкций, а также все воздействия на них представляют собой случайные величины или

случайные процессы. Экспериментальными и теоретическими исследованиями доказано, что линейные размеры, прочностные и деформативные характеристики материалов изменяются по нормальному закону. Нагрузки и воздействия представляют собой наиболее неопределенные величины, обладающие большим статистическим разбросом, и учет их при проектировании конструкций в большей степени опирается на инженерный опыт.

Для реализации вероятностного алгоритма авторами выбран метод статистического моделирования. При его реализации производится $n \geq 15000$ статистических испытаний, т.е. на каждом испытании генерируются случайные реализации всех исходных величин: геометрические размеры конструкции, прочностные характеристики бетона и арматуры, величина предварительного напряжения, площадь сечения рабочей арматуры и пр. Количество статистических испытаний назначается таким образом, чтобы ошибка вычислений не превышала заданной величины.

При разыгрывании случайных величин на ЭВМ используется генератор случайных чисел $RND(x)$. Для получения чисел с нормальным распределением при $\overline{M} = 0$ и $D = 1$ используются зависимости:

$$\begin{cases} \xi_1 = \sqrt{-2\ln\gamma_1}\cdot\cos 2\pi\gamma_2, \\ \xi_2 = \sqrt{-2\ln\gamma_1}\cdot\sin 2\pi\gamma_2, \end{cases} \quad (10)$$

где γ_1, γ_2 - два независимых случайных числа с равномерным распределением. Для исходных случайных величин с конкретным значением $\overline{M}$ и D перерасчет производится по формуле:

$$\xi' = \overline{M} + \sqrt{D}\cdot\xi_i. \quad (11)$$

Затем по основной расчетной модели производится n раз детерминированный расчет прочности бетона при обжатии, прочности нормального сечения, прогиба и ширины раскрытия трещин с определением показателей надежности.

Вероятностный алгоритм оценки надежности железобетонных ферм представлен на рис. 2 в виде укрупненной блок-схемы.

В подпрограмме статистической обработки полученных результатов расчета определяются статистические характеристики контролируемых параметров (математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации случайной величины).

Тогда условие обеспечения надежности по прочности для сжатых или растянутых элементов ферм можно определить по следующей формуле:

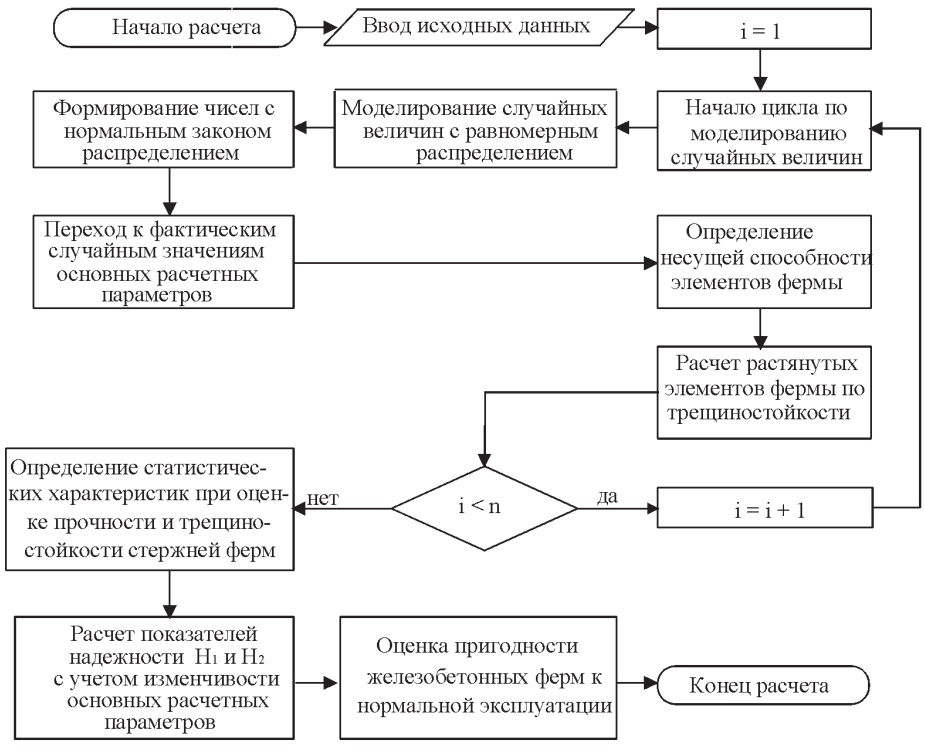


Рис. 2. Укрупненная блок-схема вероятностного расчета железнобетонных ферм.

$$H_1 = 0{,}5 + 0{,}5\Phi\left(\frac{N_u - N}{\sqrt{S_{Nu}^2 + S_N^2}}\right) \geq H_T, \qquad (12)$$

где Φ - интеграл Лапласа;

N_u - предельное внутреннее усилие;

N - внешняя нагрузка, принимаемая как случайная величина;

S_{Nu} - среднеквадратическое отклонение N_u принимаемое на основании вероятностного расчета по принятой модели;

S_N - среднеквадратическое отклонение N;

H_T - требуемый нормативный уровень надежности.

Такой подход позволяет учесть случайный характер основных геометрических, прочностных и технологических параметров, изменчивость нагрузок и временной фактор при ухудшении эксплуатационных качеств. Установление зависимости надежности от различных технологических факторов позволит установить закономерности протекания процессов в бетоне при изготовлении конструкции и тем самым, в определенной мере управлять процессами изготовления надежной конструкции и предугадать возможные процессы ее разрушения, что имеет большое практическое значение на предприятиях по изготовлению железобетонных конструкций.

Адекватность принятой расчетной модели установлена на основании сопоставления результатов численного моделирования и экспериментальных данных, полученных на комбинате «Братскжелезобетон» при испытании разных типов плит, балок и ферм [1].

БИБЛИОГРАФИЯ

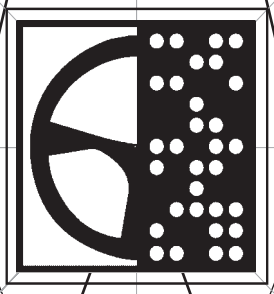
1. Самарин Ю.А., Коваленко Г.В., Орлов М.Т. Резервы надежности и долговечности железобетонных конструкций заводского изготовления — М.: Информэнерго. — 1988. — 44 с.
2. Тамразян А.Г., Дудина И.В. Обеспечение качества сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления // Жилищное строительство. — 2001. — №3. — С. 8-10.
3. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Петров А.Н. Исходные и трансформированные диаграммы деформирования бетона и арматуры // Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций.- М.: НИИЖБ, 1986. С.69-81.
4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005612300 // Вероятностный расчет балок покрытия со смешанным армированием на основе метода Монте-Карло (VerBal v.1.0). Авторы: Меньщикова Н.С., Дудина И.В.

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование



Раздел 2.
Управление в технических системах. Моделирование.

Содержание научного журнала:

Инженерная механика
Транспортные средства
Энергетика и электромеханика
Строительство, материалы и конструкции
Охрана окружающей среды
Автоматизация технологических процессов
Современные технологии
Системный анализ
Моделирование технических систем
Транспортные системы
Энергоснабжение и электромеханика
Управление техническими системами
Информационные технологии
Экономика безопасности и качества

Шаманов В.И.

УДК 656.25:385

ИСТОЧНИКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) выполняют ответственные функции по управлению движением поездов, этим определяются высокие требования к их надежности, которая в значительной степени зависит от качества технической эксплуатации.

Совершенствование методов технической эксплуатации систем ЖАТ требует существенных затрат. Например, внедрение типового проекта организации технического обслуживания и ремонта обеспечивает повышение качества содержания устройств ЖАТ, существенно повышает производительность труда и решает социальные задачи за счет улучшения условий работы производственного персонала дистанций [1]. Однако суммы плановых затрат на внедрение указанного проекта в дистанциях сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) могут превышать в 1,5 и более раз годовые эксплуатационные расходы дистанций на содержание и обслуживание данных систем. Все это определяет актуальность разработки методов расчета технико-экономической эффективности разрабатываемых и внедряемых мер в рассматриваемой области.

Одна из главных задач, решаемых при совершенствовании методов технической эксплуатации систем ЖАТ – повышение их безотказности. Этим обеспечивается снижение потерь в поездной работе от уменьшения количества неплановых остановок поездов и количества поездо-часов простоев, а также к уменьшение эксплуатационных расходов дистанций пути, электроснабжения и СЦБ, связанных с устранением отказов устройств ЖАТ.

Потери в поездной работе при отказах станционной автоматики являются следствием потерь времени дежурными по станциям на выполнение дополнительных операций после обнаружения отказов, а также потерь из-за движения поездов с пониженной скоростью и дополнительных их остановок. При отказах устройств автоблокировки потери вызываются вынужденными снижениями скорости движения, задержками поездов и их неплановыми остановками.

Потери в поездной работе от одного отказа устройств автоблокировки и устройств автоматики на станциях, на которых обслуживающий персонал постоянно не проживает, практически не различаются. На станциях, где обслуживающий персонал дистанций СЦБ проживает постоянно, эти потери меньше. Методика расчета потерь в поездной работе от отказов устройств ЖАТ разработана в [2]. Там же приведены таблицы, по которым можно найти рассматриваемые потери для наиболее характерных случаев без проведения расчетов.

Снижение потерь в денежном исчислении в поездной работе от уменьшения количества отказов устройств ЖАТ можно найти с использованием укрупненных расходных ставок по ОАО «РЖД» на один час простоя и одну остановку поезда соответствующей категории. Например, для участков с электрической тягой снижение этих потерь можно вычислить по формуле:

$$C_{ЭО} = e^{ЭГ}_{ПТ} \cdot \Delta t^{Г}_{ПО} + e5^{ЭП}_{ПТ} \cdot \Delta t^{П}_{ПО} + e^{ЭЭ}_{ПТ} \cdot \Delta t^{Э}_{ПО} + e^{ЭГ}_{0} \cdot \Delta k^{Г}_{0} + e^{ЭП}_{0} \cdot \Delta k^{П}_{0} + e^{ЭЭ}_{0} \cdot \Delta k^{Э}_{0}; \quad (1)$$

где $\Delta t^{Г}_{ПО}; \Delta t^{П}_{ПО}; \Delta t^{Э}_{ПО}$ – уменьшение времени задержек соответственно грузовых, пассажирских поездов и электросекций, поездо – часов;

$\Delta k^{Г}_{0}; \Delta k^{П}_{0}; \Delta k^{Э}_{0}$ – уменьшение количества неплановых остановок соответственно грузовых, пассажирских поездов и электросекций;

$e_{ПТ}^{ЭГ}$; $e_{ПТ}^{ЭП}$; $e_{ПТ}^{ЭЭ}$ - стоимость одного поездо-часа простоя соответственно грузового, пассажирского поезда и электросекции при электротяге в соответствии с укрупненными расходными ставками по ОАО «РЖД»;

$e_{0}^{ЭГ}$; $e_{0}^{ЭП}$; $e_{0}^{ЭЭ}$ - стоимость одной остановки соответственно грузового, пассажирского поезда и электросекции при электротяге в соответствии с укрупненными расходными ставками по ОАО «РЖД».

На сети железных дорог страны фиксируется до 1000 сбоев в сутки в работе устройств автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН). Переход на микропроцессорную элементную базу в этих устройствах привел к снижению устойчивости их работы при действии помех.

Сбои в работе устройств АЛСН ухудшают безопасность движения поездов и приводят к снижению скорости движения. Потери времени хода поездов при этих сбоях зависят от длины участка пути, по которому поезд идет с пониженной скоростью. Количество сбоев АЛСН в год $n_{АЛС}$ на соответствующем участке можно вычислять по формуле:

$$n_{АЛС} = 2 \cdot 365 \cdot \omega_{АЛСi} \cdot L_i \cdot n_{ПΣi}, \qquad (2)$$

где $\omega_{АЛСi}$ - интенсивность сбоев АЛСН на i - м участке;

L_i - длина i- го участка, км;

$n_{ПΣi}$ i — общее количество пар поездов в сутки на i - м участке.

Экономический эффект от повышения устойчивости работы устройств АЛСН за счет совершенствования системы их технической эксплуатации можно рассчитать по формуле (1), найдя получаемое уменьшение потерь времени хода поезда и количества неплановых остановок поездов.

Отказы устройств ЖАТ и сбои АЛСН увеличивают эксплуатационные расходы дистанций СЦБ, пути и электроснабжения за счет дополнительных трудозатрат на восстановление работоспособности устройств и устранение причин этих сбоев и отказов, а также из-за дополнительных расходов на доставку людей к месту работы. С учетом методики [2] эту составляющую цены одного отказа можно вычислить по следующей формуле:

$$Ц_{о} = \frac{N_{ОП} \cdot c_{Ш} \cdot T_{ВТ}}{12 \cdot 173{,}1}, \qquad (3)$$

где $N_{ОП}$ - количество привлекаемых работников из числа обслуживающего персонала причастных дистанций;

$c_{Ш}$ - удельные расходы в год на содержание и обслуживание одной технической единицы устройств ЖАТ без амортизации;

$T_{ВТ}$ - время, затрачиваемое обслуживающим персоналом на восстановление работоспособности устройств или на устранение причин сбоев АЛСН.

За одну техническую единицу принимается количество устройств ЖАТ, на техническое обслуживание которых необходимы трудозатраты одного человека из обслуживающего персонала.

Продолжительность времени $T_{ВТ}$ больше, чем время восстановления $T_{В}$, так как время $T_{ВТ}$ включает в себя также время возвращения от места отказа и время на выполнение заключительных операций: выявление причины отказа, фиксация результатов в различных документах и т. п.

Для систем ЖАТ одинаково важно и уменьшение количества отказов, и уменьшение времени восстановления работоспособности отказавших устройств. Повышение ремонтопригодности обеспечивается за счет внедрения технических средств автоматического контроля и удаленного мониторинга устройств ЖАТ, методов технического обслуживания устройств «по состоянию», улучшения снабжения обслуживающего персонала специализированным транспортом, средствами связи, контрольно-измерительными приборами и вспомогательным ремонтно-технологическим оборудованием. За счет этого уменьшается время извещения об отказе, время в пути к месту отказа и время на поиск места отказа. Уменьшение последней составляющей времени восстановления обеспечивается также повышением квалификации обслуживающего персонала за счет использования информационных технологий, автоматизированных обучающих систем и т. п. Особенно сильно эти факторы проявляются для устройств перегонной автоматики, а также для технических средств ЖАТ на станциях, где обслуживающий персонал постоянно не проживает.

Сокращение времени восстановления устройств ЖАТ приводит к уменьшению количества поездов, которые следуют по участку при неработоспособных устройствах, что приводит к уменьшению как количества неплановых остановок поездов, так и времени их задержек. Данные зависимости нелинейны, поэтому выигрыш в поездной работе от рассматриваемого фактора определяется также с использованием таблиц из [2]. По таблицам сначала находится количество неплановых оста-

новок и длительность задержек поездов при существующем среднем времени восстановления работоспособности устройств ЖАТ на рассматриваемом участке железной дороги, затем находятся эти же показатели при меньшем времени восстановления. Выигрыш в данных показателях можно найти по следующей формуле:

$$C_{\text{ЭВ}} = e_{ПТ}^{ЭГ} \cdot \Delta t_{\text{ПВ}}^{\text{Г}} + e_{ПТ}^{ЭП} \cdot \Delta t_{ПВ}^{\text{П}} + e_{ПТ}^{ЭЭ} \cdot \Delta t_{\text{ПВ}}^{\text{Э}} + \\ + e_0^{ЭГ} \cdot \Delta k_В^{Г} + e_0^{ЭП} \cdot \Delta k_В^{П} + e_0^{ЭЭ} \cdot \Delta k_В^{Э}; \quad (4)$$

где $\Delta t_{\text{ПВ}}^{\text{Г}}; \Delta t_{\text{ПВ}}^{П}; \Delta t_{\text{ПВ}}^{Э}$ – уменьшение времени задержек грузовых, пассажирских поездов и электросекций как следствие уменьшения времени восстановления устройств ЖАТ;

$\Delta k_В^{Г}; \Delta k_В^{П}; \Delta k_В^{Э}$ –уменьшение количества неплановых остановок поездов соответствующих категорий по этой же причине.

Обеспечение обслуживающего персонала необходимым количеством транспортных средств и средств связи, контрольно – измерительных приборов и другого технологического оборудования обеспечивает заметное сокращение времени, необходимого для выполнения работ по ремонту устройств ЖАТ, а также повышение качества выполняемых работ.

Системы ЖАТ являются территориально рассредоточенными, а обслуживающий персонал дистанций СЦБ живет далеко не на всех станциях, особенно на малодеятельных участках. Более равномерное распределение обслуживающего персонала по участкам сокращает, прежде всего, длительность нахождения в пути работников дистанций СЦБ до места проведения работ. Это время при существующей организации работ и ее обеспечении необходимыми техническими и транспортными средствами может достигать до половины и более продолжительности трудового дня, особенно на малодеятельных участках при больших расстояниях между станциями, отсутствии шоссейных дорог вдоль железнодорожной линии вблизи от нее, а также при проживании обслуживающего персонала дистанций СЦБ преимущественно на крупных станциях. В таких условиях время в пути до места отказа устройств автоблокировки или устройств автоматики на небольших промежуточных станциях может в несколько раз превышать время поиска и устранение отказов. Время в пути обратно от места отказа может быть при этом еще больше при плохом обеспечении обслуживающего персонала транспортными средствами.

Данные меры обеспечивают снижение эксплуатационных расходов дистанций СЦБ не за счет повышения интенсивности труда, а за счет повышения его производительности. Для разных географических условий страны при существующих различиях в сложившейся организации работ и их материального обеспечения на разных дистанциях СЦБ степень повышения производительности труда будет различной. При расчетах этой составляющей учитываются удельные эксплуатационные расходы дистанций СЦБ в части затрат на заработную плату с начислениями на нее.

Своевременное и качественное выполнение профилактических ремонтов и работ по обновлению систем ЖАТ обеспечивает снижение расходов на их эксплуатацию. Это весьма существенный фактор с учетом того, что недостаточное финансирование замены изношенных систем ЖАТ привело к тому, что по сети железных дорог страны в настоящее время эксплуатируется большое количество таких систем.

В табл. 1 сведены результаты анализа фактических сроков службы систем электрической централизации стрелок и сигналов на станциях (ЭЦ) и автоблокировки (АБ) на ВСЖД на 01.01.2007 г. Там же для сравнения приведены данные по срокам службы релейных систем ЭЦ на сети железных дорог России [3].

Как видно из табл. 1, системы АБ на ВСЖД изношены меньше, чем системы ЭЦ. В то же время степень износа систем ЭЦ на дороге принципиально не отличается от степени износа этих систем на всей сети железных дорог страны.

Эксплуатация изношенных систем ЖАТ требует повышения расходов для обеспечения требуемого качества их функционирования. По данным исследований [4] за время эксплуатации данных систем от 15 до 30 лет со дня их пуска расходы на техническое обслуживание возрастают на 50%, а расходы на обновление систем растут на 75%.

Если взять за основу фактическую себестоимость одной технической единицы по годовым эксплуатационным расходам $c_{Ш}$, то эту себестоимость эксплуатации систем старше 15 лет для выбранного полигона можно найти по формуле:

$$c_{НШ} = \frac{B_{\Sigma} c_{Ш}}{B_{15} + \sum_{j=1}^{l} \left[1 + (\text{j-}0{,}5) k_y\right] B_{\text{j}}}; \quad (5)$$

Табл. 1.

Сроки службы систем ЖАТ

Полигон	Системы	Единицы измерения	Сроки службы, лет						
			до 15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	за 40
ОАО «РЖД»	ЭЦ	стрелки	34338	16533	22892	17805	17805	10174	7630
		%	27	13	18	14	14	8	6
ВСЖД	ЭЦ	стрелки	1201	1244	557	552	166	434	34
		%	28,8	29,7	13,3	13,3	4,0	10,1	0,8
	АБ	км	1804	1808	478	147	-	362	-
		%	28,0	46,6	12,3	3,8	-	9,3	-

где B_{Σ} - суммарное количество технических единиц на рассматриваемом участке;

B_{15} - количество технических единиц по системам не старше 15 лет;

B_j - количество технических единиц по системам со сроками службы, попадающими на j-й отрезок времени после 15 лет;

k_y - коэффициент увеличения расходов на эксплуатацию систем ЖАТ после 15 лет службы;

j — порядковый номер рассматриваемого временного отрезка после 15 лет службы системы;

l - число рассматриваемых отрезков времени.

Анализ численных данных из [4] по темпам роста расходов на техническое обслуживание станционных систем ЖАТ показал, что при расчетах можно брать среднюю величину $k_y = 0{,}17$ за отрезок времени 5 лет после 15 лет службы системы со дня ее пуска в эксплуатацию.

Выполненные по формуле (5) расчеты с использованием этого значения коэффициента k_y показали, что эксплуатация стареющих систем ЖАТ на главном ходу ВСЖД вызывала ежегодное удорожание на ВСЖД до 01.01.2007 г на величину порядка 140 млн. руб.

Повышение качества эксплуатации устройств ЖАТ повышает долговечность этих устройств, отодвигая на определенное время необходимость инвестиций для замены рассматриваемых систем.

В табл. 2 приведены численные значения инвестиций, потребных в настоящее время на замену изношенных систем станционной и перегонной автоматики. Численные значения потребных инвестиций в этой таблице получены с использованием данных табл. 1 и укрупненных показателей стоимости строительства новых систем ЖАТ. При этом считается, что в новых станционных системах релейные системы ЭЦ составляют 80%, остальное — микропроцессорные системы централизации стрелок и сигналов на станциях (МПЦ).

Если совершенствование методов технической эксплуатации позволяет продлить на 5 лет сроки эксплуатации амортизированных систем ЖАТ при обеспечении требуемого качества их функционирования, то, как видно из табл. 2, продление эксплуатации систем с 20 до 25 лет обеспечивает отсрочку инвестиций на их замену на ВСЖД с суммой 2239 миллионов рублей. На сети железных дорог этот эффект только по системам станционной автоматики составляет 58603 миллионов рублей. Следовательно, при совершенствовании систем технической эксплуатации систем ЖАТ в полной мере проявляется эффект отсроченных платежей.

Улучшение медицинского обеспечения работников дистанций, охраны труда, режимов рабочего времени и отдыха, а также санитарно—гигиенических условий труда также обеспечивает получение экономического эффекта. Этот эффект включает в себя увеличение количества рабочих дней, уменьшение затрат по листкам временной нетрудоспособности, на лечение, льготы и компенсацию за работу в неблагоприятных условиях (сокращение продолжительности рабочего дня, спецпитание, спецодежда) и др. Однако расчет этой составляющей экономического эффекта требует проведения дополнительных работ по

Табл. 2.

Инвестиции, необходимые для замены изношенных систем станционной и перегонной автоматики

Полигон	Новые системы	Инвестиции млн. руб. для замены систем по срокам службы		
		более 20 лет	более 25 лет	более 30 лет
ВСЖД	0,8 ЭЦ + 0,2 МПЦ	4462	3036	1623
	АБТЦ	1678	865	615
	Итого	6140	3901	2238
ОАО «РЖД»	0,8 ЭЦ + 0,2 МПЦ	195343	136740	91159

прогнозированию изменения отмеченных показателей, поэтому в данной работе не проводится.

Следует отметить также, что повышение безотказности и ремонтопригодности устройств ЖАТ положительно сказывается и на показателях качества транспортной продукции, такие как своевременность доставки грузов и пассажиров, сохранность грузов, сокращение оборотных средств грузовладельцев («грузы в пути») и т. п

Повышение безотказности, ремонтопригодности и долговечности устройств ЖАТ, уменьшение вмешательства обслуживающего персонала обеспечивают повышение безопасности движения поездов. Оценка в денежном выражении уменьшения вероятности аварий и нарушений затруднена следующими обстоятельствами.

Средние материальные потери от порчи грузов и технических средств железнодорожного транспорта можно рассчитать достаточно точно. Сложнее выразить в денежном эквиваленте ущерб от аварий и крушений для экосистем. И наиболее сложен расчет экономического ущерба от потери здоровья и гибели людей в авариях и крушениях, не говоря уже об этической стороне таких событий.

Общество по-разному относится к гибели людей в зависимости от их возраста, количества погибших в одном крушении, характера гибели и т. п. В денежном выражении за гибель человека, например, в авиационной катастрофе выплачиваемая компенсация в нашей стране может колебаться в пределах от 100 тысяч рублей до 75 тысяч долларов. В развитых странах эта компенсация может превышать миллион долларов.

Так же непросто оценить в денежном выражении ущерб здоровью человека, попавшего в аварию или крушение, хотя еще в 1980 году в СССР была разработана Инструкция по учету потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий при проектировании автомобильных дорог, где такой ущерб рассчитывался. Для железнодорожного транспорта в настоящее время нет методики расчета экономического эффекта от повышения безопасности движения поездов.

Таким образом, определены источники окупаемости затрат на совершенствование методов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики и предложены методы расчета получаемого при этом технико-экономического эффекта в поездной работе, а также в расходах дистанций СЦБ, пути и электроснабжения.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Типовой проект организации обслуживания и ремонта технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (№ ЦШ-24/19). — М.: Трансиздат, 2003. — 160 с.
2. Шаманов В.И., Ведерников Б.М. Методика расчета эффективности технических мероприятий по повышению надежности действующих устройств сигнализации, централизации и блокировки. — М.: МПС, 1990. — 80 с.
3. Кайнов В.М. Новые технические средства и инвестиционные программы // Автоматика, связь, информатика. — 2007. — № 4. — С. 12-16.
4. Шаманов В.И. Эксплуатация стареющих систем автоматики и телемеханики // Железнодорожный транспорт. — 1997. — № 9. — С. 35-39.

Закарюкин В.П., Крюков А.В.

УДК 621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ С ОДНОЖИЛЬНЫМИ ЭКРАНИРОВАННЫМИ КАБЕЛЯМИ

Методика моделирования многопроводных систем решетчатыми схемами замещения, предложенная авторами данной статьи в работе [1], требует в качестве исходной позиции определения матрицы сопротивлений многопроводной системы с учетом взаимоиндуктивных и емкостных связей проводов. Вместе с тем задача моделирования широко используемых при создании современных систем электроснабжения (СЭС) одножильных экранированных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ - кабели), которые обладают целым рядом эксплуатационных преимуществ по сравнению с традиционными конструкциями, осталась нерешенной. Для корректного моделирования СПЭ - кабелей необходимо учитывать следующие факторы:

- взаимоиндуктивные влияния жил и экранов кабелей;
- емкости экранов отдельных кабелей по-отношению друг к другу и к земле[1];
- емкости жила-экран каждого кабеля.

Емкостями между жилами и экранами разных кабелей можно пренебречь ввиду их малости. Важным параметром кабеля является взаимная индуктивность между жилой кабеля и его экраном; этот параметр определяется либо из справочных данных, либо расчетным путем. Определение собственных индуктивностей экранов целесообразно проводить на основе модели цилиндрического пустотелого проводника с корректировкой его внутренней индуктивности.

Матричное уравнение для моделирования набора одножильных СПЭ - кабелей (рис. 1) с учетом только собственных и взаимоиндуктивных сопротивлений может быть записано в следующем виде:

$$\Delta\dot{U} = \underline{Z}\dot{I}\ell, \qquad (1)$$

где $\Delta\dot{U} = \begin{bmatrix} \dot{U}_1 - \dot{U}_{2n+1} & \dot{U}_2 - \dot{U}_{2n+2} \cdots \\ \dot{U}_{2n-1} - \dot{U}_{4n-1} & \dot{U}_{2n} - \dot{U}_{4n} \end{bmatrix}^T$ — матрица падений напряжений на жилах и экранах кабелей; $\underline{Z} = \begin{bmatrix} \underline{Z}_{11} & \underline{Z}_{12} \cdots \underline{Z}_{1n} \\ \underline{Z}_{21} & \underline{Z}_{22} \cdots \underline{Z}_{2n} \\ \cdots & \cdots \cdots \cdots \\ \underline{Z}_{n1} & \underline{Z}_{n2} \cdots \underline{Z}_{nn} \end{bmatrix}$ — матрица погонных сопротивлений жил и экранов кабелей; $\underline{Z}_{kk} = R_k + j\omega L_k$ — полное погонное сопротивление петли жила — земля или петли экран — земля; $\underline{Z}_{ij} = \underline{Z}_{ji}$ — погонные взаимоиндуктивные сопротивления между жилами кабелей i и j или между жилой одного кабеля и экраном другого, между экранами кабелей; ℓ — длина кабельной линии (КЛ).

Собственные сопротивления жил кабеля $\underline{Z}_k = R_k + jX_k$, k $= 1..n$ могут быть найдены из выражения

$$\underline{Z}_k = \begin{bmatrix} \pi^2 f 10^{-4} + R_0\left(1 + 0.0049x^4 - 0.000035x^7\right) + \\ + j\left(28.94f \lg\dfrac{0.208\cdot 10^{-4}}{r\sqrt{\gamma f\cdot 10^{-7}}} + R_0\left(0.125x^2 - \right.\right. \\ \left.\left. -0.000613x^5\right)\right) \end{bmatrix}, \qquad (2)$$

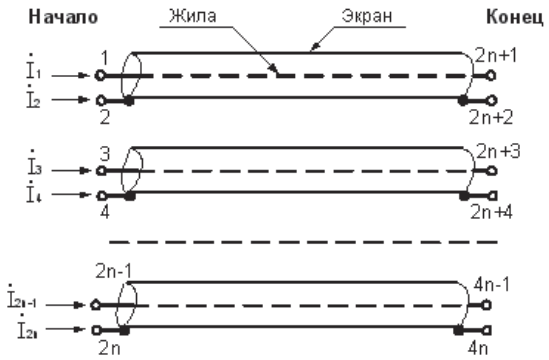


Рис. 1. Система одножильных экранированых кабелей.

[1] При этом параметры кабелей, смонтированных над землей и проложенных в земле, будут существенно отличаться.

где f — частота, Гц; r — эквивалентный радиус жилы в сантиметрах; γ — удельная проводимость однородной земли или эквивалентная средневзвешенная проводимость, См/м; $x = 0.01r\sqrt{\frac{7896f}{R_0 S}}$, S — площадь сечения жилы, мм^2; R_0 — погонное активное сопротивление жилы кабеля.

Сопротивления взаимоиндукции между жилами кабелей i и j или между жилой кабеля i и экраном кабеля j принимаются равными и могут быть определены по формуле

$$\underline{Z}_{ij} = 0.001f + jf\left[0.005693 - 0.001256\ln\left(d\sqrt{0.02\gamma f}\right)\right] \text{ Ом/км},$$

где d — расстояние между токоведущими частями, м.

Определение полного погонного сопротивления петли экран — земля имеет две особенности:

- для его вычисления необходимо использовать модель полого проводящего цилиндра над поверхностью земли, которая отличается от модели для сплошного цилиндрического проводника значениями внутренних активного и индуктивного сопротивлений;
- малое расстояние между экранами соседних кабелей приводит к необходимости учета эффекта близости и определение взаимных сопротивлений для экранов кабелей становится непростой задачей.

Активное сопротивление экрана при его толщине не более 1 мм можно считать не зависящим от частоты вплоть до 41-й гармоники и равным омическому сопротивлению. Внутреннее индуктивное сопротивление полого проводящего цилиндра может быть определено по соотношению, приведенному в работе [2], с учетом малой толщины проволок экрана (рис. 2):

$$X_{in} = \omega L_{in} = 2\pi f \cdot 10^{-4}\,\frac{t}{r}, \text{ Гн/км},$$

где t — толщина экрана (диаметр проволок экрана), мм, рис. 2; r — внешний радиус экрана, мм.

Сопротивление взаимоиндуктивной связи жила — экран кабеля $\underline{Z}_{12}$ может быть найдено из системы (1), записанной для одного кабеля длиной 1 км, при условии замыкания жилы на экран, т.е. n = 1, $\dot{U}_3 = \dot{U}_4$, $\underline{Z}_{12} = \underline{Z}_{21}$. Эта система может быть представлена в виде

$$\begin{cases} \dot{U}_1 - \dot{U}_3 = \dot{I}_1\underline{Z}_{11} - \dot{I}_1\underline{Z}_{12}; \\ \dot{U}_2 - \dot{U}_4 = \dot{I}_1\underline{Z}_{21} - \dot{I}_1\underline{Z}_{22}; \end{cases}$$

где $\underline{Z}_{11}$ — собственное сопротивление жилы, вычисляемое по формуле (2); $\underline{Z}_{22}$ — полное погонного сопротивление петли экран — земля, которое определяется по методике, изложенной выше.

После вычитания второго уравнения можно записать

$$\underline{Z}_{КЗ} = \frac{\dot{U}_1 - \dot{U}_2}{\dot{I}_1} = \underline{Z}_{11} + \underline{Z}_{22} - 2\underline{Z}_{12}. \qquad (3)$$

При отсутствии справочной информации величина $\underline{Z}_{КЗ}$ может быть найдена путем несложных измерений. Тогда искомая величина $\underline{Z}_{12}$ может быть найдена из выражения (3) как

$$\underline{Z}_{12} = \frac{1}{2}(\underline{Z}_{11} + \underline{Z}_{22} - \underline{Z}_{КЗ}).$$

При невозможности проведения измерений и отсутствии справочного материала величину $\underline{Z}_{12}$ можно найти по формуле[2] для индуктивности коаксиального кабеля

$$\underline{Z}_{12} = \omega M_{12} = j4\pi f \cdot 10^{-4}\left[\ln\frac{q}{p} + \frac{1}{3}\left(1 + \frac{4}{3}\frac{t}{q}\right)\right], \text{Ом/км},$$

где f — частота, Гц, t — толщина экрана (диаметр проволок экрана), p — радиус внутреннего провода, q — внутренний радиус экрана (рис. 2).

Емкости жила — оболочка приведены в справочниках, а погонную емкость оболочка — земля для кабеля, расположенного над поверхностью земли, можно определить по формуле для емкости цилиндрического проводника над плоской проводящей поверхностью:

$$C_{об} = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\frac{2h}{r}},$$

где h — высота расположения кабеля над землей, ε_0 — электрическая постоянная.

Если кабель находится в земле, то емкость оболочка — земля может быть найдена по формуле емкости двух коаксиальных цилиндров:

$$C_{об} = \frac{2\pi\varepsilon_a}{\ln\frac{R}{r}},$$

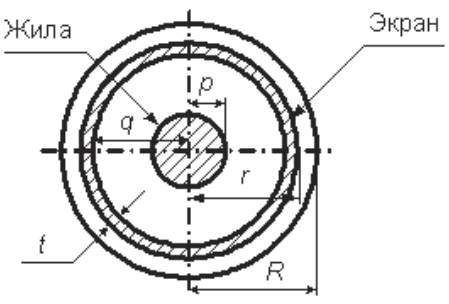


Рис. 2. Поперечное сечение одножильного кабеля.

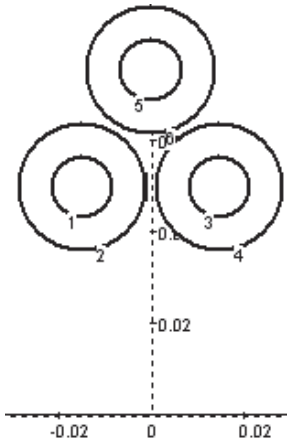


Рис. 3. Поперечное сечение КЛ.

где ε_a — диэлектрическая проницаемость защитных покровов, R — внешний радиус покровов кабеля.

Контрольный расчет режима проведен для КЛ длиной в 1 км, состоящей из трех кабелей сечением 120 мм^2, расположенных по сторонам равностороннего треугольника (рис. 3). Расчетная схема, реализованная средствами программного комплекса Flow3, разработанного в ИрГУПС [3], приведена на рис. 4. Результаты расчета режима приведены в табл. 1.

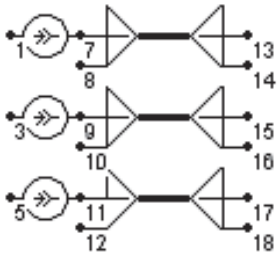


Рис. 4. Расчетная схема.

Для кабелей сечением 120 мм^2 с собственной емкостью 0.31 мкФ/км [4] реактивная мощность, генерируемая КЛ длиной в 1 км, равна $Q = r'CU^2 l = 314 \cdot 0.31 \cdot 10^{-6} \cdot 6^2 \cdot 1 = 3.504$ квар/км. Расчет по модели дает 3.506 квар/км.

Справочное значение сопротивления прямой последовательности для трех кабелей сечением 120 мм^2 при заземленных с двух сторон экранах равно 0,253 + j0,108 Ом/км [4]. На основе предлагаемой методике моделирования СПЭ — кабелей получены следующие результаты:

- фаза А .....0,249 + j0,120 Ом/км;
- фаза В .....0,253 + j0,102 Ом/км;
- фаза С .....0,266 + j0,113 Ом/км;

Табл. 1

Результаты расчета режима

Узлы	Фаза напряжения, °	Модуль напряжения, кВ	Активная проводимость шунта, Сим	Модуль тока, А	Фаза тока, °
7	25,7	0,276	0	1000	0
8	-47,6	0	1000	23,71	132,4
9	-98,0	0,273	0	1000	-120
10	-176,5	0	1000	31,7	3,5
11	143,1	0,289	0	1000	120
12	59,5	0	1000	9,92	-120,5
13	0,0	0,001	1000	1000,01	180
14	132,3	0	1000	23,72	-47,7
15	-120,0	0,001	1000	1000	60
16	3,5	0	1000	31,71	-176,5
17	120,0	0,001	1000	1000,01	-60
18	-120,5	0	1000	9,94	59,5

•среднее.....0,256 + j0,112 Ом/км.

Различие от справочного сопротивления прямой последовательности составляет 3.5%.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика моделирования современных многопроводных кабельных систем, выполненных на основе одножильных экранированных кабелей с СПЭ изоляцией.

2. Моделирование режимов СЭС, выполненных на основе СПЭ - кабелей, показало применимость предложенной методики моделирования для решения практических задач, возникающих при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения.

3. Методика моделирования реализована в программном комплексе FLOW3, предназначенном для моделирования сложнонесимметричных режимов электрических систем.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Закарюкин, В.П. Сложнонесимметричные режимы электрических систем [Текст] / В.П. Закарюкин, А.В. Крюков. — Иркутск: Иркут. ун-т. — 2005. — 273 с.
2. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей. — Л.: Энергоатомиздат, 1986. — 488 с.
3. Свидет. об офиц. регистр. программы для ЭВМ №2005611176 (РФ) «Flow3 — расчеты режимов электрических систем в фазных координатах» / А.В. Крюков, В.П. Закарюкин // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. — Зарегистр. 19.05.2005.
4. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник [Текст] / Г.Н. Ополева. — М.: ИНФРА — М, 2006. — 480 с.

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Абрамов Н.А. УДК 621.311

ПОСТРОЕНИЕ УПРОЩЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Применяемые в настоящее время системы оперативного и противоаварийного управления предназначены для реализации комплексов управляющих воздействий (УВ) в ограниченных районах объединенных электроэнергетических систем (ЭЭС). При формировании модели района управления необходимо учитывать неконтролируемую часть ЭЭС, так как она может оказывать существенное влияние на потокораспределение. Следовательно, для правильного выбора УВ требуется получение эквивалентов внешних по отношению к указанному району частей энергообъединения. Эти эквиваленты должны обеспечивать приемлемую точность расчета всех рассматриваемых режимов, включая несимметричные.

Эквивалентирование электроэнергетических систем (ЭЭС) для расчетов потокораспределения основано на понижении размерности уравнений установившегося режима (УУР). Эти уравнения в общем случае являются нелинейными и задача понижения их размерности путем исключения части неизвестных не имеет общего решения. Это приводит к необходимости замены исключаемых нелинейных УУР на линейные, что позволяет выполнить строгое исключение переменных. Наиболее строго учесть реальные характеристики генераторов и нагрузок, входящих в неконтролируемую часть сети, позволяет методика, предложенная в работах [1,2] и основанная на линеаризации уравнений установившегося режима ЭЭС. Однако эта методика применима только для симметричных режимов ЭЭС и базируется на однолинейном представлении трехфазных цепей. Такой подход не пригоден в случае сложной несимметрии, что особенно проявляется при расчетах ЭЭС, питающих тяговые подстанции переменного тока. Кроме того возможна достаточно длительная работа ЭЭС при обрывах фаз линий электропередачи. Однолинейное представление в этом случае может приводить к значительным погреш-

ностям. Поэтому задача создания методов и алгоритмов, обеспечивающих решение задачи эквивалентирования электрических систем с учетом продольной и поперечной несимметрии, имеет несомненную актуальность.

Широко применяемые алгоритмы расчета несимметричных режимов ЭЭС базируются на методе симметричных составляющих, согласно которому расчетная схема представляется тремя схемами замещения, соединенными только в месте несимметрии. Основной недостаток этого алгоритма заключается в сложности представления нескольких одновременных несимметрий. Применение различных систем несимметричных составляющих не устраняет указанного недостатка. Наиболее эффективно задача расчета сложнонесимметричных режимов может быть решена на основе применения фазных координат [3]. В статье предлагается дальнейшее развитие методики построения эквивалентных моделей внешней сети для расчета режимов с учетом продольной и поперечной несимметрии, предложенной в работе [4].

Представим исходные нелинейные УУР, описывающие режим СТЭ с учетом внешней сети, в виде:

$$\left.\begin{aligned} &F_1(X_1, X_2) = 0; \\ &F_{21}(X_1, X_2) + F_{22}(X_2, X_3) = 0; \\ &F_3(X_2, X_3) = 0, \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

где $F_1(X_1, X_1) = \left[F_{A1}(X_1, X_2) F_{B1}(X_1, X_2) F_{C1}(X_1, X_2)\right]^T$ — вектор-функция небалансов мощности в узлах района управления, рис. 1; A, B, C — индексы фаз;

$F_{21}(X_1, X_1) = \left[F_{A21}(X_1, X_2)\ F_{B21}(X_1, X_2)\ F_{C21}(X_1, X_2)\right]^T$ — вектор-функция, отвечающая перетокам мощности из района управления к граничным узлам;

$F_{22}(X_2, X_3) =$

$= \left[F_{A22}(X_2, X_3)\ F_{B22}(X_2, X_3)\ F_{C22}(X_2, X_3)\right]^T$ — вектор-функция небалансов в граничных узлах;

$F_3(X_2, X_3) =$

$= \left[F_{A3}(X_2, X_3)\ F_{B3}(X_2, X_3)\ F_{C3}(X_2, X_3)\right]^T$ — вектор-функция небалансов в узлах внешней сети;

$X_1 = \left[X_{A1}\ X_{B1}\ X_{C1}\right]^T, X_2 = \left[X_{A2}\ X_{B2}\ X_{C2}\right]^T,$

$X_3 = \left[X_{A3}\ X_{B3}\ X_{C3}\right]^T$ — векторы режимных параметров (действительные и мнимые составляющие или модули и фазы узловых напряжений), соответствующие району управления, граничным узлам и внешней сети (рис.1).

Вектор - функции $F_1(X_1, X_2)$, $F_{21}(X_1, X_2)$, $F_{22}(X_2, X_3)$ и $F_3(X_2, X_3)$ в фазных координатах определяются по методике, изложенной в работе [3].

Наиболее строго влияние внешней сети на режим района управления можно учесть на основе нелинейной эквивалентной модели. Построение такой модели состоит в нахождении вектор - функции вида:

$$X_3 = \Phi(X_2), \qquad (2)$$

с помощью которой система (1) преобразуется к виду:

$$\left.\begin{aligned} &F_1(X_1, X_2) = 0; \\ &F_{21}(X_1, X_2) + D(X_2) = 0, \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

где $D(X_2) = F_{22}\left[X_2, \Phi(X_2)\right]$ - нелинейная вектор-функция, отражающая реакцию неконтролируемой части сети на изменение режима района управления.

Нахождение функции $D(X_2)$ связано с большими методическими и вычислительными трудностями. Однако задачи расчета режимов для целей управления позволяют перейти от рассмотренной нелинейной модели к линеаризованной. Это связано со спецификой этих задач, заключающихся в локализации возмущений режима в ограниченном районе ЭЭС, отвечающем району управления.

Для успешного применения методов линеаризации при эквивалентировании ЭЭС необходимо, чтобы значения режимных параметров упрощаемой части энергосистемы в исследуемых режимах были близки к значениям, задаваемым в исходных приближениях. Иными словами, необходимо проводить линеаризацию УУР относительно исходного (базо-

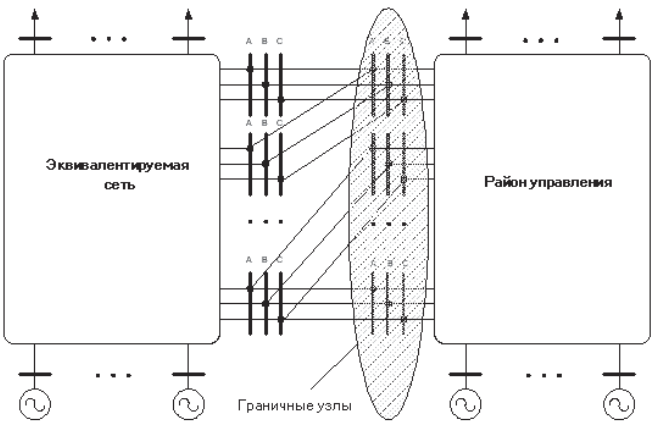


Рис. 1. Исходная электрическая сеть.

вого) режима, мало отличающегося в упрощаемой части энергосистемы от рассчитываемых. При этом влияние $D_N(X_2)$ нелинейных членов разложения функции $D(X_2)$ в ряд Тейлора

$$D(X_2) = D(X_2^0) + \frac{\partial D}{\partial X_2}\Delta X_2 + D_N(X_2) \qquad (4)$$

будет мало. Поэтому нелинейные функции, отражающие реакции питающей сети на изменения режима в ЭЭС, с приемлемой для практики точностью могут быть заменены линейными.

В этом случае система (3) преобразуется к виду:

$$\left.\begin{aligned} &F_1(X_1, X_2) = 0; \\ &F_{21}(X_1, X_2) + D(X_2^0) + \frac{\partial D}{\partial X_2}\Delta X_2 = 0. \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Выражения для вычисления $D(X_2^0)$, $\frac{\partial D}{\partial X_2}$ могут быть получены из исходной системы (1). Для этого линеаризуем уравнения, относящиеся к внешней сети, в точке базового режима (X_1^0, X_2^0, X_3^0):

$$\left.\begin{aligned} &F_1(X_1, X_2) = 0; \\ &F_{21}(X_1, X_2) + F_{22}(X_2^0, X_3^0) + \frac{\partial F_{22}}{\partial X_2}\Delta X_2 + \\ &+ \frac{\partial F_{22}}{\partial X_3}\Delta X_3 = 0; \\ &F_3(X_2^0, X_3^0) + \frac{\partial F_3}{\partial X_2}\Delta X_2 + \\ &+ \frac{\partial F_3}{\partial X}\Delta X_3 = 0, \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

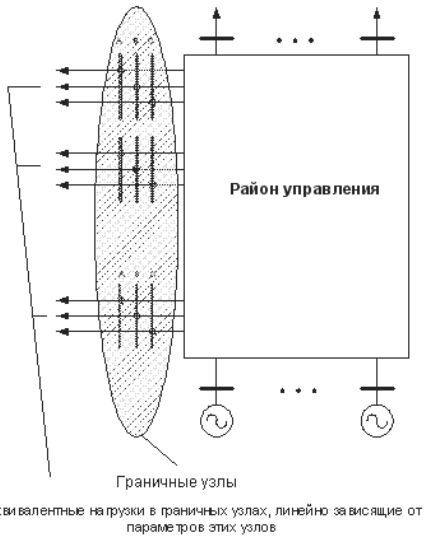


Рис. 2. Преобразованная схема сети.

где

$$\frac{\partial F_{22}}{\partial X_2} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_{A22}}{\partial X_{A2}} & \frac{\partial F_{A22}}{\partial X_{B2}} & \frac{\partial F_{A22}}{\partial X_{C2}} \\ \frac{\partial F_{B22}}{\partial X_{A2}} & \frac{\partial F_{B22}}{\partial X_{B2}} & \frac{\partial F_{B22}}{\partial X_{C2}} \\ \frac{\partial F_{C22}}{\partial X_{A2}} & \frac{\partial F_{C22}}{\partial X_{B2}} & \frac{\partial F_{C22}}{\partial X_{C2}} \end{bmatrix};$$

$$\frac{\partial F_{22}}{\partial X_3} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_{A22}}{\partial X_{A3}} & \frac{\partial F_{A22}}{\partial X_{B3}} & \frac{\partial F_{A22}}{\partial X_{C3}} \\ \frac{\partial F_{B22}}{\partial X_{A3}} & \frac{\partial F_{B22}}{\partial X_{B3}} & \frac{\partial F_{B22}}{\partial X_{C3}} \\ \frac{\partial F_{C22}}{\partial X_{A3}} & \frac{\partial F_{C22}}{\partial X_{B3}} & \frac{\partial F_{C22}}{\partial X_{C3}} \end{bmatrix};$$

$$\frac{\partial F_3}{\partial X_2} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_{A3}}{\partial X_{A2}} & \frac{\partial F_{A3}}{\partial X_{B2}} & \frac{\partial F_{A3}}{\partial X_{C2}} \\ \frac{\partial F_{B3}}{\partial X_{A2}} & \frac{\partial F_{B3}}{\partial X_{B2}} & \frac{\partial F_{B3}}{\partial X_{C2}} \\ \frac{\partial F_{C3}}{\partial X_{A2}} & \frac{\partial F_{C3}}{\partial X_{B2}} & \frac{\partial F_{C3}}{\partial X_{C2}} \end{bmatrix};$$

$$\frac{\partial F_3}{\partial X_3} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_{A3}}{\partial X_{A3}} & \frac{\partial F_{A3}}{\partial X_{B3}} & \frac{\partial F_{A3}}{\partial X_{C3}} \\ \frac{\partial F_{B3}}{\partial X_{A3}} & \frac{\partial F_{B3}}{\partial X_{B3}} & \frac{\partial F_{B3}}{\partial X_{C3}} \\ \frac{\partial F_{C3}}{\partial X_{A3}} & \frac{\partial F_{C3}}{\partial X_{B3}} & \frac{\partial F_{C3}}{\partial X_{C3}} \end{bmatrix}.$$

Очевидно, что для точки базового режима выполняется равенство:

$$F_3(X_2^0, X_3^0) = 0. \qquad (7)$$

После исключения неизвестных $\Delta X_3 = X_3 - X_3^0$ можно записать:

$$\left.\begin{aligned} &F_1(X_1, X_2) = 0; \\ &F_{21}(X_1, X_2) + R^{Y'}(X_2) = 0; \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

где

$$R^{Y'}(X_2) = $$

$$= F_{22}(X_2^0, X_3^0) + \left[\frac{\partial F_{22}}{\partial X_2} - \frac{\partial F_{22}}{\partial X_3}\left(\frac{\partial F_3}{\partial X_3}\right)^{-1}\frac{\partial F_3}{\partial X_2}\right]\Delta X_2.$$

Коэффициенты при линейных членах сводятся в матрицу:

$$C = \frac{\partial F_{22}}{\partial X_2} - \frac{\partial F_{22}}{\partial X_3}\left(\frac{\partial F_3}{\partial X_3}\right)^{-1}\frac{\partial F_3}{\partial X_2}. \qquad (9)$$

Следует отметить, что эквивалентные перетоки мощности в исходном режиме $F_{22}\left(X_2^0, X_3^0\right)$ являются реальными перетоками и не "выравниваются" для выполнения граничных условий, как в других методиках эквивалентирования. Кроме того, возможна оперативная корректировка этих параметров на основе данных, поступающих по каналам телемеханики.

Можно рассматривать $R^{Y'}\left(X_2\right)$ как вектор эквивалентных нагрузок в узлах примыкания (рис. 3) с регулирующими эффектами, задаваемыми в виде матрицы С:

$$\left.\begin{aligned} P_{Ak} &= P_{Ak0} + \Delta P_{Ak};\\ P_{Bk} &= P_{Bk0} + \Delta P_{Bk};\\ P_{Ck} &= P_{Ck0} + \Delta P_{Ck};\\ Q_{Ak} &= Q_{Ak0} + \Delta Q_{Ak};\\ Q_{Bk} &= Q_{Bk0} + \Delta Q_{Bk};\\ Q_{Ck} &= Q_{Ck0} + \Delta Q_{Ck}, \end{aligned}\right\}.$$

где $P_{Ak}, Q_{Ak}, P_{Bk}, Q_{Bk}, P_{Ck}, Q_{Ck}$ – эквивалентные нагрузки узлов примыкания в базовом режиме, равные соответственно суммарным активным и реактивным перетокам от этого узла во внешнюю сеть.

При этом параметры $\Delta P_{Ak}, \Delta P_{Bk}, \Delta P_{Ck}$ $\Delta Q_{Ak}, \Delta Q_{Bk}, \Delta Q_{Ck}$, $k = \overline{1...m_{\tilde{A}}}$ определяются в соответствие с (8) и (9) по выражению

$$\Delta Y_{\hat{O}} = C\Delta X_2, \qquad (10)$$

где

$\Delta Y_{\hat{O}} = \left[\Delta P_{A_1}\ \Delta P_{B1}\ \Delta P_{C1} ... \Delta Q_{Am_{\tilde{A}}}\ \Delta Q_{Bm_{\tilde{A}}}\ \Delta Q_{Cm_{\tilde{A}}}\right]^T$; $m_{\tilde{A}}$ - число узлов примыкания (в однолинейном представлении).

Полученная эквивалентная модель ЭЭС, в отличие от традиционных, не представима в виде какой-либо электрической сети, но позволяет более строго учесть реальные свойства генераторов и нагрузок с их регулирующими устройствами.

Решение системы (8) можно осуществить на основе метода Ньютона. При этом на каждой итерации решается следующая система линейных уравнений:

$$\begin{bmatrix} \dfrac{\partial F_1}{\partial X_1}\left(X_1^{(k)}, X_2^{(k)}\right) & \dfrac{\partial F_1}{\partial X_2}\left(X_1^{(k)}, X_2^{(k)}\right) \\ \dfrac{\partial F_{21}}{\partial X_1}\left(X_1^{(k)}, X_2^{(k)}\right) & \dfrac{\partial F_{21}}{\partial X_1}\left(X_1^{(k)}, X_2^{(k)}\right) + C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_1^{(k)} \\ \dots \\ \dots \\ \Delta X_1^{(k)} \end{bmatrix} =$$

$$= -\begin{bmatrix} F_1\left(X_1^{(k)}, X_2^{(k)}\right) \\ \dots \\ \dots \\ F_{21}\left(X_1^{(k)}, X_2^{(k)}\right) + F_{22}\left(X_2^{(0)}, X_3^{(0)}\right) + \\ + C\left(X_2^{(k)} - X_2^{(0)}\right) \end{bmatrix},$$

где k-номер итерации.

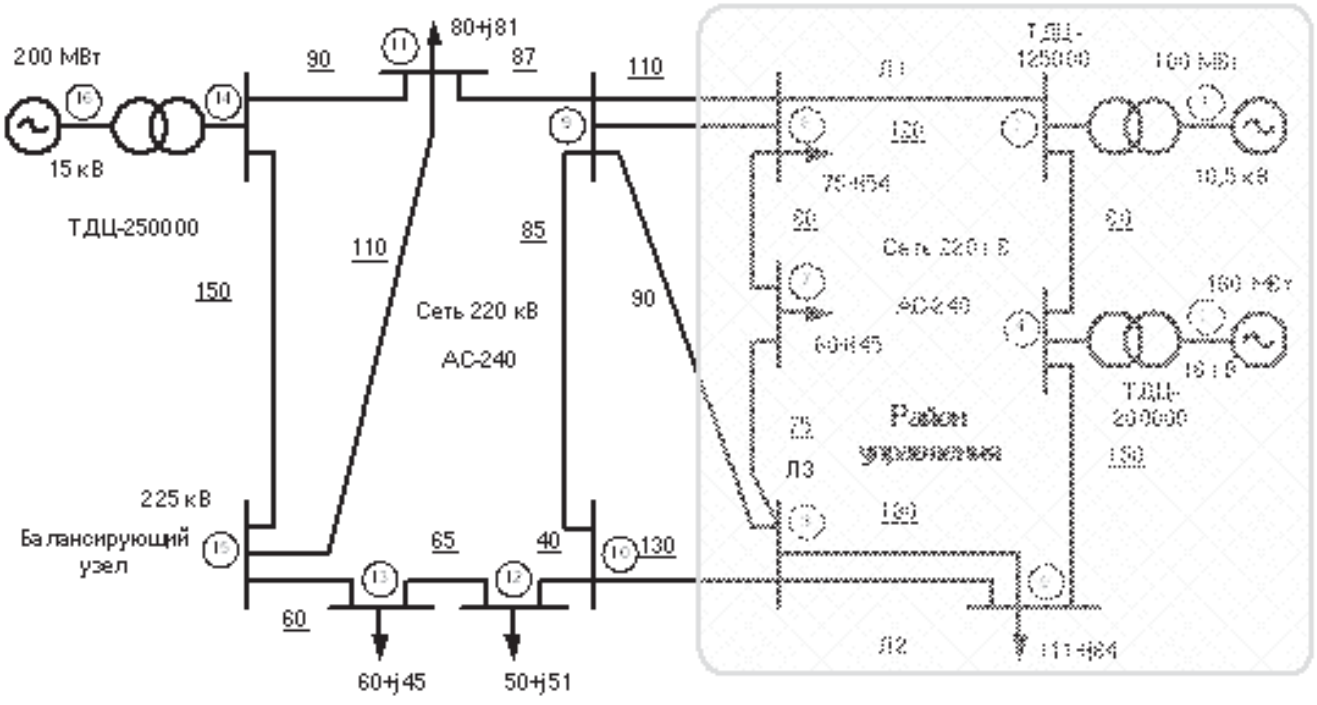


Рис. 3. Исходная схема ЭЭС.

Табл. 1

Результаты расчетов режимов ЭЭС

№	Характеристика ПАР	Узел или ветвь	Величина возмущения, МВт	Максимальная погрешность определения модуля напряжения, %
1	Отключение блока 160 МВт	2	160	0.6
2	Отключение блока 100 МВт	1	100	0.28
3	Отключение линии Л1	6,3	129.42	0.29

Для экспериментального исследования погрешностей, возникающих в результате эквивалентирования, проведены расчеты режимов ЭЭС при использовании полной и эквивалентных моделей для ЭЭС, схема которой показана на рис. 3. Расчеты выполнялись с помощью комплекса FLOW3 [5] для симметричных режимов и в условиях существенной продольной несимметрии, вызванной отключениями фаз загруженных ЛЭП. В качестве аварийных возмущений рассматривались отключения мощных генераторов и нагрузок, а также высоковольтных линий электропередачи. Результаты расчетов сведены в табл. 1, 2 и проиллюстрированы графиками, приведенными на рис. 4, 5. Из анализа представленных результатов можно сделать следующие выводы:

• предлагаемая методика обеспечивает очень высокую точность моделирования; максимальная погрешность определения модуля напряжения при расчете симметричных режимов не превышает 0,6 %, а при наложении аварийных возмущений на неполнофазный режим составляет 1,1 %;

• величина погрешности увеличивается с ростом мощности аварийного возмущения, рис. 4;

• при наложении аварийных возмущений на неполнофазный режим погрешности, вызванные использованием упрощенной модели внешней сети, возрастают на 11...60 % в зависимости от величины и характера возмущения, рис. 5.

Выводы.

Эквивалентные модели внешней сети, основанные на использовании линеаризованных УУР, записанных в фазных координатах, обладают следующими свойствами, обеспечи-

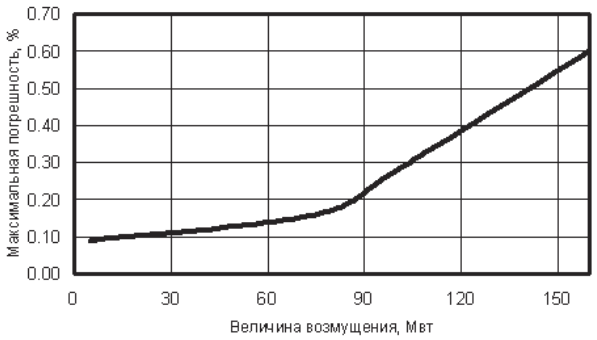


Рис. 4. Звисимость максимальной опгрешности от величины.

Рис. 5. Сравнеине погрешностей эквивалентирования при расчетах симметричных и несимметричных режимов.

Табл. 2

Погрешности эквивалентирования при расчете неполнофазных режимов

№	Характеристика ПАР	Узел или ветвь	Максимальная погрешность определения модуля напряжения, %
4	Обрыв фазы линии Л1	3	0,52
2	Наложение отключения блока 100 МВт на неполнофазный режим, вызванный обрывом фазы А в линии Л3	1	0,31
3	Наложение отключения линии Л1 на неполнофазный режим, вызванный обрывом фазы А в линии Л3	5.1	0.47
4	Наложение отключения линии Л2 с одновременным обрывом фазы А в линии Л3	7.4	0.10
6	Наложение отключения нагрузки 75 + 54 на неполнофазный режим, вызванный обрывом фазы А в линии Л3	5	0.18
7	Наложение отключения нагрузки 111 + 84 с на неполнофазный режим, вызванный обрывом фазы А в линии Л3	4	0.21
8	Наложение отключение блока 160 МВт на неполнофазный режим, вызванный обрывом двух фаз в линии Л3	8	1.10

вающими возможность их эффективного применения для целей оперативного управления:

•точным воспроизведением параметров режимов в широком диапазоне их изменения;

•весьма малым временем, необходимым для получения эквивалента;

•возможностью оперативной корректировки эквивалентов по данным телеизмерений.

•величина погрешности увеличивается с ростом мощности аварийного возмущения;

•при наложении аварийных возмущений на неполнофазный режим погрешности, вызванные использованием упрощенной модели внешней сети, могут возрастать более чем в полтора раза, не превышая при этом 1.1 %

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Конторович, А.М. Методика эквивалентирования сложных энергосистем, основанная на линеаризации уравнений установившегося режима [Текст] / Конторович А.М., А.В. Крюков; ЛПИ.-Л., 1982. — 9 с. — Деп. в Информэнерго, № Д/994.
2. Конторович, А.М. Эквивалентирование сложных энергосистем для целей оперативного управления [Текст] / Конторович А.М., А.В. Крюков, Ю.В. Макаров. — Улан-Удэ: ВСТИ, 1989. — 84 с.
3. Закарюкин, В.П. Сложнонесимметричные режимы электрических систем [Текст] / В.П. Закарюкин, А.В. Крюков. - Иркутск: Иркут. ун-т. — 2005. — 273 с.
4. Закарюкин, В.П. Построение эквивалентных моделей энергосистем для расчетов несимметричных режимов [Текст] / В.П. Закарюкин, Е.А. Крюков, А.В. Крюков // Ползуновский вестник. - 2005. - №5. - С. 286-289.
5. Свидет. об офиц. регистр. программы для ЭВМ №2005611176 (РФ) «Flow3 — расчеты режимов электрических систем в фазных координатах» / А.В. Крюков, В.П. Закарюкин // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. — Зарегистр. 19.05.2005.

Каштанов Ю.Б., Белов И.А.

УДК 001.4.658.382.3:006.354

ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Иерархия задач. Возможность возникновения развивающихся аварийных процессов в объектах всех уровней на железной дороге делает возможной и общую постановку задачи управления безопасностью и рисками [1]. Она заключается в создании автоматизировано-советующих систем управления нового поколения.

Автоматизировано-советующая система управления рисками, с одной стороны, являясь более «интеллектуальным» уровнем систем противоаварийной автоматики и обладая более широким кругозором и памятью, а, также располагая достаточно представительной моделью объекта, может выполнять функции автомата при относительно высокой скорости развития аварийных ситуаций, исключающей возможность интерактивного режима. С другой стороны, она может выполнять функции советчика при распознавании текущей ситуации, поиске управления и анализе рисков, когда имеется резерв времени на принятие решения, пользуясь знаниями о причинно-следственных связях событий в объекте, полученных в процессе эксплуатации транспортной системы, имитационного моделирования, оптимизационных расчетов, а также оперативно получаемых данных об объекте управления.

В связи увеличивающимся влиянием, так называемого, человеческого фактора, а также со значительным ростом интенсивности основных технологических процессов существенно возросла плата за ошибочные действия оперативного персонала [2]. Поэтому информационно-советующая система должна распознавать не только отказы технологического оборудования и автоматики, но и неправильные действия персонала во всей цепочке оказания транспортных услуг: ошибки диспетчеров, машинистов, составителей поездов, обходчиков, ремонтных работников. Располагая информацией о проводимых ремонтах, изменениях структурных схем объектов, она могла бы блокировать автоматически, либо в информационном режиме ошибочные воздействия на объект, способные вызвать аварийный процесс, имитируя эти воздействия на ситуационной модели, не допустить возникновения ситуаций с высоким риском.ь более «интеллектуальным» уровнем систем противоаварийной автоматики и обладая более широким кругозором и памятью, а, также располагая достаточно представительной моделью объекта, может выполнять функции автомата при относительно высокой скорости развития аварийных ситуаций, исключающей возможность интерактивного режима. С другой стороны, она может выполнять функции советчика при распознавании текущей ситуации, поиске управления и анализе рисков, когда имеется резерв времени на принятие решения, пользуясь знаниями о причинно-следственных связях событий в объекте, полученных в процессе эксплуатации транспортной системы, имитационного моделирования, оптимизационных расчетов, а также оперативно получаемых данных об объекте упВ связи увеличивающимся влиянием, так называемого, человеческого фактора, а также со значительным ростом интенсивности основных технологических процессов существенно возросла плата за ошибочные действия оперативного персонала [2]. Поэтому информационно-советующая система должна распознавать не только отказы технологического оборудования и автоматики, но и неправильные действия персонала во всей цепочке оказания транспортных услуг: ошибки диспетчеров, машинистов, составителей поездов, обходчиков, ремонтных работников. Располагая информацией о проводимых ремонтах, изменениях структурных схем объектов, она могла бы блокировать автоматически, либо в информационном режиме ошибочные воздействия на объект, способные вызвать аварийный процесс, имитируя эти воздействия на ситуационной модели, не допустить возникновения ситуаций с высоким риском.

Организация глобальной модели. Иерархическая структура объектов железнодорожного комплекса позволяет разделять функции принятия решений, следовательно, обеспечивает обозримость ситуаций в объектах боль-

шой размерности, а также разнесение функций и моделей в иерархии системы управления.

Перед экспертом, создающим модель объекта, стоит проблема, как описать его, чтобы ЭВМ, располагая семиотической моделью, могла принимать решения, по качеству приближающиеся к человеческим.

Для советчика оператора, диспетчера формальная модель сложного объекта должна быть, с одной стороны, подобна самому объекту, тогда модель можно создавать по частям, как и сам объект, а с другой — достаточно простой и обозримой для эксперта и подстраиваемой под объект при его модификации. Эти и другие противоречивые требования выполнить в одной модели невозможно, поэтому, как было отмечено, должна существовать совокупность моделей. Ядром этой совокупности будет модель отдельной функционально-технологической системы (ФТС), причем эта система может представлять как нижний, технологический уровень, когда ее компонентами являются элементы оборудования, так и более высокий, когда компоненты представлены другими ФТС.

Назовем глобальной модель, в которой представлено как единое целое взаимодействие отдельных ФТС, адекватное взаимосвязям всех элементов объекта. Эта модель представляет объект, с одной стороны, как отдельную ФТС со своими технологическими и информационными потоками, с другой — как иерархию совокупности информационных потоков между моделями компонентов объекта [3,4,5].

После определения глобальной модели на концептуальном уровне перед экспертом встает ряд задач описания модели функционально-технологических систем. Первым в этом ряду стоит выбор множества контролируемых параметров V или иных показателей и признаков, достаточно полно характеризующих состояние объекта. Указанный выбор осуществляется экспертом при описании ФТС и является общим для каждого типа объектов. Вторым является выбор шкалы V_i для каждого из контролируемых параметров $v_i \in V$, определения точности измерений. Вопросы шкалирования должны быть решены до начала формального описания ФТС, т.к. принципы квантификации (разбиения на диапазоны) — общие для большинства признаков. Следующим стоит выбор принципов описания состояний объекта (ФТС) в процессе его функционирования на множестве выбранных параметров. Эти принципы являются общими для всей модели и реализуются при формализации. Подходы к формализации подобных знаний показаны в [1,6,7].

Определим в структуре железнодорожного комплекса базовые функционально-технологические системы. Это могут быть различные службы, например служба пути, локомотивное хозяйство, СЦБ и др. Модель ФТС должна характеризоваться некоторым обобщенным состоянием для межуровневого обмена информацией. В описание вышележащей ФТС нижележащие входят как параметры, а их состояния являются значениями этих параметров. Состояние каждой ФТС отражается значениями обобщенных параметров, называемых состояниями $\{S1,\ldots,S_n\}$ [8].

Среди локальных ситуаций, представленных состояниями $S_i \in S$ можно выделить совокупности отдельных состояний, соответствующие различным режимам работы оборудования. Так, например, для силовой установки тепловоза выделяются такие режимы как: начальное, холодный резерв, холостой ход, горячий резерв, работа, отказы разной степени тяжести и т.п. Эти режимы объединяют отдельные состояния $q_i = S_i$ в классы эквивалентных состояний отображением $\varphi: S \to \Omega$. Классы состояний определены в виде поверхности в пространстве параметров V^n. Если Ω_i и Ω_j - два класса, то $\Omega_i \cap \Omega_j = \phi$ при $i \neq j$ и $U_i \Omega_i = \Omega$.

Классы состояний ФТС являются той информацией, которая передается по структурным связям иерархической модели от нижележащей ФТС к вышележащим. Управляющая информация, со своей стороны, поступающая сверху вниз, задает цель управления в виде класса состояний $\Omega^c \in \Omega$, и на уровне модели ФТС осуществляется обратное преобразование: $\varphi^{-1}: \Omega^c \to S^c$.

Для формального описания глобальной модели определим множество уровней иерархии модели $i = 1,2,\ldots,n$, на каждом уровне $j = 1,2,\ldots,m_i$ подсистем (ФТС). Для j-ой подсистемы i-ого уровня F^i обозначим: Ω_i^j - ее множество классов состояний, передаваемых в $F_j^{i+1}(i+1)$ уровня; S_j^i-множество позиций (состояний объекта $q_k = S_k$); E_j^i-множество переходов в модели F_j^i; $V_j^i = \left\{V_l / l = \overline{1,n}\right\}$- множество параметров размерности n, значения которых поступают из i-1 уровня от подчиненных ФТС или от датчиков технологического оборудования; Ω_i^{jc} - множество целевых классов состоя-

ний, с помощью которых j-я подсистема $i+1$ уровня осуществляет управление j -й подсистемой i-ого уровня.

При принятых обозначениях глобальная модель должна обеспечивать отображение: $\lambda:\Omega_j^{i-1} \to V_j^i$ -классов состояний нижележащей ФТС в значения параметров вышележащей; $\psi:S_j^{ic} \to \Omega_j^{i-1}$- найденных целевых ситуаций (позиций) i -ого уровня в классы состояний $i-1$ уровня. Таким образом, чем выше по иерархии, тем больше степень обобщения осведомляющей информации. Влияние отказов, изменений режимов нижних ФТС на верхние уровни будет передаваться опосредованно.

Задачи диагностики. На самых нижних уровнях иерархии объекта управления осведомляющей информацией I_o о протекающих процессах служат сведения о значениях $\left\{v_i^l / i=\overline{1,m}; l=\overline{1,n}\right\}$ контролируемых параметров $\left\{V_l / l=\overline{1,n}\right\}$ технологического оборудования и систем автоматики (СЦБ). Параметры вещественно-энергетических потоков недоступны для непосредственного измерения, о них можно судить по сигналам, вырабатываемым соответствующими датчиками, а также путем сенсорного восприятия. Информация, поступающая от датчиков, является отражением физических процессов в объекте, т.е. информационным «полем» или пространством разнообразия R^v, в котором описаны состояния Q процесса. Это отражение гомоморфно по отношению к процессу вследствие ограничений, обусловленных точностью датчиков и частотой измерений, которые определяются величиной потребительской чувствительности. Совокупность значений контролируемых параметров в каждом узле, каждой технологической системе образует ситуацию $q_k = \left\{(V_i, V_j)\right\}; q_k \in Q$. Чем выше по иерархии, тем меньше интересуют детали текущей ситуации в объекте, т.к. осведомляющей информацией для уровня $n-1$ будут являться ситуации q^n уровня n. Детали текущей ситуации на систему в целом оказывают влияние опосредовано путем обобщения отдельных составляющих ситуации. Таким образом, осуществляется анализ процесса функционирования всего объекта и его подсистем при чрезвычайной сложности объекта и колоссальном количестве контролируемых параметров.

Для систем управления $ПСУ^{i+1}$ вышележащего уровня $i+1$ осведомляющей информацией I_o являются сведения о состояниях $(q_1^t,...,q_l^t)$ ФТС $F_1,...,F_l$ в данный момент времени t или классах состояний $(\Omega_1,...,\Omega_n)$. Для системы $ПСУ^{i+1}$ областью определений $D(F)$ будут имена ФТС, связанных с данной $ПСУ^{i+1}$, а областью значений $E(F)$ - состояния или классы состояний этих ФТС. Тогда состояния Q^{i+1} будут заданы в пространстве R^v как векторы через свои проекции на оси координат $D(F)$.

Указанные источники осведомляющей информации I_o являются внешними для системы управления. Внутренней на этапе диагностики является информация I_D, отражающая опыт, интуицию оператора, содержащаяся в его памяти, его умозрительной модели, а также зафиксированная в алгоритмах автоматических устройств.

Дополнительной полезной внутренней информацией являются:

- информация I_D^R о предыстории развития процесса, это I_l^τ, в предшествующие моменты времени $\tau = 0,1,...,t-1$, -т.е. это результат наблюдения за объектом, «память» системы управления;

- априорная информация I_D^P о возможных путях развития аварии с оценкой этой возможности; I_D^P- это информация, обобщающая результаты всех предшествующих наблюдений за работой этого и других объектов такого типа, результат обучения. Именно здесь заключен основной дополнительный источник информации, используя который можно существенно повысить качество работы устройств, осуществляющих противоаварийное управление.

Наряду с источниками дополнительной информации, увеличивающими точность диагностики состояния объектов и процессов на железной дороге, существуют факторы, обуславливающие неопределенность на этом этапе, вызывающую ошибочные действия диспетчеров, операторов, машинистов и автоматики.

Неоднозначность возникает:

- при определении текущего состояния q^t объекта на множестве значений контролируемых параметров V. Это обусловлено недостаточной изученностью объекта, недостаточным количеством контролируемых параметров, их малой информативностью, отказами в системах телеизмерений и телесигнализации;

- при выявлении причин $\left\{x^\tau / \tau = \overline{1,t}\right\}$ развития аварии неоднозначность определяется следующими факторами: малой частотой так-

тов контроля значений параметров V объекта (за время между двумя соседними тактами наблюдения произошло более одного события и объект сменил более одного состояния $q^t,...,q^{t+n}$ не замеченных системой управления), неоднозначностью диагноза на каждом такте $\tau = 0,\bar{t}$ - наблюдений, стохастическими свойствами объекта управления. Примером может служить недостаточно частое измерение уровня радиоактивного загрязнения в тоннелях, вследствие чего невозможно построить адекватную модель процессов разрушений тоннеля и геотектонического воздействия на тоннель.

Задача управления. В общем плане проблемой является создание в составе АСУ ТП объектов и процессов на железной дороги уровня управления, обеспечивающего:

- анализ текущего состояния q^t системы S в целом и всех ее функционально-технологических подсистем $\{S_i^j\}$;

- определение цели управления в каждой из подсистем S_i^j;

- синтез алгоритма управления с минимальными рисками, либо с уровнем риска, не превышающего установленного порога для достижения цели C_i^j, найденной для S_i^j, либо заданной вышестоящей системой;

- выдачу советов диспетчеру по управлению системой и подсистемами, либо лицу, осуществляющему управление, с оценкой предпочтимости найденных решений;

- анализ степени выполнения отрабатываемых алгоритмов управления с выявлением причин отказов в случае их невыполнения и оценке рисков для каждого случая нештатной работы;

- поиск альтернативных решений по управлению с целью достижения поставленной цели в случае сбоев при реализации уже найденных решений и минимизации рисков;

- выдачу советов по восстановлению после аварий для обеспечения заданного уровня рисков.

Эти задачи влекут, в свою очередь, следующие:

- восприятия осведомляющей информации;

- распознавания текущего состояния объекта q^t путем анализа наблюдаемых ситуаций;

- анализа предыстории развития аварийного процесса с целью выявления причин возникновения текущей ситуации, уточнения текущего состояния объекта q^t и изменения уровня рисков;

- способности формализации и восприятия цели управления C^u;

- способности формирования алгоритма управления заданного отдельными фрагментами с заданным уровнем рисков;

- способности имитации информационных процессов на модели;

- информирования диспетчера или лица, принимающего решение по управлению, о состоянии объекта, причинах возникновения аварии, прогнозах дальнейшего развития, прогнозах рисков и выдаче советов по локализации, подавлению аварии и минимизации рисков.

Вопросы мониторинга информации являются общими для всей АСУ ТП, содержащей вычислительный комплекс, и здесь не рассматриваются, т.к. представляют собой предмет специального исследования. Задача распознавания текущего состояния (диагноза), требует наличия формального описания объекта управления в пространстве контролируемых параметров V. С ней связаны основные задачи:

- выбора минимальной и достаточной системы информативных параметров V, с помощью которых можно описать состояние объекта;

- идентификации, т.е. определения на множестве V множества состояний Q;

- поиска решающего правила D_v, с помощью которого можно распознать состояние q и решить задачу минимизации рисков.

Эти задачи могут быть разрешены с помощью методов теории распознавания образов и искусственных нейронных сетей предметными экспертами на этапе анализа процессов функционирования железнодорожного комплекса и синтеза информационной модели. Необходимость исследовать предысторию развития аварийного процесса требует наличия динамической информационной модели объекта, на которой можно имитировать процессы развития аварии с целью выявления обусловивших их причин и анализа возможных рисков, как это покакзанов [1]. Для выявления возможных путей развития аварийного процесса необходимо привлечение соответствующих математических методов, позволяющих оптимизировать процесс поиска. Стохастичность отказов и возникновения аварийных ситуаций требует придания модели вероятностных свойств и использования вероятностных

критериев для принятия решения на этапе диагноза и анализа рисков.

Задача формирования цели управления влечет за собой задачи:

- описания целей управления C^u в пространстве контролируемых параметров V;

- возможности соотнесения целей, заданных лингвистически и формально,

- определение уровней рисков при достижении каждой цели.

Задача формирования алгоритма управления в виде последовательности воздействий на объект управления, необходимых для перевода его из текущего аварийного в состояние с заданным риском, определяемого целью управления, также требует наличия информационной динамической модели объекта. С помощью этой модели могут быть исследованы возможные пути достижения цели, т.е. последовательности элементарных управляющих воздействий $x_t, x_{t+1}, ..., x_{t+n}$, определены возможные риски при достижении этих целей для каждой из этих последовательностей. В случае альтернативных путей достижения цели управления необходимо располагать возможностью их выбора.

Когда цель поставлена нечетко, необходимо иметь возможность поиска наилучшего пути к нечетко поставленной цели в пространстве нечётких параметров с помощью технологии обработки нечёткой информации.

Необходимость в наличии информационных моделей влечет за собой ряд задач по анализу объекта и структурному синтезу его информационных моделей:

- исследование функционально-структурной схемы объекта для выделения его подсистем;

- выявление связей и взаимозависимостей подсистем между собой;

-выявление сложившейся иерархии управления;

- формальное описание состава, структуры и свойств объекта;

- формализация причинно-следственных отношений;

- выбор языка формального описания объекта.

Последний ряд задач связан с реализацией непосредственно инструментального комплекса. Среди них основные:

- разработка комплекса программ для диалога предметного эксперта и ЭВМ при наполнении базы знаний в интерактивном режиме;

- разработка языка описания данных информационной модели при наполнении базы знаний;

- разработка структуры модели объекта;

- верификация с помощью ЭВМ синтезируемых моделей;

- разработка комплекса программ для решения задач диагностики объектов и управления рисками;

- разработка программ выдачи советов автоматически и по запросу (подсистемы объяснений).

Это, конечно, только первоочередные вопросы, требующие разрешения при решении поставленной проблемы.

Информация и неопределённость. Информация для управления может быть так же, как и для диагностики внутреннего и внешнего порядка:

- внутренняя информация о результатах диагноза I^D, получаемая в результате анализа осведомляющей информации I_I^t от всех источников I_D является определяющей информацией для выбора управления. От нее во многом зависят действия операторов на всех уровнях иерархии управления. Поэтому разработка средств повышения качества I_p позволит повысить точность работы всей системы управления;

- внутренняя информация I^c о цели управления C регламентируется соответствующими инструкциями для оператора, заданием ограничений для регуляторов, заданием алгоритма работы устройств автоматики;

- внешняя информация I^u о текущих целях управления, задаваемая вышестоящей системой в виде распоряжений операторам, изменений уставок защит и переключений в автоматике;

- внутренняя априорная информация I^x о возможных управляющих воздействиях и переходах системы под их влиянием;

- внутренняя априорная информация I^k о предпочтимости тех или иных управляющих воздействий;

- I^c - это информация, используя которую оператор может формировать цели управления, она выявляется априори на этапе проектирования объекта и включении его в эксплуатацию. Она может быть формализована в виде дерева отказов диаграмм Исикавы для объектов железной дороги;

- I^u - это информация, вырабатываемая на более высоком уровне и с большей степенью отвечающая требованиям системы управле-

ния в целом. В этом случае необходимо подавление I^c информацией I^u, поступающей с верхнего уровня.

Информация I^x определяется технологической схемой объекта и, следовательно, может быть получена из его анализа. I^k - это информация, зависящая от целей управления и отражающая ограничения, накладываемые на управление. Она определяется текущими условиями работы объекта и его технико-экономическими показателями. Предпочтимость тех или иных воздействий по подавлению аварий может быть выявлена на физических или математических моделях.

Как и на этапе диагностики, при управлении существует ряд факторов, обуславливающих неопределенность при принятии решения. Прежде всего, неопределенность возникает в случае неоднозначного диагноза $\{q_n^t / n>1\}$, т.е. вектору значений контролируемых параметров поставлено в соответствие более одного состояния объекта управления. Если среди допустимых состояний q^t в текущий момент времени находятся состояния q_i, q_j требующие различных управляющих воздействий x_k, x_l, то увеличивается возможность выбора неверного воздействия и дальнейшего развития аварии.

Неопределенность возникает также при определении целевых состояний q^c объекта и связана с неточностью описания и плохим определением события, явления или какой-либо важной переменной.

Неопределенность здесь обусловлена недостаточной изученностью объекта, разбросом значений контролируемых параметров, неудачной попыткой формализации опыта человека, управляющего объектом. Неопределенность появляется при определении цели управления в пространстве параметров, вследствие нечеткости при определении степени принадлежности значений параметров V, в пространстве которых определена цель, к действительной цели, а также нечеткости в определении самих значений параметров, в определении истинности этих значений и нечеткости их статистических оценок.

Если имеются альтернативы достижения цели управления $\{x_k / k>1\}$, то неопределенность возникает при принятии решения о выборе альтернативы x_k. Степень неопределенности в этом случае будет функцией критерия выбора W, который должен включать в себя такие факторы, как вероятность достижения цели P^c, ущерб и степень риска при выборе ошибочной стратегии, затраты на управление, время достижения цели и др. Значительная неопределенность возникает также при появлении событий, ситуаций, не встречающихся ранее и не исследованных на моделях. При известной цели управления неопределенность заключается в неизвестности — достижима ли цель за приемлемое время, и, наконец, неопределенность появляется при выборе управляющего воздействия в условиях, когда цели, ограничения и последствия возможных воздействий неизвестны. Кроме того, неопределенность может быть обусловлена нечеткостью целевых функций, необходимостью принимать решения в условиях многокритериальности.

Динамика изменения ситуаций. В ряду основных стоит задача описания динамики изменения ситуаций при функционировании объекта, которая может быть решена различным образом, определяемым целью моделирования. В логическом моделировании при решении вопросов на качественном уровне формальные методы отражения динамики изменения состояний должны обеспечивать эксперту возможность описывать ее на семиотическом языке. Выбор принципов описания динамики подчинен главной задаче, решаемой оператором в процессе его деятельности — управлению объектом, которая с наиболее общих позиций состоит в том, чтобы изменить динамику поведения объекта в соответствии с целью, заданной человеком. Эта задача естественным образом распадается на три самостоятельные в информационном плане, являющиеся главными и для советчика:

- определить состояние q^t объекта, причины x^t, вызвавшие его изменение $q^{t-1} \to q^t$;
- предсказать динамику его поведения;
- принять решение о том, каково должно быть управление X^u, чтобы достигнуть заданной цели C при известном текущем состоянии q^t.

Под целью в широком смысле C^u будем понимать будущий желаемый и достижимый результат деятельности объекта, а под целью управления в узком смысле — количественно определенную в пространстве параметров V, критериев W область O^c желаемых значений $\dot{v}^c$ в пространстве параметров R^v и соответствующие этой области состояния объекта $\{q^c\}$. Тогда под управлением будем понимать процесс такого направленного воздействия

X^c на объект $u: X^c \times Q^t \to Q^c$, при котором происходит изменение значений параметров $\dot{v}^t$ на $\dot{v}^c$, соответствующих целевым состояниям Q^c.

Диагностика и управление должны обеспечиваться многошаговыми решениями, которые в первом случае позволяют восстановить пропущенную информацию, а во втором — сформировать алгоритм управления.

Решение указанных задач должно быть получено по той же логической схеме, как это делает человек: ситуация — решение. Если динамический процесс можно рассчитать с помощью точных математических методов за допустимое время и вычислительные ресурсы это позволяют, то экспертная модель здесь будет лишней. Ее роль незаменима для описания таких динамических процессов, которые являются отражением человеческого знания, опыта и интуиции о ситуационном функционировании объекта и всех его компонент, для учета таких начальных условий функционирования и его результатов, которые невозможно учесть в строгой модели, но знание которых позволяет человеку сужать зону неопределенности при принятии решения.

С учетом всего комплекса динамических и ситуационных знаний можно сформулировать задачи диагностики и управления:

- для диагностики — зная вектор текущих значений контролируемых параметров $\dot{v}^t = (v_1^t, v_2^t, ..., v_n^t), v_i \in V$ и предысторию протекания процесса $(q^0, q^1, ..., q^{t-1})$ необходимо определить текущее состояние q^t и причины x^{t-1}, обусловившие его;
- для управления — определить цель управления как некоторое желаемое состояние q^c и найти управляющие воздействия $(x^t, x^{t+1}, ..., x^{t+k})$ для достижения его.

Анализ динамики изменения ситуаций. Как показано в [1] динамика изменения ситуаций представима на языке сетей Петри. На языке сетей Петри задачи анализа динамики сводятся к решению задачи достижимости разметки $(p^t, \mu^t) \in R(F, (p^{t-1}, \mu^{t-1}))$, которая заключается в определении достижимости разметки (p^t, μ^t) из данной разметки (p^{t-1}, μ^{t-1}). Задача достижимости решается построением дерева достижимости, элементами которого являются элементы множества достижимых разметок. Решение задач анализа обеспечивается тремя потоковыми алгоритмами обработки дерева достижимости, отражающими специфику каждой задачи. Алгоритмы диагностики A^D и управления A^u построены с использованием принципов динамического программирования Беллмана и алгоритма Нильсона [9].

Имитация. Алгоритм A^0 - обеспечивает задачу имитации.

1. Вектору значений контролируемых параметров $\dot{v}^t$ ставится в соответствие допустимость возможных состояний объекта $\mu_q(\dot{v}^t)$:

$$\mu_q(\dot{v}^t) = \min(\mu_{1^k}(v_1^t), ..., \mu_{1^k}(v_n^t)).$$

В разметку $\mu(S_k)$ и $\gamma(S_k)$ позиций $S_k = q_k$ заносятся значения функций принадлежности $\mu_{q^k}(\dot{v}^t)$, а в разметку $p(S_n)$ - вероятность распознанных состояний.

2. Разметка $\mu(S_k)$ позиций S_k, являющихся условием перехода, устанавливается равной 1, т.е. данное условие перехода $x_u = S_u$ разрешено, а значение вероятности разметки $p(S_k)$ устанавливается равным значению априорной вероятности, известной из прошлого опыта, либо равным 1.

3. Осуществляется срабатывание перехода e_i по правилам

$$P(S_k) = P(P(e_i)) \cdot P(\pi(e_i)) \cdot P(\omega(e_i, S_k)),$$
$$\forall S_k = \omega(e_i): \gamma(S_k) = \min(\mu(S_j), \mu(S_u)) \cdot \omega(e_i, S_k).$$

в которых $\mu(p(e_i)) > 0$ и $\mu(\pi(e_i)) > 0$, т.е. переход разрешен, т.к. все его входные позиции имеют ненулевую разметку.

$$p(\omega(e_i)) = p(\omega(e_i)) + p(p(e_i)) \cdot \omega(e_i, S_j) \cdot p(\pi(e_i)),$$
$$\gamma(\omega(e_i)) = \min(\gamma(p(e_i)), \mu(\pi(e_i))).$$

Разметка (p^{t+1}, μ^{t+1}) фиксируется во множестве достижимых разметок в качестве очередного элемента.

4. Если переход не последний из числа разрешенных, то в п.3.

5. Построение дерева на этом шаге закончено, разметка (p^t, μ^t) указывает на те ситуации в объекте, которые могут возникнуть, если будут реализованы входные условия и воздействия $x_u = S_u$.

Прогноз. Этот алгоритм служит для предсказания поведения объекта при анализе предполагаемого управления x_u. Задача предсказания является главной при блокировании ошибочных действий оператора.

Алгоритм A^D- служит для нахождения причин изменения ситуаций.

1. Всем меткам множеств $\{p(S)\}, \{\mu(S)\}, \{\delta(S)\}, \{\gamma(S)\}$ присваиваются значения равные 0.

2. Вектору значений контролируемых параметров $\dot{v}^t$, который зафиксирован на выходе объекта, ставится в соответствие допусти-

мость возможных состояний объекта $\mu_q(\dot{v}^t)$ в соответствии с $\mu_{q_k}(\dot{v}^t)=\min(\mu_{l_k}(v_1^t),...,\mu_{l_k}(v_n^t))$.

В разметку $\mu(S_k)$ позиций $S_k=q_k$ заносятся значения функций принадлежности $\mu_{q_k}(\dot{v}^t)$.

3. Если $\{\mu(S^{t-1})\}=\phi$, т.е. $t=1$ (первый цикл диагностики), то анализ закончен и в п.9, иначе из множества E выбирается очередной переход e_i. Если $\mu(p(e_i))>0$; $\mu(p(e_i))=\mu^t$ и $\mu(\pi(e_i))>0$, т.е. если входная позиция $S_j=p(e_i)$ находится во множестве допустимых предшествующих состояний μ^{t-1} и не является текущим состоянием и позиция — условие $S_u=\pi(e_i)$ имеет разметку, разрешающую переход, то вычисляется значение вероятности и функции принадлежности для каждой выходной позиции $S_i=\omega(e_i)$ перехода e_i

$$p'=p(S_j)\cdot p(S_u)\cdot p(\omega(e_i,S_i));$$
$$\mu'=\min(\mu(S_j),\mu(S_k),\mu(S_i)).$$

Если несработавших переходов в списке переходов нет, то анализ закончен и в п.9.

4. Если $p'\cdot\mu'>\gamma(S_i)$, то в $\gamma(S_i)$ фиксируется значение $p'\cdot\mu'$, а в $\delta(S_i)$ - значение e_i. В $p(S_i)$ заносится $p(S_i)+p'$, т.к. если в состояние $q_i=S_i$ допустимы различные одновременно несовместимые переходы $\{e_i\}$, то их вероятности суммируются.

Эта процедура выполняется и для остальных позиций $\{\omega(e_i)\}$.

5. Если ни одна из выходных позиций обработанного перехода e_i не попадает во множество μ^t, то в п.2.

6. Позиция S_i становится текущей позицией и заносится в список R_q последовательности позиций.

7. Если $\delta(S_i)=0$, то в п.8, иначе из $\delta(S_i)$ выбирается значение кода того перехода e_u, срабатывание которого привело в позицию S_i с максимальным весом (математическим ожиданием функции принадлежности). Позиция условие перехода $\pi(e_i)=S_u$ заносится в список R_x в качестве причины, вызвавшей переход из $q_j=S_j$ в $q_i=S_i$.

8. Текущей становится позиция $S_i=p(e_i)$ и в п.5.

9. Поиск наиболее допустимых последовательностей завершен. Они записаны в неявном виде (в обратном порядке) через механизм ссылок в разметке $\delta(S)$. Разметка $\gamma(S)$ содержит оценку допустимости позиций с разметкой (p^t,μ^t) с учетом динамики процесса.

10. Множеству μ^t присваивается метка $t-1$ и алгоритм заканчивает работу до поступления следующей информации о $\dot{v}^t$ и существующем множестве μ^t.

Изложенный алгоритм анализа достижимости маркировки (p^t,μ^t) из разметки (p^{t-1},μ^{t-1}) обеспечивает одновременное построение ветвей дерева достижимости для локальных подсетей, покрывающих общую сеть F - модель процессов в ФТС.

Управление. Задачей алгоритма поиска управляющих воздействий является нахождение последовательности управляющих воздействий (условий) $(x^t,x^{t+1},...,x^{t+k})$, обеспечивающей достижение цели $q^c=S^c$ из $q^t=S^t$, причем число шагов заранее неизвестно. Цель может быть задана в виде желаемого состояния q^c или в виде ограничений $G=\mu(\dot{v}^c)$ на значения контролируемых параметров V. Эти ограничения могут относиться не только к конечному, целевому состоянию, но и к промежуточным управляющим воздействиям. Принимается, что объект по-прежнему является стохастической системой, имеющей свойство марковости. Поэтому для поиска можно использовать принципы динамического программирования для нахождения многошагового решения $(x^t,x^{t+1},...,x^{t+n})$, заключающегося в максимизации управляющего воздействия по принятому критерию на каждом шаге, предшествующем целевому состоянию. Вследствие этого алгоритм A^u ищет управление в направлении обратном процессу, т.е. от S^c к S^t.

Алгоритм A^u

1. В сети F - модели объекта установлена маркировка (p^t,μ^t), соответствующая $\{q^t\}$ результат предшествующей диагностики.

2. Если цель задана в виде ограничений на значения параметров V, то в соответствие с (2.6) ей ставится в соответствие функция принадлежности $\mu_{q^c}(\dot{v}^c)=\min(\mu_{l^c}(v_1),...,\mu_{l^c}(v_n))$ и в разметку $\mu^c(S)$ и $\gamma^t(S)$ заносится значение $\mu^c(\dot{v})$, $S^c=q^c$. Если цель задана состоянием $q^c=S^c$, то разметка $\mu(S_c)=1$ и $\gamma(S_c)=1$.

3. Находим переход e_i связанный с очередной целевой позицией S_c, если такая позиция неединственна.

4. Если $\{\omega(e_i)=S_c\}>1$, т.е переход e_i связан более чем с одной целевой позицией, причем для каждой $\omega(e_i,S_j^c)=p_j$, то вычисляем математическое ожидание E функции принадлеж-

ности (допустимости) цели при условии, что сработал переход e_i в связи с $\pi(e_i)=S_u$

$$E(\mu(e_i))=\omega(e_i,S_1^t)\cdot\mu(S_1^c)+\ldots+\omega(e_i,S_k^c)\cdot\mu(S_k^c)$$

5. Находим $\mu'=\min(E(\mu(S_i),\mu(\pi(e_i))))$. Если $\gamma(p(e_i))<\mu'$, т.е. переход e_i позволяет максимизировать решение, то в разметку $\gamma(S_j)$, предшествующей позиции $S_i=p(e_i)$ заносится μ', $\gamma(S_i)=\mu'$, а в разметку $\delta(S_i)=e_i$, т.е. адрес максимизирующего перехода.

6. Если после очередной итерации в списке $\{S^{c-k}\}$ оказались позиции то S^t, то для них может быть восстановлена последовательность, максимизирующая управление.

Если в списке позиций цели есть еще не обработанные позиции, то в п.3. Если среди размеченных позиций $S^{c-1}=p(e)$ есть позиции, не помеченные (p^t,μ^t), то они становятся целевыми и в п.3. Иначе можно восстанавливать управляющую последовательность.

7. Если найдена связь между (p^t,μ^t) и μ^c, то разметка $\delta(S^{c-k})$ указывает переход e_i', который необходимо выполнить. Первым входным воздействием (условием) будет $x_1=S_u=\pi(e_i)$.

8. Следующая позиция выбирается из условия $S^{t+1}=\max(\omega(e_i))$. Позиция становится текущей. В $p(S^{t+1})$ заносится $p'=p(S^t)\cdot\omega(e_i,S^{t+1})$ Если $S^{t+1}=S^c$, то S^{t+1} становится текущей и в п.7. Иначе — закончен поиск последовательности входов (условий) $R_x=(x_1,\ldots,x_{k-1})=(S_u^1,\ldots,S_u^{k-1})$, выполнение которых позволит перевести объект из текущего состояния $S^t=q^t$ в целевое $S^c=q^c$ с вероятностью $p(q^c)$, функция принадлежности которого $\mu(S^c)$.

При большом числе позиций и переходов скорость сходимости алгоритма A^u можно увеличить введением дополнительного эвристического критерия, позволяющего оценивать степень близости к цели очередной найденной позиции и перехода. Так для объектов транспортного комплекса таким правилом будет, по-видимому, хемингово расстояние в пространстве параметров V между позициями S^c и S^{c-l}. Семантика этого заключается в минимизации воздействия на объект для преобразований значений параметров.

Заключение. Риски и надежность работы объектов железнодорожного комплекса зависят как от надежности основного технологического оборудования и безотказности систем автоматики, так и от качества работы оперативно-диспетчерского, управленческого персонала.

В условиях развивающихся аварийных процессов, в условиях стресса и жестких временных ограничений диспетчеру необходима интеллектуальная поддержка в виде советчиков на базе информационных технологий, осуществляющих предварительный анализ осведомляющей информации, поиск необходимого управления при заданной цели управления и анализ рисков.

Железнодорожный комплекс представляет собой совокупность подсистем, объединенных технологическими процессами и выполняющих определенные функции. Системы управления ими образуют иерархию управления, имеющую несколько информационно-связанных уровней.

Объекты железной дороги, вследствие конечного числа элементов оборудования, возможных режимов работы, ограниченного количества контролируемых параметров и управляющих воздействий, могут быть представлены на феноменологическом уровне с помощью логических моделей.

Информационно-советующая система может решать задачи анализа рисков, диагностики и управления с помощью знаний человека, формализованных в логической модели, и источников основной и дополнительной осведомляющей информации, используемой оператором в своей работе.

Для обеспечения функций советчика диспетчера, оператора, лица принимающего решение на основе экспертных систем необходима разработка инструментальных средств, обеспечивающих автоформализацию знаний специалистов без привлечения труда программистов.

Логические модели, реализованные в советчиках, могут быть использованы и для тренажеров диспетчерского и управленческого персонала.

БИБЛИОГРАФИЯ:

1. Хоменко А.П., Каштанов Ю.Б., Елисеев С.В. Основы стратегии и тактики управления региональным центром мониторинга, прогнозирования и управления безопасностью транспортных систем //Материалы Седьмой научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». Москва. 26 – 27 октября 2006г. С.48-53.
2. Каштанов Ю.Б., Горский Ю.М., Перминова Э.В., Проферансов Ю.Д., АдриановЕ.Н.,

Гольцман Э.М. Исследование возможности построения автомата-советчика для задач многоуровнего распознавания аварийных процессов на АЭС //В сб. "Методические вопросы надёжности". №14, Иркутск, 1977. С.21-25
3. Каштанов Ю.Б., Горский Ю.М., Перминова Э.В., Проферансов Ю.Д., АдриановЕ.Н., Гольцман Э.М. Некоторые возможности использования высших уровней иерархии АСУ ТП для предотвращения развития цепочечных аварий в электроэнергетических системах //Труды "Всесоюзный симпозиум по актуальным вопросам управления в больших системах энергетики" Иркутск, 1978. С.42-49.
4. Каштанов Ю.Б., Горский Ю.М. и др Результаты моделирования на ЭВМ развивающихся аварий и работы "интеллектуальной" системы, ориентированной на повышение живучести АЭС //В сб. "Методические вопросы надежности больших систем энергетики" Иркутск, 1980г.с.32-35.
5. Каштанов Ю.Б., Горский Ю.М. Гольцман Э.М. Методические вопросы анализа осведомляющей информации и построения программно-вычислительного комплекса для имитации аварийных режимов мощных энергоблоков // Труды симпозиума, «Системы энергетики - тенденции развития и методы управления». Иркутск, 1981. с.115-121.
6. YU. B. Kashtanov, A.M. Berlin, I.A. Sher. Methods and means use of artificial intelligence in power system investigations //Harwood Academic Publishers GmbH. Printed in the USA. 1993. pp. 1-29
7. Каштанов Ю.Б. Экспертная система диагностики и подавления развивающихся аварийных процессов в технически-сложных системах. Деп. ВИНИТИ 09.02.1987, № 944-в 87.
8. Беллман Р., Энджел Э. Динамическое программирование и уравнения в частных производных: Пер. с англ.1974. 208 с.

Парфенова М.Я., Парфенов И.И., Гущин Ю.Г. УДК 658.382.3

БЕЗОПАСНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСОБО ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПРОФИЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

По определению стандарта ISO/IEC 10000 профиль - это набор, состоящий из одного или большего числа стандартизованных спецификаций (базовых стандартов и/или международных стандартизованных профилей) и определяющий выбор из этих спецификаций необходимых для реализации конкретной прикладной функции классов сервиса, опций, параметров, тестовых наборов. Профиль задает базовую функциональность системы и ее окружения, необходимую для выполнения конкретных прикладных задач, агрегируя избирательным образом функциональные возможности стандартизованных спецификаций. Под профилем производственной системы через объекты охраны труда и промышленной безопасности рассматривается спецификация функционально взаимосвязанных объектов на множестве параметров и их признаков свойств, которые обеспечивают требуемый набор производственных функций, а также согласованы и параметризованы с использованием стандартизованных спецификаций и решений, экспертных оценок многокритериальных альтернатив.

По уровням декомпозиции организационного управления на предприятии объектами охраны труда и промышленной безопасности являются цеха (отделы), участки, типы рабочих мест, рабочие места, виды исследований,

замеры. Объекты охраны труда и промышленной безопасности представляются объектом управления (ОУ), а управляющие воздействия составляют выделенные ресурсы (информационные, финансовые, кадровые, материальные). Объекты охраны труда и промышленной безопасности относятся к эргатическим структурам управления, составным элементом которых является человек-оператор.

На предприятии к эргатическим структурам относится широкий класс ОУ: автоматические линии, физические потоки в сетях, различные механизмы и оборудование. В работе эргатическая структура управления представляется системой охраны труда и промышленная безопасности, так как охрана труда относится к человеку, промышленная безопасность - к техническим объектам. Во взаимосвязи они составляют эргатическую структуру управления. Адекватная оценка состояния ОУ на всех уровнях его декомпозиции, принятие эффективных управленческих решений по обеспечению промышленной безопасности в зависимости от текущего состояния эргатических структур имеет определяющее значение, а результаты неправильных или несвоевременных решений могут иметь непоправимые последствия.

Существующие законодательные акты, международные стандарты и рекомендации, направленные на создание эталонной модели производственной среды, определяют общую методологию проектирования, концепцию функциональности, общие требования к архитектуре производственных объектов и систем [2,3]. Основное содержание стандартов и нормативных документов составляют методы, процессы и технологии обеспечения необходимой функциональности объектов. Декомпозиция этих документов включает несколько тысяч рекомендуемых ссылок на структуры вложенных спецификаций и стандартизованных решений, которые содержат описание до нескольких сот (тысяч) страниц машинописного текста. Таким образом, регламентирующие документы на создание условий промышленной безопасности и охраны труда позволяют построить спецификацию требований по всем уровням декомпозиции эргатиче-ской структуры, включая уровень замеров элементарных ОУ и индивидуальные средства защиты работников предприятия. При этом полностью отсутствует взаимосвязь между спецификациями стандартизованных решений и техническими средствами, которые во взаимосвязи обеспечивают выполнение требований.

На предприятиях особую сложность представляет анализ и комплексная оценка состояния охраны труда и промышленной безопасности разнородных и взаимосвязанных объектов в режиме реального времени, согласование противоречивых и неравнозначимых критериев оценки, определение результирующей функции полезности исследуемых объектов по уровням декомпозиции в соответствии с их влиянием на критичность возникающих ситуаций.

Большое число и функциональная сложность существующих регламентирующих и нормативных документов по эксплуатации технических средств, а также многообразие возможных вариантов построения эргатических структур управления вызывают необходимость решения многомерной комбинаторной задачи при построении профиля системы охраны труда и промышленной безопасности, выбора наилучшего варианта из множества альтернатив по заданным критериям в условиях неопределенности и неоднозначности оценки параметров разнородных и технологически взаимосвязанных объектов. Для анализа и оценки параметров объектов охраны труда и промышленной безопасности используются экспертные знания специалистов разных направлений, которые на практике часто содержат множество трудно выявляемых противоречий. Это вызывает особую трудоемкость в выявлении и формализации экспертных знаний, используемых для построения профиля системы охраны труда и промышленной безопасности.

Таким образом, актуальным является проектирование профиля производственной системы через объекты охраны труда и промышленной безопасности и оценка многокритериальных альтернатив развития с применением стандартизованных решений и формализованных экспертных знаний. Решение данной научной проблемы связано с созданием методов и алгоритмов для анализа и синтеза проектных решений в построении профиля производственной системы и выбора рабочего варианта профиля для обеспечения безопасного функционирования особо важных объектов [1].

Цель работы заключается в создании аппарата профилирования и формализованной методики анализа и оценки влияния исследуемых объектов на степень критичности возникающих ситуаций и предупреждение аварий-

ных ситуаций, алгоритмов и программ анализа и оценки многокритериальных альтернатив реализации и выбора рабочего варианта профиля производственной системы через объекты охраны труда и промышленной безопасности.

Проектирование профиля производственной системы через объекты охраны труда и промышленной безопасности на предприятии связано с построением спецификации взаимосвязанных функциональных элементов, определением технических средств, обеспечивающих необходимый набор функций по заданным критериям и учетом производственных условий. Производится параметризация и согласование технических средств с использованием стандартизованных решений и экспертных оценок по степени надежности и эффективности эксплуатации.

На множестве выделенных параметров ОУ и их признаков свойств, определяющих множество классов состояния, строится критериальное пространство по уровням обобщения показателей исследуемых объектов охраны труда и промышленной безопасности, что показано на рис.1.

В формализованном виде эргатическая структура управления на множестве параметров и их признаков свойств представляется в виде информационно-функционального пространства автоматизированной системы с принятием решений (АСПР) [4]. Параметры исследуемых объектов представляются числовыми кодами, которые интерпретируются через глоссарий системы, с учетом весовых функций ранговой корреляции.

Для объектов охраны труда и промышленной безопасности указываются основные признаки свойств, необходимые для адекватного отображения ОУ и формирования управляющих воздействий в области допустимых решений. При увеличении числа признаков, отражающих более детальные свойства исследуемых объектов, обеспечивается более точный анализ их текущего состояния и выявление скрытых закономерностей в поведении взаимосвязанных функциональных элементов. Число детализированных параметров для представления ОУ в больших системах достигает нескольких тысяч.

Построение формализованного информационно-функционального пространства эргатических структур управления показано на конкретном примере. В качестве эргатической структуры управления выбирается рабочее место электрогазосварщика с функцией оценки состояния условий труда как типовой элемент организационной структуры управления. В таблице статического среза информационно-функционального пространства приводятся параметры и признаки свойств ОУ по иерархическим уровням управления. Параметры нижнего уровня (уровень детализации 1) определяют свойства элементарного ОУ (где ПДУ - предельно-допустимый уровень, ПДК - предельно-допустимая концентрация), а признаки параметров (признаки свойств) определяют множество возможных состояний ОУ на множестве данных признаков. Декартово произведение множества параметров и их признаков свойств составляют информационные объекты 1-ого уровня в базе данных для автоматизированного проектирования профиля. Совокупность параметров нижнего уровня составляют параметр более высокого уровня иерархии (уровень 2 — класс условий труда), что отображается ассоциативной связью 1-го и 2-го уровней. Параметр 2-го уровня имеет свои признаки свойств, на множестве которых аналогично строятся информационные объекты данного уровня иерархии. Множество параметров 2-го уровня составляют параметр следующего уровня иерархии (3-ий уровень), имеющего свои признаки свойств для построения информационных объектов , данного уровня. Каждому объекту соответствует значение весовой функции в виде числа, которые определяются на основе ассоциативных взаимосвязей параметров ОУ критериального пространства профиля.

Параметры и признаки свойств ОУ, которые приведены в таблице, отражают статические взаимосвязи информационных объектов, отражающих реальные объекты системы охраны труда и промышленной безопасности по уровням управления. На рис.2 показано построение динамических взаимосвязей между информационными объектами в трехмерном пространстве. Приводится фрагмент вертикального среза информационно-функционального пространства, множество параметров и признаков свойств которого определяется в прямоугольных координатах *XOY* и по оси Z. Информационные объекты, которые представляют текущие состояния элементарных ОУ, расположены по оси Z. На рис. 2 в координатах x_{19}, y_n показан увеличенный фрагмент А трех элементарных ОУ $G^1_{91}(x_{19}, y_u, z_{91})$, $G^1_{91}(x_{19}, y_u, z_{92})$, $G^1_{91}(x_{19}, y_н, z_{93})$ по оси Z. Образуется топологическое пространство динамического состояния элементарных ОУ, на множестве

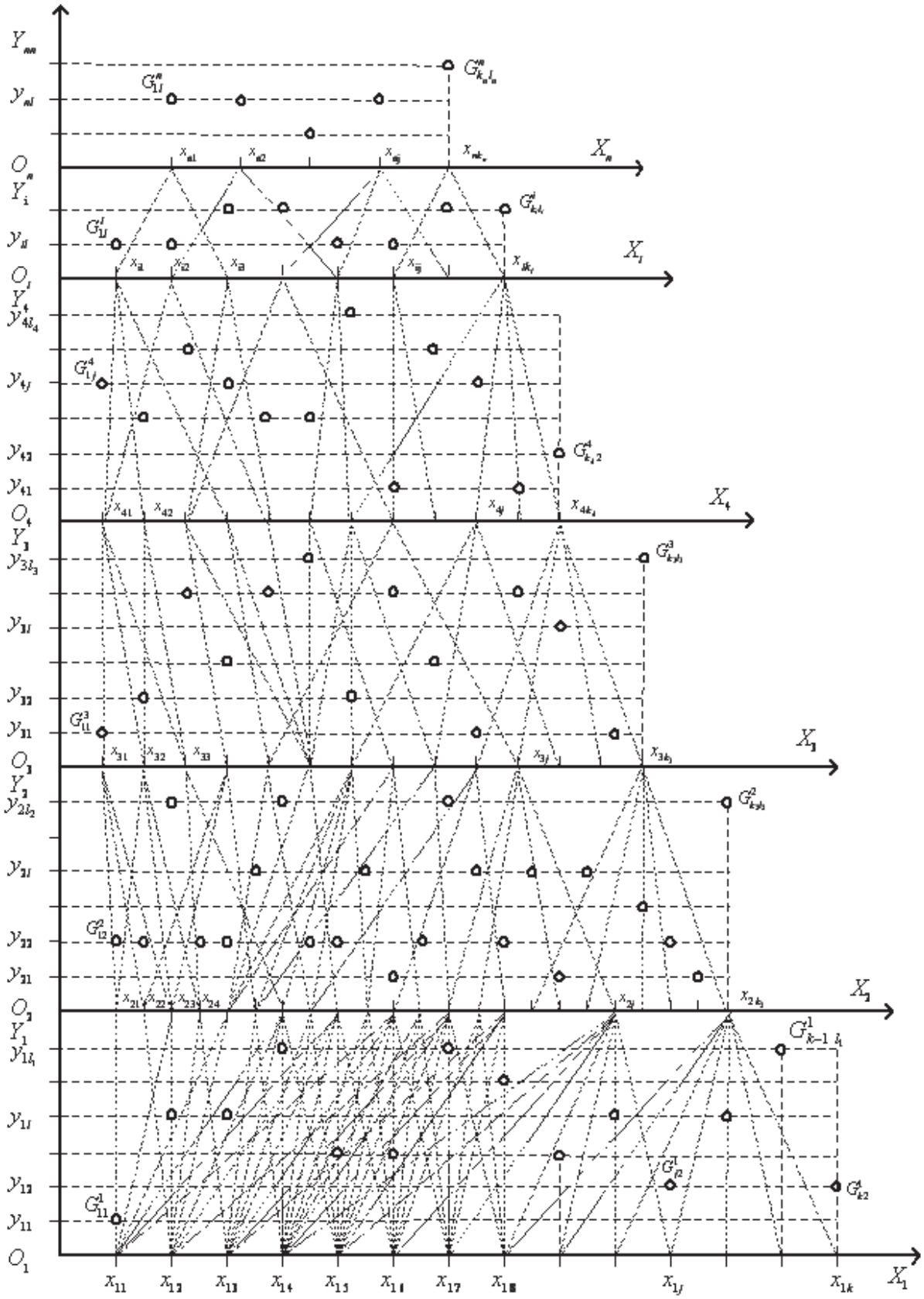


Рис. 1. Формализованное информационно-функциональное пространство эргатических структур управления.

Табл.1

Статистический срез информационно-функционального пространства

Уровень иерархии	Обозначение параметров x_{ij}	Параметры ОУ по уровням декомпозиции	Обозначение признаков свойств y_{ij}	Интерпретация признаков свойств
3	x_{31}	Рабочее место	y_{31} y_{32} y_{33}	Аттестовано Не аттестовано Условно аттестовано
2	x_{21}	Класс условий труда	y_{21} y_{22} y_{23} y_{24}	Класс 1. Отсутствуют опасные и вредные факторы. Нет особой тяжести и напряженности на РМ Класс 2. Есть опасные и вредные факторы или повышенная напряженность труда Класс 3. Высокий уровень опасных и вредных факторов или высокая напряженность труда Класс 4. Очень высокий уровень опасных и вредных факторов
1	x_{11}	Уровень ПДК	y_{11} y_{12} y_{13} y_{14}	ПДК>ПДК допустимого на 25% ПДК>ПДК допустимого на 50% ПДК>ПДК допустимого на 75% ПДК>ПДК допустимого на 100% и более
1	x_{12}	Уровень ПДУ	y_{11} y_{12} y_{13} y_{14}	ПДУ>ПДУ допустимого на 25% ПДУ>ПДУ допустимого на 50% ПДУ>ПДУ допустимого на 75% ПДУ>ПДУ допустимого на 100% и более
1	x_{13}	Средства индивидуальной защиты	y_{11} y_{12}	Соответствуют требованиям Не соответствуют требованиям
1	x_{14}	Продолжительность воздействия на работника вредных факторов	y_{11} y_{12} y_{13} y_{14}	25% от допустимого 50% 75% 100% и более
1	x_{15}	Оборудование по степени опасности травматизма	y_{11} y_{12} y_{13} y_{14}	Нет риска Есть риск Высокий риск Очень высокий риск
1	x_{16}	Используемые материалы по вредности	y_{11} y_{12} y_{13} y_{14}	Отсутствуют Вредность невысокая Вредность высокая Вредность очень высокая

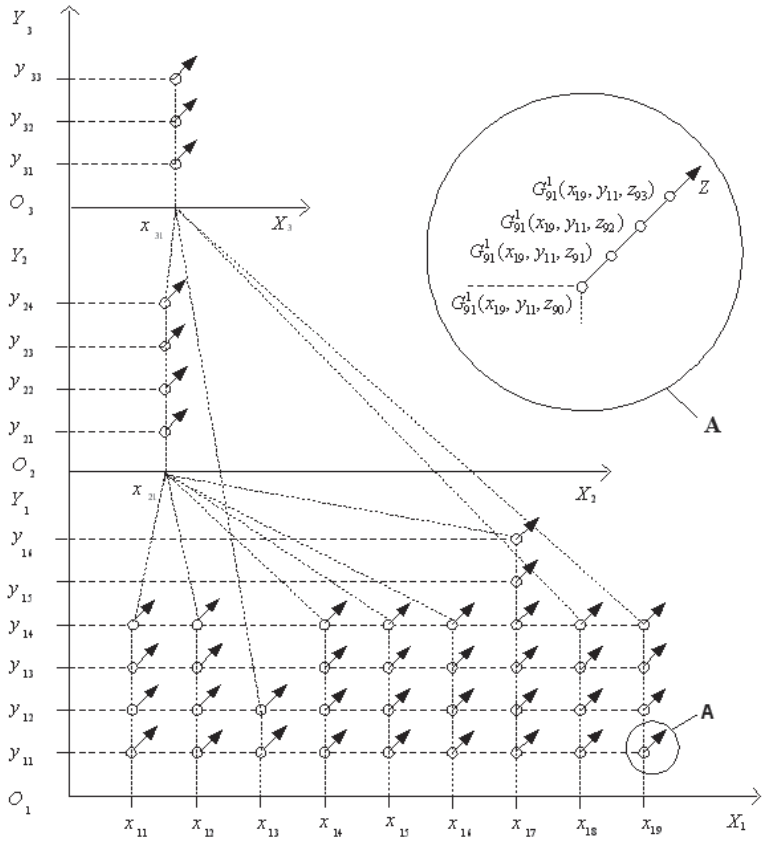


Рис. 2 Построение динамических взаимосвязей между информационными объектами в трехмерном пространстве на множестве элементарных ОУ.

которых осуществляется анализ текущего состояния и производится определение результирующего класса состояния рабочего места электрогазосварщика. Динамические взаимосвязи между информационными объектами топологического пространства текущего состояния ОУ выражаются алгоритмами функциональной компьютерной систематики, функционального анализа. Выявление скрытых закономерностей производится с применением дискретно-непрерывных P-преобразований, трансформирующих дискретные модели в непрерывное пространство изображений [1].

Для согласования функциональных элементов в критериальном пространстве необходимо разработать метод селекции элементов профиля системы охраны труда и промышленной безопасности на основе построения обратно-симметричной и согласованной матрицы сравнений весов и оценки индекса согласованности, построения обобщенных критериев по составным критериям иерархических уровней дерева оценочных критериев, а также построению общей функции полезности альтернатив и вычислительной рекурсивной функции.

Способ формирования составного критерия на основе сформулированных требований к оптимальности выбирается для случая неравнозначимых частных критериев [5]. Для этого используется свертка, которая наиболее полно отражает качественный характер задания предпочтений и сохраняет их нормирование.

Метод селекции обеспечивает согласование элементов профиля, относящихся к разнородным объектам, а также исключение противоречивых опций, функциональных групп, стандартизованных решений.

Для выбора рабочего варианта профиля строится решающее правило на основе оценки многокритериальных альтернатив [5]. Структура решающего правила включает следующие операции: построение спецификации элементов профиля и определение общей функции полезности по составным критериям; построение спецификации *n* вариантов профиля; выбор вариантов профиля, которые

удовлетворяют критериям - требованиям и заданным критериям надежности и эффективности; - выбор рабочего варианта профиля на множестве альтернатив, который соответствует максимальной функции полезности по обобщенному критерию эффективности и максимальной функции полезности по обобщенному критерию надежности.

Формализованная методика проектирования профиля производственной системы через объекты охраны труда и промышленной безопасности, построенная с использованием базовых стандартов, стандартизованных решений и формализованных экспертных знаний, позволяет выявить степень корреляции функциональных элементов и скрытые закономерности в поведении ОУ, исключить их избыточность при одновременном повышении степени интеграции функциональных модулей и качество технологических процессов производственной системы. Аппарат профилирования позволяет снизить непроизводственные затраты на достижение преемственности и эффективной эксплуатации функциональных элементов при переходе на более совершенные технологии. Профиль производственной системы позволяет проводить анализ и оценку текущего состояния оборудования, транспортных средств и определять степень их влияния на критичность возникающих ситуаций, предупреждение аварийных ситуаций для безопасного функционирования особо важных объектов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Парфенов И.И., Парфенова М.Я. Практика Великой теоремы Ферма применительно к интеллектуальным информационным технологиям. -М.: Новые технологии, 2003.- Усл. печ. л.2,94. (Приложение к журналу "Информационные технологии" № 12/2003). С.46-52.
2. Сухомлин В.А. Введение в анализ информационных технологий. -М.: Горячая линия - Телеком, 2003. 262с.
3. Артемьев В.И. Проблемы принятия стандартов в проектировании больших систем.//http://www.osp.m/cio/2001/06/039.htm, М.: Открытые системы, 2001.
4. Парфенова М.Я., Голубов А.А. Системное моделирование операционной среды автоматизированной системы с принятием решений в режиме реального времени //Машиностроитель.- 2005.- №5. - С.15-20.
5. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. -М.: Логос, 2003.-392 с.

Лонцих П.А., Рева М.А., Луцкая Н.В.

УДК 621.01(07)

СЕРТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

В условиях рыночных отношений, когда всем предприятиям и организациям предоставлено право самостоятельного выхода на внешний рынок, они сталкиваются с проблемой оценки качества и надежности своей продукции.

Международный опыт свидетельствует о том, что необходимым инструментом гарантирующим соответствие качества продукции требованиям нормативно-технической документации НТД является сертификация. Сертификат от лат. certim — верно, facere — делать. Сертификация в общепринятой международной терминологии определяется как установление соответствия. Национальные законодательные акты различных стран конкретизируют: соответствие чему устанавливается, и кто устанавливает это соответствие. Сертификация — это документальное подтверждение соответствия продукции определенным требованиям, конкретным стандартам или техническим условиям. Сертификация продукции представляет собой комплекс мероприятий (действий) ,проводимых с целью подтверждения посредством сертификата соответствия (документа), что продукция отвечает определенным стандартам или другим НТД.

Многие зарубежные фирмы расходуют большие средства и время на доказывание потребителю, что их продукция имеет высокое качество. Так, по зарубежным источникам величина издержек на эти работы составляет

около 1-2% всех затрат предприятий-изготовителей.

Сертификация появилась в связи с необходимостью защитить внутренний рынок от продукции, непригодной к использованию. Вопросы безопасности, защиты здоровья и окружающей среды заставляют законодательную власть, с одной стороны, устанавливать ответственность поставщика (производителя, продавца и так далее) за ввод в обращение недоброкачественной продукции; с другой стороны — устанавливать обязательные к выполнению минимальные требования, касающиеся характеристик продукции, вводимой в обращение. К первым относятся такие законодательные акты, как например, Закон "О защите прав потребителей", принятый в России, или закон об ответственности за продукцию, принятый в странах Европейского Сообщества. Законы, устанавливающие минимальные требования по характеристикам, могут относиться в целом к группе продукции или к отдельным ее параметрам.

Таким образом, устанавливается ограничение на ввод в обращение продукции, которая в целом или по каким-либо отдельным параметрам подпадает под действие законодательных актов. При этом говорят, что продукция попадает в законодательно регулируемую область. Если характеристики продукции в целом и частично не подпадают под действие национальных законов, то такая продукция может свободно перемещаться в пределах соответствующего рынка, и при этом говорят, что продукция попадает в область, законодательно не регулируемую.

Для ввода в обращение продукции, которая попадает в законодательно регулируемую область, требуется официальное подтверждение того, что она соответствует всем предъявленным законодательством требованиям.

В случае получения положительного результата, в процессе сертификации выдается документ, называемый "сертификат соответствия", подтверждающий соответствие продукции всем минимальным требованиям, установленным национальным законодательством. Данный документ является пропуском на рынок в законодательно регулируемой области.

В руководстве ИСО определены восемь схем сертификации третьей стороной.

1.Испытания образца продукции.

2.Испытания образца продукции с последующим контролем на основе надзора за заводскими образцами, закупаемыми на открытом рынке.

3.Испытания образца продукции с последующим контролем на основе надзора за заводскими образцами.

4.Испытания образца продукции с последующим контролем на основе надзора за образцами, приобретенными на открытом рынке и полученными с завода.

5.Испытания образца продукции и оценка заводского управления качеством с последующим контролем на основе надзора за заводским управлением качества и испытаний образцов, полученных с завода и открытого рынка.

6.Только оценка заводского управления качеством.

7.Проверка партий изделий.

8.100%-ный контроль.

Система управления качеством не может считаться полностью отвечающей современным требованиям, если она не обеспечивает оперативной управленческой информации для принятия обоснованных решений с минимальным запаздыванием, минимизации дублирования, упрощения и систематизации информационных потоков. Это определяет применение и внедрение CALS-технологий при создании на предприятиях систем качества.

Разработка и реализация концепции CALS была начата в 80-х годах в оборонном комплексе США и ориентировались на управление материально- техническим обеспечением армии. В то время понятие CALS расшифровывалось как Computer Aided Logistic Support-компьютерная поддержка логистических процессов. В течение ряда лет концепция последовательно совершенствовалась, дополнялась и, сохранив существующую аббревиатуру (CALS),получила более широкую трактовку: Continuous Acquisition and Life cycle Support-непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла (ЖЦ) продукции. С учетом особенностей построения англоязычной фразы можно утверждать, что ее первая часть- Continuous Acquisition [Support]-означает непрерывность информационного взаимодействия поставщика и заказчика в ходе формализации потребностей последнего, формирования заказа, процесса поставки и т.д.

Следует отметить следующие ключевые идеи концепции CALS:

•системность подхода, в рамках которого ставится и решается задача поддержки всех

процессов в ЖЦ изделия (от замысла до утилизации), не ограничиваемая рамками одного предприятия и географическими границами;

•радикальный отказ от бумажных документов как способа представления результатов интеллектуальной деятельности и обмена информацией; переход к прямому использованию и обмену электронными данными без их бумажного документирования;

•переход от традиционных технологий, методов и средств организации инженерного труда к современным компьютерным технологиям, методам и средствам; адаптация действующих нормативных документов к новым условиям; в РФ это означает существенную корректировку и последующую замену стандартов ЕСКД, ЕСТД и аналогичным им систем норм;

•акцент на информационную интеграцию и совместное использование данных. достигаемые применением комплекса международных стандартов, определяющих технику и формат представления информации в различных процессах ЖЦ изделия;

•ориентация на использование универсальных (не заказных) программно- технических решений, представленных на рынке (COTS- Commercial Off The Shelf products).

Таким образом, суть непрерывной информационной поддержки изделия заключается в том, что каждой стадии ЖЦ изделия должна соответствовать своя информационная модель. По мере реализации ЖЦ эти модели преобразуются. Так, первоначальный замысел изделия преобразуется в набор функциональных, эксплуатационных и иных технических требований, которые описываются в соответствующей информационной модели.

Информационная модель объекта — это совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства объекта, интересующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя. Затем на базе требований разрабатывается проект, которому соответствует конструкторско-технолоическая модель, содержащая все данные, необходимые для изготовления изделия. На основе этих данных изготавливается изделие, для которого формируется модель экземпляра. Таким образом, информационные модели являются основной формой представления результатов каждой стадии ЖЦ и источником информации для его последующих стадий.

Процесс преобразования информационных моделей в ходе ЖЦ показан на рис. 1. Здесь отображены три уровня процессов. Основные процессы («средний уровень») изображаются прямоугольниками, входами и выходами которого являются информационные модели (ИМ):

М1 — Итр — информационная модель требований;

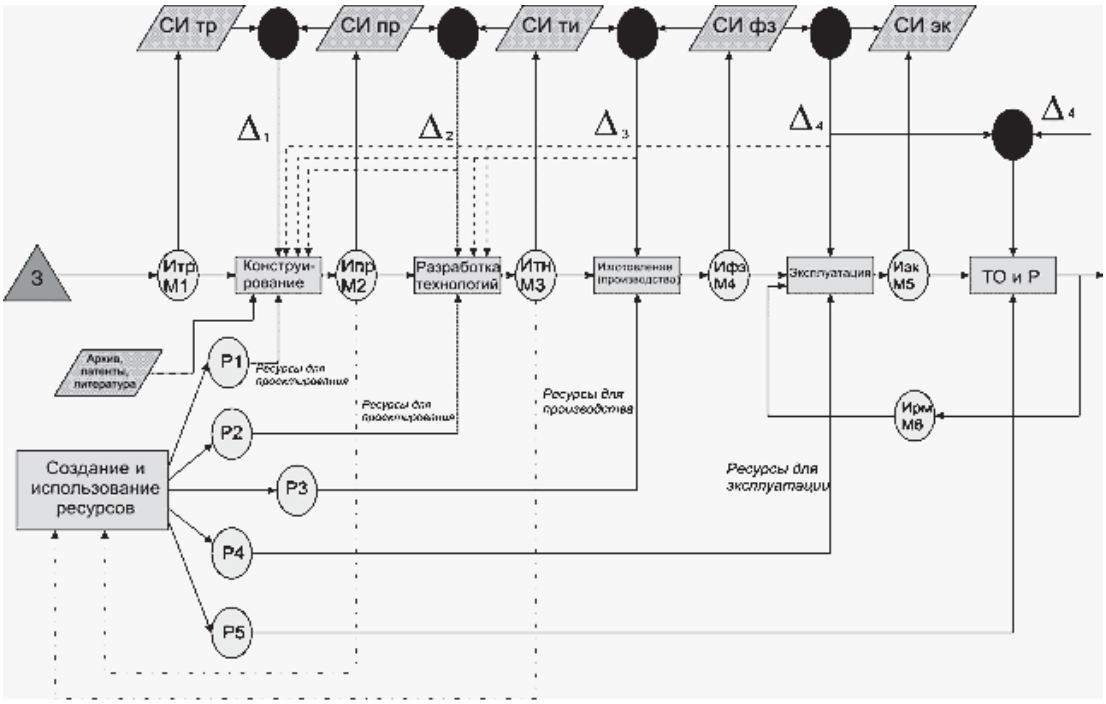


Рис. 1. Процесс преобразования ИМ в ходе ЖЦ.

М2 — Ипр — информационная модель проекта (конструкторская);

М3 — Итн — технологическая мнформационная модель;

М4 — Ифз — информационная модель экземпляра (фактически изготовленного изделия);

М5 — Иэк — информационная модель изделия в процессе эксплуатации;

М6 — Ирм — информационная модель изделия в процессе технического обслуживания и ремонта.

Эти модели отличаются друг от друга составом информационных объектов, отношениями и свойствами изделия (**СИ**).

Информация о свойствах изделия передаётся на «верхний», управленческий уровень, где происходит сравнение свойств и их значений, сформированных на последующем этапе ЖЦ, со свойствами и значениями, зафиксированными на предыдущем этапе и являющимися требованиями для текущего этапа. Обнаруженные различия в свойствах, обозначенными на рис. 1, служат своего рода «управляющими сигналами», на основе которых корректируется ход основных процессов.

«Нижний» уровень образуют обеспечивающие процессы, связанные с созданием и использованием ресурсов.

Штриховыми линиями показаны воздействия на процессы проектирования, связанные с отклонением от требований, выявленными на последующих этапах ЖЦ. Это отображает использование накапливаемого в процессе производства и эксплуатации изделия опыта.

Штрихпунктирные линии отображают воздействие проектных (конструкторских и технологических) данных на процессы создания ресурсов.

Представление ЖЦ на всех этапах изделия в виде информационных моделей обеспечивает целостность системы, выпуск качественной продукции и соответствует международными стандартам представления данных, что является определяющим показателем процесса сертификации.

Таким образом сертификация — важный фактор обеспечения доверия при взаимных поставках продукции, а также решения таких крупных социальных задач, как гарантия безопасности потребляемой (используемой) продукции, охрана здоровья и имущества граждан, защита окружающей среды. Развитие сертификации в общем экономическом пространстве различных государств подразумевает взаимное признание результатов сертификации продукции, которое может быть основано на гармонизации законодательной базы, использовании единых стандартов и взаимно признанных механизмов установления соответствия.

Аршинский Л.В.

УДК 517.958

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОБРАБОТКИ НЕПОЛНЫХ И ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ЛОГИК С ВЕКТОРНОЙ СЕМАНТИКОЙ

1. Введение

Предметной областью математического моделирования, как правило, являются технические системы, социально-экономические процессы, природные явления. Такие модели представляют собой выраженные языком математики приближенные описания того класса явлений реального мира, для анализа которых они создаются. Объективность моделируемых предметных областей, их независимость от мнений, суждений, оценок исследователей, статичность и однозначность управляющих ими законов привели к возникновению в области математического моделирования набора

концептуальных схем постановки и решения проблем (парадигм), основными из которых являются следующие.

1. Парадигма точности. Приближенность моделей есть результат их несовершенства вследствие неполноты наших знаний. Повышая качество моделирования, учитывая факторы, которыми прежде пренебрегали или о влиянии которых не догадывались, можно бесконечно уточнять модель для адекватного описания действительности.

2. Парадигма непротиворечивости. Моделируемые сущности и отношения между ними не должны противоречить друг другу.

3. Парадигма полноты данных. Все утверждения о сущностях и отношениях предметной области полностью обоснованы соответствующими данными и достоверны в рамках конкретной модели.

Эти парадигмы характерны для любой отрасли знания, связанной с изучением объективной реальности. В 60-70 гг XX века развитие науки привело к её проникновению в такие области, где значимыми являются субъективные факторы, например: мнения экспертов, субъективные оценки надежности и достоверности показаний приборов, полученные в нештатных ситуациях, свидетельства очевидцев и т.д. С проблемой влияния субъективных факторов приходится сталкиваться в искусственном интеллекте, социологии, дидактике, при разработке систем управления организацией, производством, всюду, где значимую роль играет человеческий фактор. В этих областях вышеприведенные парадигмы не работают или применимы с ограничениями. Требуется разработка новых моделей и методов для решения таких классов задач. В настоящее время исследователями предложен ряд подходов к формализации и учету субъективных факторов в различных областях деятельности [1], однако работы в этом направлении далеки от завершения. Исследование и разработка математических моделей обработки неполных и противоречивых данных, позволяющих учесть влияние субъективных факторов в сфере принятия решений, экспертном оценивании и в других областях человеческой деятельности, является актуальной научной и практической задачей.

Одним из основных инструментов моделирования неполноты и противоречивости данных являются многозначные, главным образом нечеткие логики и их аналоги: теория вероятности, теория свидетельств Г. Шафера, теория нечетких множеств Л. Заде, нашедшие применение в таких областях, как принятие решений, экспертное оценивание, интеллектуальная обработка данных. В основе этих подходов лежит использование показателей, характеризующих степень уверенности субъекта в некотором утверждении, или вероятность того, что суждение может быть истинным. Показатели имеют вид числа, лингвистического значения или числового интервала.

Особенностью существующих логико-математических моделей является достаточно грубое моделирование неполноты и противоречивости данных для конечнозначных логик и необходимость согласовывать вклады подтверждающих и опровергающих данных для моделей, основанных на нечетких логиках или их аналогах (это обусловлено влиянием соотношения $\|a\|+\|\neg a\|=1$, где $\|a\|$ – истинность суждения a, $\neg$ – символ отрицания). В них затруднительно оценивание информационной подкрепленности и иных полезных характеристик суждений. В связи с эти необходима разработка новых логико-математических подходов к их анализу и обработке, что и обсуждается в данной работе. Рассматриваемый здесь подход, основанный на представлении истинности вектором $\langle$*Истина*; *Ложь*$\rangle$, позволяет решить эти проблемы.

2. Векторизация истинности.

Понятие вектора истинности возникает из представления о многофакторном характере истинности, когда, истинность суждения определяется комплексом независимых факторов (мнений, свидетельств, экспертных оценок, показаний приборов и т.п.) так, что любой из них неустраним без содержательных потерь для восприятия суждения в целом. При этом одни факторы могут, например, подтверждать, а другие – опровергать суждение. Здесь под истинностью понимается выраженное в числовой, лингвистической или какой-либо иной форме с в о й с т в о суждения, характеризующее соответствие суждения отраженному в нем вещественному или идеальному миру (мирам). «Истина» и «Ложь» – и м е н а аспектов (сторон, граней) такого соответствия. При этом факторы, подтверждающие суждениеa, увеличивают значение аспекта Истина, а факторы, опровергающие a – значение аспекта Ложь. Такое представление истинности допускает, вообще говоря, возможность существования и иных, кроме Истины и Лжи, аспектов истинности (например, «ВозможноДа» и «ВозможноНет», если вести речь о будущих слу-

чайных событиях и т.п.). Поскольку при правдоподобных рассуждениях суждения оцениваются по степени их соответствия реальности, аспекты подразделяем на *позитивные* и *негативные*. Считаем, что это соответствие тем лучше, *чем больше* значения позитивных и *меньше* значения негативных аспектов. Так, Истина — позитивный, а Ложь — негативный аспект истинности. Упорядочивая сами аспекты определенным образом, в общем случае приходим к формализации истинности суждения a вектором $||a||=\therefore\varepsilon 1a^1;a^2;...;a^n\ \therefore\phi 1$, где $||a||$ – истинность; $a^1,a^2,...,a^n\ \therefore\chi\varepsilon[0,1]$ – значения ее аспектов. Векторное представление оценок истинности суждений — главный пункт отличия обсуждаемого здесь подхода от того, что было сделано другими исследователями. Для логик с аспектами ⟨*Истина*; *Ложь*⟩, которым, главным образом, и посвящена эта работа (т.н. V^{TF}-логики) используем специальное обозначение $||a||=\therefore\varepsilon 1a^+;a^-\ \therefore\phi 1$. Здесь a^+ – число из интервала [0, 1], выражающее степень Истины суждения a, а a^- – число из интервала [0, 1], выражающее степень его Лжи.

Работа с векторами истинности строится на основе операций композиционного умножения $x \bullet y$ и сложения $x \oplus y$, которые задаются аксиоматически на основе аксиом триангулированной нормы и ко-нормы, введенных К. Менгером [2]:

1) $x \bullet y = y \bullet x;\quad x \oplus y = y \oplus x;$

2) $x' \bullet y \le x'' \bullet y$, при $x' \le x'';\ x' \oplus y \le x'' \oplus y$, при $x' \le x'';$

3) $x \bullet 1 = x;\quad x \oplus 0 = x;$

4) $x \bullet (y \bullet z) = (x \bullet y) \bullet z;\ \ x \oplus (y \oplus z) = (x \oplus y) \oplus z;$

5) $(1 - x) \bullet (1 - y) = 1 - y \oplus x.\ \ (1 - x) \oplus (1 - y) = 1 - y \bullet x;$

($x, y \in [0, 1]$; символы «0», «1», «–» и т.д. понимаются обычным образом). Первые четыре пары аксиом – это аксиомы триангулированной нормы и ко-нормы, пятая пара аксиом вводится специально, чтобы обеспечить переход от V^{TF}-логик к нечетким логикам в случае включения в правила обработки данных соотношения $a^+ + a^- = 1$. Примеры операций:

$$x \bullet y = min(x, y), x \oplus y = max(x, y); \qquad (1)$$

$$x \bullet y = xy,\ x \oplus y = x + y - xy; \qquad (2)$$

$$x \bullet y = max(0, x + y - 1),\ x \oplus y = min(1, x + y). \qquad (3)$$

Конкретный выбор той или иной пары функций определяется конкретной предметной областью, для которой разрабатывается модель.

Сравнение суждений в V^{TF}-логиках осуществляется на основе отношения правдоподобия и доминирования (см. рис. 1), а также эквивалентности и нестрогой импликации.

Определение 1. Суждение a *сильнее* суждения b, если $a^+ \ge b^+$ и $a^- \ge b^-$. Записывать подобную ситуацию будем как $a > b$. Соответственно b слабее a ($b < a$). Это отношение названо *отношением доминирования*.

Определение 2. Суждение a *более правдоподобно* (*правдоподобнее*), чем суждение b, если $a^+ \ge b^+$ и $a^- \le b^-$. Обозначать это будем как $a > b$.

Соответственно, суждение b менее правдоподобно, чем a ($b < a$). Данный тип отношения назван *отношением правдоподобия*.

Пара отношений правдоподобия-доминирования используется для организации логического вывода, а также позволяет сравнивать суждения между собой, выбирая из них более правдоподобные (отношение правдоподобия) или информационно более подкрепленные (отношение доминирования). С этой целью введен также ряд числовых показателей:

определённости $\mu_о(a) = a^+ \oplus a^-$;

противоречия $\mu_п(a) = a^+ \bullet a^-$;

достоверности $\mu_д(a) = a^+ - a^-$;

строгости, в форме

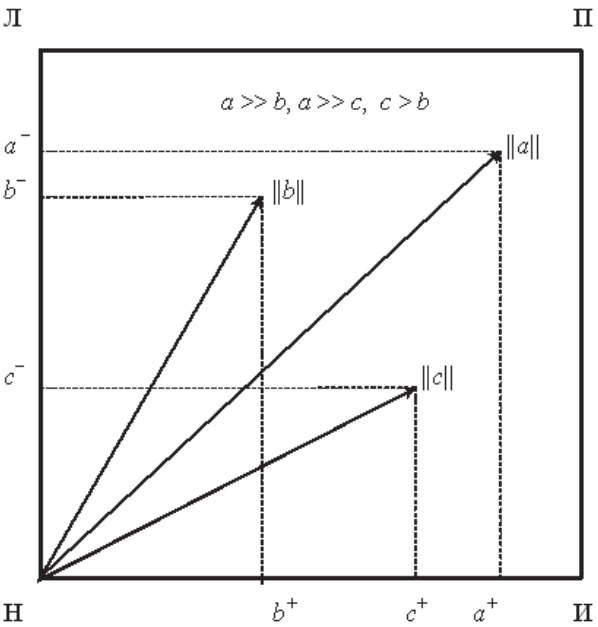


Рис. 1. Иллюстрация отношений правдоподобия и доминирования. Здесь И=⟨1;0⟩ (строгая истина), Л = ⟨0; 1⟩ (строгая ложь), Н = ⟨0; 0⟩ (неопределенность), П = ⟨1; 1⟩ (полное противоречие)].

$\mu_c(a) = \mu_o(a) - \mu_п(a) = a^+ \oplus a^- - a^+ \bullet a^-$,
или в форме $\mu_c(a) = |\mu_д(a)| = |a^+ - a^-|$;

избыточности $\mu_и(a) = a^+ + a^- - 1$;

логического дисбаланса
$\mu_{дис}(a) = |a^+ + a^- - 1|$;

правдоподобия-доминирования, в форме
$\phi(a,b) = (a^+ - b^+)(a^- - b^-)$,

или в форме
$\phi(a,b) = 2(a^+ - b^+)(a^- - b^-) / ((a^+ - b^+)^2 + (a^- - b^-)^2)$.

Пары показателей: достоверности-определенности или достоверности-избыточности можно использовать для формирования отношения предпочтения, позволяющего выбирать из нескольких альтернативных гипотез наиболее близкие к строгой истине – $\langle 1;0\rangle$ – и более информационно подкрепленные (рис. 2). Это актуально при моделировании правдоподобного вывода.

Для построения сложных суждений предлагается использовать следующий набор логических связок:

первая форма конъюнкции: a & b, где
$\|a \,\&\, b\| = \langle a^+ \bullet b^+;\ a^- \oplus b^-\rangle$;

первая форма дизъюнкции: $a \vee b$, где
$\|a \vee b\| = \langle a^+ \oplus b^+;\ a^- \bullet b^-\rangle$;

вторая форма конъюнкции: $a \,\&_2\, b$, где
$\|a \,\&_2\, b\| = \langle a^+ \bullet b^+;\ a^- \bullet b^-\rangle$;

вторая форма дизъюнкции: $a \vee_2 b$, где
$\|a \vee_2 b\| = \langle a^+ \oplus b^+;\ a^- \oplus b^-\rangle$;

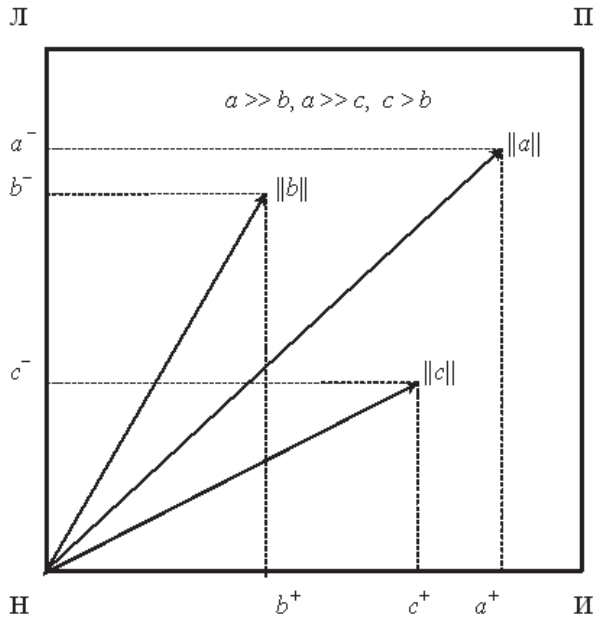


Рис.2. Иллюстрация отношения предпочтения $a \prec b \prec c$ (c предпочтительнее b, b предпочтительнее a) при выборе по показателям достоверности-определенности или достоверности-избыточности.

первая форма отрицания: $\neg a$, где
$\|\neg a\| = \langle a^-; a^+\rangle$;

вторая форма отрицания: $\sim a$, где
$\|\sim a\| = \langle 1 - a^+; 1 - a^-\rangle$.

Первые формы конъюнкции и дизъюнкции, и обе формы отрицания обобщают на векторный случай классические, а также нечеткие связки конъюнкции, дизъюнкции и отрицания. Их целесообразно использовать для моделирования естественно-языковых связок «И», «ИЛИ», «НЕ». Вторые формы следует применять для учета информационно-подкрепленных суждений, исключая недостаточно определенные. Вторые формы конъюнкции и дизъюнкции специфичны именно для векторных логик. В классической и в нечеткой логиках они отсутствуют.

3. Моделирование рассуждений.

Для моделирования рассуждений на основе V^{TF}-логик используются два типа вывода: содержательный и формальный. Под первым понимается вывод, основанный на знании истинности участвующих в нем суждений, т.е., фактически, на содержании суждений. Под формальным – вывод, основанный только на знании структуры предложений безотносительно к их конкретному содержанию. Он аналогичен выводу в классической символической логике.

Для содержательного вывода используем правила вывода *modus ponens* (MP) и *modus tollens* (MT). При этом введем два сорта импликаций: *содержательная*, представляющая собой суждение вида «Если a, то b» с экспертно-определяемой векторной мерой истинности и *нестрогая*, представляющая собой отношение правдоподобия $a < b$ или доминирования $a < b$. Для каждого типа импликации предложены варианты правил MP и MT.

Содержательный modus ponens (С-MP):
$a,\ a \to b \vdash b$: $\|b\| = \langle a^+ \bullet i^+;\ a^- \oplus i^-\rangle$.

Через двоеточие указана схема расчета истинности заключения. Данное правило может использоваться для содержательного вывода. Оно получено в предположении, что истинность заключения равна $\|b\| = \|a \,\&\, i\|$, где i есть импликация $a \to b$.

Содержательный modus ponens-2(С-MP2):
$a,\ a \to b \vdash b$: $\|b\| = \langle [a^+ \bullet i^+,\ a^- \oplus i^+];\ [a^+ \bullet i^-;\ a^- \oplus i^-]\rangle$.

Это также правило для содержательного вывода. Оно получено в предположении, что «наихудшее» (в смысле отношения правдоподобия) значение истинности заключения b

равно $\|b\| = \|a \,\&\, i\|$ и наихудшее значение истинности отрицания $\neg b$ равно $\|\neg b\| = \|a \,\&\, \neg i\|$. Искомое значение $\|b\|$ находится внутри прямоугольника, формируемого векторами $\|b\|_1 = \|a \,\&\, i\|$ и $\|b\|_2 = \|\neg a \vee i\|$ (для первой формы конъюнкции и дизъюнкции справедливы соотношения де Моргана: $\neg(a \vee b) = \neg a \& \neg b$ и $\neg(a \& b) = \neg a \vee \neg b$), то есть истинность заключения имеет интервальный характер. Это уточненный вариант правила С-МР.

По аналогии с правилами С-МР и С-МР2 вводятся правила: *содержательный modus tollens* (С-МТ) и *содержательный modus tollens-2* (С-МТ2). Причем следует учесть, что, поскольку в V^{TF}-логиках существуют две формы отрицания, данные правила также существуют в двух формах:

С-МТ:

$\neg b,\ a \to b \vdash \neg a$: $\|\neg a\| = \langle b^- \bullet i^+;\ b^+ \oplus i^- \rangle$;

$\sim b,\ a \to b \vdash \sim a$: $\|\sim a\| = \langle (1 - b^+) \bullet i^+;\ (1 - b^-) \oplus i^- \rangle$.

С-МТ2:

$\neg b,\ a \to b \vdash \neg a$: $\|\neg a\| = \langle [b^- \bullet i^+,\ b^+ \oplus i^+];$

$[b^- \bullet i^-,\ b^+ \oplus i^-] \rangle$;

$\sim b,\ a \to b \vdash \sim a$: $\|\sim a\| = \langle [(1 - b^+) \bullet i^+,\ b^+ \oplus i^+];$

$[b^- \bullet i^-,\ (1 - b^-) \oplus i^-] \rangle$;

Первые формы правил С-МТ и С-МТ2 позволяют рассчитать истинность заключения для отрицания, получаемого заменой аргументов «за» на аргументы «против» и наоборот, а вторые – для отрицания, обусловленного незнанием. Это разные формы отрицания, а значит и значения истинности заключений, полученных на их основе, также различаются.

Еще одно правило вывода использует аналогию между импликацией классической логики и отношениями правдоподобия и доминирования.

Правило нестрогого имплицирования (НИ). Если имеется отношение нестрогой импликации в форме отношения правдоподобия $a < b$, или доминирования $a < b$, и

1) если известна истинность $\|a\|$, то

$a,\ a < b \vdash b$: $\|b\| = \langle [a^+,\ 1];\ [0,\ a^-] \rangle$;

$a,\ a < b \vdash b$: $\|b\| = \langle [a^+,\ 1];\ [a^-,\ 1] \rangle$;

2) если известна истинность $\|b\|$, то

$b,\ a < b \vdash a$: $\|a\| = \langle [0,\ b^+];\ [b^-,\ 1] \rangle$;

$b,\ a < b \vdash a$: $\|a\| = \langle [0,\ b^+];\ [0;\ b^-] \rangle$.

Первый подпункт соответствует выводу по МР, второй – выводу по МТ. Примерами являются рассуждения типа: $a,\ a < a \vee b \vdash a \vee b$; $a,\ a < a \vee_2 b \vdash a \vee_2 b$.

Особенностью данной модели рассуждений является расчет истинности заключений на каждом шаге вывода (т.н. присоединенный вывод). Это может приводить к получению различных значений истинности для одного и того же суждения по разным цепочкам вывода. В результате возникает задача, называемая в присоединенном выводе задачей объединения свидетельств. В рассматриваемой теории предлагается ее решение на основе *правила совмещения*, которое для V^{TF}-логик формулируется так:

Правило совмещения (ПС). Если для высказывания a получены векторы истинности $\|a\|_1 = \langle a^+_1;\ a^-_1 \rangle$ и $\|a\|_2 = \langle a^+_2;\ a^-_2 \rangle$, то объединенная истинность $\|a\|$ характеризуется вектором $\|a\| = \langle F_1(a_1^+,\ a_2^+);\ F_2(a_1^-,\ a_2^-) \rangle$.

В качестве функций $F_1()$ и $F_2()$ рекомендуется брать композиционную сумму

$\|a\| = \langle a_1^+ \oplus a_2^+;\ a_1^- \oplus a_2^- \rangle$,

т.е. использовать вторую форму дизъюнкции. Она обеспечивает симметричное накопление свидетельств по каждому из аспектов.

Вторая из моделей рассуждений опирается на понятие формального вывода. В этом выводе упор делается на структуру предложения. Показано [3], что в V^{TF}-логиках существуют предложения, истинность которых принадлежит некоторым специально установленным подмножествам множества $\Lambda^{TF} = [0,1] \times [0,1]$ при любых значениях истинности суждений, образующих предложение (т.н. *устойчивые* предложения). Такими областями являются:

Λ^T – область *правдоподобных* суждений, для которых $a^+ \geq a^-$;

Λ^F – область *неправдоподобных* суждений, для которых $a^+ \leq a^-$; пересечение Λ^T и Λ^F образует область нейтральных суждений Λ^N, где $a^+ = a^-$;

Λ^C – область *противоречивых* суждений, для которых $a^+ + a^- \geq 1$;

Λ^U – область *неопределенных* суждений, для которых $a^+ + a^- \leq 1$.

Пересечение Λ^C и Λ^U определяет область нечетких суждений Λ^{Fz}, для которых справедливо соотношение $a^+ + a^- = 1$; в этой области находятся значения истинности различных нечетких логик (см. рис. 3).

Также интересен еще один набор областей (см. рис. 4):

Λ^{F+} – область *существенно неправдоподобных* суждений;

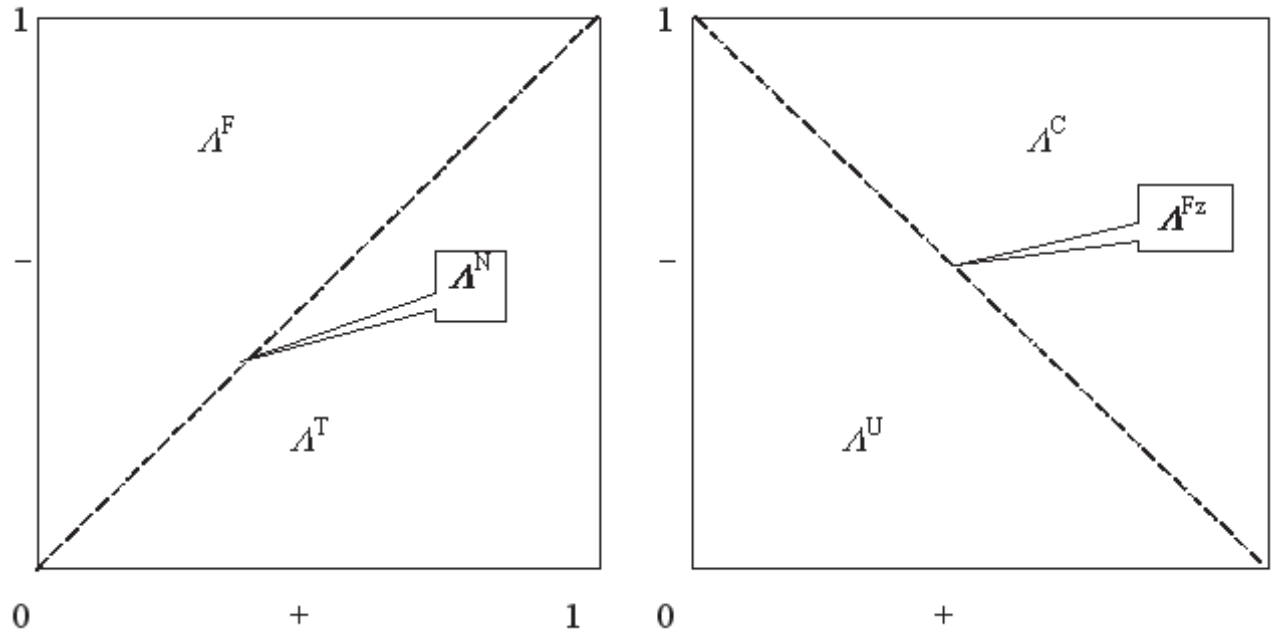


Рис. 3. Области Λ^F, Λ^T, Λ^N, Λ^U, Λ^C, Λ^{Fz}.

Λ^{U+}– область *существенно неопределенных* суждений;

Λ^{C+}– область *существенно противоречивых* суждений;

Λ^{T+}– область *существенно правдоподобных* суждений.

Доказан ряд следующих теорем [4].

Теорема 1. Множества $\Phi(\Lambda^T)$, $\Phi(\Lambda^F)$, $\Phi(\Lambda^U)$, $\Phi(\Lambda^C)$, $\Phi(\Lambda^{T+})$, $\Phi(\Lambda^{F+})$, $\Phi(\Lambda^{U+})$, $\Phi(\Lambda^{C+})$ не пусты (здесь $\Phi(M)$ — множество предложений, устойчивых в области $M \subseteq \Lambda^{TF}$).

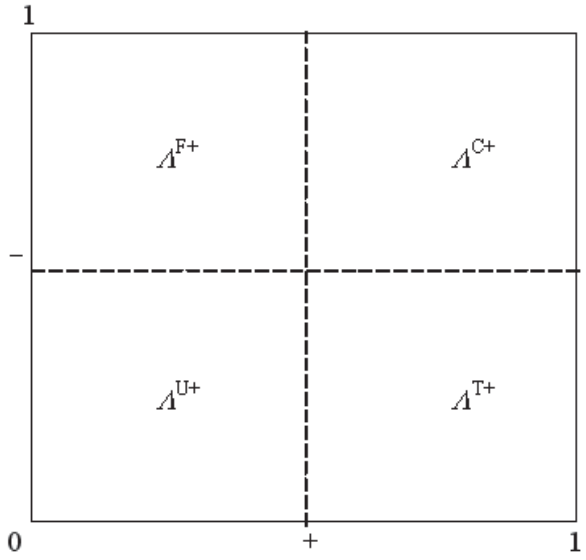


Рис. 4. Области Λ^{F+}, Λ^{T+}, Λ^{U+}, Λ^{C+}.

Теорема 2. Если предложение $f(a_1, a_{2, \ldots,} a_n)$ устойчиво в некоторой области $\Lambda`$, то предложение $f`(z_1, z_{2, \ldots,} z_n)$, получающееся из f заменой a_i произвольными формулами z_i такими, что $\|z_i\| \in [0,1]$ также устойчиво в этой области.

Теорема 3. Если в некоторой V^{TF}-логике предложение a устойчиво в области Λ^T или Λ^{T+} (т.е. $a \in \Phi(\Lambda^T)$ или $a \in \Phi(\Lambda^{T+})$) и между a и b существует *отношение правдоподобия* $a < b$, то b также устойчиво в этой области.

Теорема 4. Если в некоторой V^{TF}-логике предложение a устойчиво в области Λ^F (или Λ^{F+}) и существует отношение правдоподобия $b < a$, то b также устойчиво в этой области.

Теорема 5. Если в некоторой V^{TF}-логике предложение a устойчиво в области Λ^C (или Λ^{C+}) и существует *отношение доминирования* $a < b$, то b также устойчиво в этой области.

Теорема 6. Если в некоторой V^{TF}-логике предложение a устойчиво в области Λ^U (или Λ^{U+}) и существует *отношение доминирования* $b < a$, то b также устойчиво в этой области.

Теорема 2 формулирует правило подстановки, подобное классическому, а теоремы 3-6 — аналоги классических правил вывода МР и МТ, где отношения $<$ и $<$ рассматриваются как аналоги материальной импликации.

«Полномасштабная» модель правдоподобных рассуждений должна содержать как эле-

менты содержательного, так и элементы формального выводов.

Интересным вопросом является обобщение моделей рассуждений, основанных на содержательном выводе, на случай интервальных значений компонентов вектора истинности. В связи с этим доказан ряд теорем [4]. В частности следующая, формулирующая интервальный вариант правила С-МР2.

Теорема 7. Если истинность малой посылки в выводе $a, a\to b \vdash b$ равна $\|a\| = \langle [a^+_1, a^+_2]; [a^-_2, a^-_1]\rangle$, а истинность большой –
$\|a\to b\| = \langle [i^+_1, i^+_2]; [i^-_2, i^-_1]\rangle$,
то истинность заключения
$\|b\| = \langle [a^+_1 \bullet i^+_1, a^-_1 \oplus i^+_2]; [a^+_1 \bullet i^-_2, a^-_1 \oplus i^-_1]\rangle$.

Интервальный вариант правила С-МТ2 для обеих форм отрицания при
$\|b\| = \langle [b^+_1, b^+_2], [b^-_2, b^-_1]\rangle$ имеет вид:
$\neg b, a \to b \vdash \neg a$: $\|\neg a\| = \langle [b^-_2 \bullet i^+_1, b^+_2 \oplus i^+_2];$
$[b^-_2 \bullet i^-_2, b^+_2 \oplus i^-_1]\rangle$;
$\sim b, a \to b \vdash \sim a$: $\|\sim a\| = \langle [(1-b^+_2) \bullet i^+_1, (1-b^+_2) \oplus i^+_2];$
$[(1-b^-_2) \bullet i^-_2, (1-b^-_2) \oplus i^-_1]\rangle$.

Наконец, интервальный вариант правила совмещения, при совмещении на основе второй формы дизъюнкции при $\|a\|_1 = \langle [a^+_{11}, a^+_{21}];$ $[a^-_{11}, a^-_{21}]\rangle$ и $\|a\|_2 = \langle [a^+_{12}, a^+_{22}]; [a^-_{12}, a^-_{22}]\rangle$ имеет вид:
$\|a\| = \langle [a^+_{11} \oplus a^+_{12}, a^+_{21} \oplus a^+_{22}];$
$[a^-_{11} \oplus a^-_{12}, a^-_{21} \oplus a^-_{22}]\rangle$. (4)

Для выбора наиболее предпочтительного заключения из множества получаемых заключений на окончательном этапе предлагается переходить от интервальных к точечным значениям истинности. Например, к серединам интервалов. Далее предпочтение можно строить на основе определенных ранее показателей достоверности и определенности.

Переход к интервальным значениям истинности позволяет рассмотреть процедуру накопления свидетельств при взаимоисключающих гипотезах и проблему вывода по правилу МР на основе импликаций с дизъюнктивной правой частью: $a \to b_1 \vee b_2 \vee \ldots \vee b_n$. Соответствующий вывод можно осуществлять по следующей схеме:

$a, a \to b_1 \vee b_2 \vee \ldots \vee b_n \vdash \therefore \overset{n}{\underset{i=1}{\delta}}\alpha\, b_i : \|b_i\| = \langle [0, a^+ \bullet i^+];$

$[a^- \oplus i^-, 1]\rangle$.

Т.е. истинность дизъюнктов принимает только интервальную форму. Последующее объединение свидетельств согласно (4) уточняет эти интервалы.

Интервальная модель реализована в разработанной автором системе автоматизации правдоподобных рассуждений *Heraclit*, предназначенной для работы в противоречивых и информационно-дефицитных предметных областях.

4. Нестрогие случайные события

Представление о векторном характере истинности дает интересные следствия в других областях, также подверженных влиянию субъективности, но выходящих за рамки моделей рассуждений. В частности, в теории вероятности.

В основе этого направления лежит понятие *вероятности нестрогого случайного события* [5]. Данная вероятность является векторной величиной и вычисляется как

$$P(A) = \langle \sum_{\omega : \chi \varepsilon \Omega} F^+(\omega, A)p(\omega); \sum_{\omega : \chi \varepsilon \Omega} F^-(\omega, A)p(\omega)\rangle, \qquad (5)$$

где $F^+(\omega, A) \in [0,1]$ – мера Истины,
а $F^-(\omega, A) \in [0,1]$ – мера Лжи предиката
$F(\omega, A) =$ «$\omega \in A$», где $A \subseteq \Omega$.

Здесь $p(\omega)$ – «обычная» вероятность элементарного события, принадлежащего полной группе событий Ω ($\omega \in \Omega$). Подобные ситуации возникают в случаях, когда соответствующие элементарные события трудно оценить (субъективно либо объективно) как однозначно «благоприятные», либо «неблагоприятные» с точки зрения A. Примером являются рисковые события, если оценивать не только возможный ущерб, но и приобретения от них [5].

Следствием двух форм конъюнкции, дизъюнкции и отрицания в V^{TF}-логиках являются две формы произведения, суммы и противоположного события для нестрогих случайных событий:

$$P(A\&B) = \sum_{\omega\in\Omega} \|F(\omega, A)\& F(\omega, B)\| p(\omega) =$$
$$= \langle \sum_{\omega\in\Omega} \left(F^+(\omega, A) \bullet F^+(\omega, B)\right)p(\omega); \sum_{\omega\in\Omega} \left(F^-(\omega, A) \oplus F^-(\omega, B)\right)p(\omega)\rangle;$$

$$P(A\&_2 B) = \sum_{\omega\in\Omega} \| F(\omega, A)\&_2 F(\omega, B)\| p(\omega) =$$
$$= \langle \sum_{\omega\in\Omega} \left(F^+(\omega, A) \bullet F^+(\omega, B)\right)p(\omega); \sum_{\omega\in\Omega} \left(F^-(\omega, A) \bullet F^-(\omega, B)\right)p(\omega)\rangle.$$

$$P(A \vee B) = \sum_{\omega\in\Omega} \| F(\omega, A) \vee F(\omega, B)\| p(\omega) =$$
$$= \langle \sum_{\omega\in\Omega} \left(F^+(\omega, A) \oplus F^+(\omega, B)\right)p(\omega); \sum_{\omega\in\Omega} \left(F^-(\omega, A) \bullet F^-(\omega, B)\right)p(\omega)\rangle;$$

$$P(A \vee_2 B) = \sum_{\omega\in\Omega} \| F(\omega, A) \vee_2 F(\omega, B)\| p(\omega) =$$

$$= \langle \frac{\sum_{\omega\in\Omega}\left(F^+(\omega,A)\oplus F^+(\omega,B)\right)p(\omega);}{\sum_{\omega\in\Omega}\left(F^-(\omega,A)\oplus F^-(\omega,B)\right)p(\omega)} \rangle;$$

$$P(\neg A)=\sum_{\omega\in\Omega}\left\|\neg F(\omega,A)\right\|p(\omega)=\langle \frac{\sum_{\omega\in\Omega}F^-(\omega,A)p(\omega);}{\sum_{\omega\in\Omega}F^+(\omega,A)p(\omega)} \rangle.$$

$$P(\sim A)=\sum_{\omega\in\Omega}\left\|F(\omega,A)\right\|p(\omega)=\langle$$

$$\sum_{\omega\in\Omega}(1-F^+(\omega,A))p(\omega);\sum_{\omega\in\Omega}(1-F^-(\omega,A))p(\omega)\rangle.$$

При этом первые формы произведения и суммы обобщают произведение и сумму классической теории вероятности, а вторые их формы специфичны только для векторной вероятности. Обе формы противоположного события при переходе к обычному пониманию вероятности, когда значения $F^+(\omega, A)$ и $F^-(\omega, A)$ принимают совместно значения 0 и 1 либо 1 и 0, превращаются в одно и то же противоположное событие в классическом смысле. Дополнительно отметим, что если операции $\bullet$ и $\oplus$ удовлетворяют свойству

$$x + y = x \oplus y + x \bullet y,$$

что справедливо, в частности, для (1)-(3), то выполняются равенства:

$P(A \vee B) = P(A) + P(B) - P(A\& B)$ и $P(A \vee_2 B) = P(A) + P(B) - P(A\&_2 B)$.

Несмотря на векторный характер нестрогих вероятностей их можно сравнивать и анализировать на основе скалярных показателей, подобных тем, что введены для суждений:

$\mu_o(A) = P(A^+) \oplus P(A^-)$ – определенности;

$\mu_п(A) = P(A^+) \bullet P(A^-)$ – противоречия;

$\mu_c(A) = P(A^+) \oplus P(A^-) - P(A^+) \bullet P(A^-)$ или $\mu_c(A) = |P(A^+) - P(A^-)|$ – строгости;

$\mu_д(A) = P(A^+) - P(A^-)$ – достоверности и т.п.

Также вводятся отношения правдоподобия и доминирования для нестрогих случайных событий:

$A > B$ (A правдоподобнее B), если $P^+(A) \geq P^+(B)$ и $P^-(A) \leq P^-(B)$, а также:

$A > B$ (A доминирует над B), если $P^+(A) \geq P^+(B)$ и $P^-(A) \geq P^-(B)$.

Если $P^+(A) = P^+(B)$ и $P^-(A) = P^-(B)$, то события A и B эквивалентны. Для нестрогих случайных событий вводится отношения предпочтения:

$A \succ B$ (A предпочтительнее B), если $\mu_д(A) > \mu_д(B)$, а при $\mu_д(A) = \mu_д(B)$, если $\mu_o(A) > \mu_o(B)$.

5. Нестрогие множества

Еще одним направлением переноса векторного представления истинности на другие области является формализация множеств с неопределенным и противоречивым контентом (содержимым). Основой получаемого формализма также является векторное представление истинности предиката «$x \in A$», $A \subseteq U$ где U – универсальное множество (универсум). Получающиеся при этом множества, названные *нестрогими*, являются обобщениями нечетких множеств Л.Заде.

Определение 3. Нестрогим подмножеством A универсального множества U называется множество упорядоченных пар $\{u, \|u\|_A\}$, где $u \in U$, а $\|u\|_A \in [0,1]^n$ – векторный показатель принадлежности элемента u подмножеству A.

Вектор $\|u\|_A$ будем интерпретировать как истинность утверждения «$u \in A$» в некоторой V^n-логике. Тогда каждый из компонентов u_A^i вектора $\|u\|_A = \langle u_A^1;...;u_A^n \rangle$ характеризует истинность этого утверждения по тому или иному аспекту. В случае V^{TF}-логик нестрогие множества задаются парами $\{u, \langle u_A^+; u_A^- \rangle\}$, где u_A^+ – степень согласия (Истина), а u_A^- – несогласия (Ложь) с указанным утверждением.

Нестрогое множество A является *пустым*, если

$$\forall u \in U\ (\|u\|_A = \langle linf^1;...; linf^n \rangle).$$

Обозначим его традиционным символом $\varnothing$ (*логический инфинумом linf* есть 0 для позитивных и 1 для негативных аспектов истинности). Нестрогое множество A совпадает с *универсальным*, если

$$\forall u \in U\ (\|u\|_A = \langle lsup^1;...; lsup^n \rangle),$$

(*логический супремумом lsup* есть 1 для позитивных и 0 для негативных аспектов истинности).

Важным понятием теории нечетких множеств является понятие *носителя*, под которым подразумевается множество (в классическом смысле) всех элементов универсума, для которых $\mu(u) > 0$. *Носителем* нестрогого множества A (*supp A*) назовем множество вида

$$supp\ A = \{u \mid u \in U, \|u\|_A \neq \langle linf^1;...; linf^n \rangle\}.$$

Также обобщением на рассматриваемый случай введены известные в теории нечетких множеств понятия *верхней* и *нижней границы* нестрогого множества, *нестрогого синглтона*, *множества уровня*, *α-сечения* и т.п. Легко вводятся отношения между множествами.

Определение 4. Нестрогое множество A является *подмножеством* нестрогого множес-

тва B (B *включает* A: $A \subseteq B$), если $\forall i\ (u_A^i \leq_L u_B^i)$, где $\geq_L$ — отношение логического порядка, означающее, что $u_A^i \geq u_B^i$ для позитивных и $u_A^i \leq u_B^i$ для негативных аспектов истинности.

Определение 5. Нестрогое множество A является *субдоминантой* нестрогого множества B (соответственно B *доминирует над* A: $A \subseteq\subseteq B$), если $\forall i (u_A^i \leq u_B^i)$.

Определение 6. Нестрогое множество A *равно* нестрогому множеству B ($A = B$), если $\forall i$ $(u_A^i = u_B^i)$.

Также вводятся понятия нестрогого отношения и декартова произведения двух нестрогих подмножеств универсумов U_1 и U_2. Так, *декартовым произведением* $A \times B$ нестрогих подмножеств $A \subseteq U_1$ и $B \subseteq U_2$ названо нестрогое подмножество декартова произведения универсальных множеств $U_1 \times U_2$ с функцией принадлежности
$\|(u_1, u_2)\|_{A\times B} = \langle\ u_1^1 \wedge u_2^1; u_1^2 \wedge u_2^2; \ldots; u_1^n \wedge u_2^n\ \rangle$, где

$$u_1^i \wedge u_2^i = \begin{cases} u_1^i \bullet u_2^i, \text{если аспекты позитивные;} \\ u_1^i \oplus u_2^i, \text{если аспекты негативные.} \end{cases}$$

Оно легко обобщается на случай произвольного числа нестрогих подмножеств.

На основе двух форм связок конъюнкции, дизъюнкции и отрицания для нестрогих множеств вводятся две формы пересечения, объединения и дополнения.

Определение 6. *Первой формой пересечения* двух нестрогих множеств A и B назовем множество $C = A \cap B$ такое, что

$$\forall i \left(u_C^i = \begin{cases} u_A^i \bullet u_B^i, \text{если } i\text{-й аспект позитивный} \\ u_A^i \oplus u_B^i, \text{если } i\text{-й аспект негативный} \end{cases} \right).$$

Определение 7. *Второй формой пересечения* двух нестрогих множеств A и B назовем множество $C = A \cap_2 B$ такое, что

$\forall i\ (u_C^i = u_A^i \bullet u_B^i)$.

Определение 8. *Первой формой объединения* двух нестрогих множеств A и B назовем множество $C = A \cup B$ такое, что

$$\forall i \left(u_C^i = \begin{cases} u_A^i \oplus u_B^i, \text{если } i\text{-й аспект позитивный} \\ u_A^i \bullet u_B^i, \text{если } i\text{-й аспект негативный} \end{cases} \right).$$

Определение 9. *Второй формой объединения* двух нестрогих множеств A и B назовем множество $C = A \cup_2 B$ такое, что

$\forall i\ (u_C^i = u_A^i \oplus u_B^i)$.

Для обеих форм пересечения и объединения справедливы свойства: $A \cap B \subseteq A$, $A \subseteq A \cup B$ и $A \cap_2 B \subseteq\subseteq A$, $A \subseteq\subseteq A \cup_2 B$.

Важную роль в теории нечетких множеств играют также операции *концентрирования* и *растяжения* множества, которые основаны на степенных функциях: $\mu_A(u) \to (\mu_A(u))^k$ и $\mu_A(u) \to (\mu_A(u))^{1/k}$, где $\mu_A(u)$ — степень принадлежности элемента u множеству A. Однако для нестрогого случая, в первую очередь для сверхнечетких множеств, эти функции не обеспечивают переход от сверхнечетких к нечетким множествам при введении связи $u_A^+ + u_A^- = 1$. В связи с этим для концентрирования и растяжения нестрогих множеств предлагается пользоваться следующими выражениями:

$$fcon(u_A^i) = \begin{cases} (u_A^i)^{\bullet n}, \text{если аспект } u^i \text{ позитивный;} \\ (u_A^i)^{\oplus n}, \text{если аспект } u^i \text{ негативный,} \end{cases}$$

– для концентрирования и

$$fdil(u_A^i) = \begin{cases} (u_A^i)^{\oplus n}, \text{если аспект } u^i \text{ позитивный;} \\ (u_A^i)^{\bullet n}, \text{если аспект } u^i \text{ негативный,} \end{cases}$$

– для растяжения.

Здесь $x^{\bullet k}$ — k-кратное применение операции композиционного умножения, а $x^{\oplus k}$ – операции композиционного сложения со свойствами: $x \bullet x < x$ и $x \oplus x > x$. Это, например, функция (2).

Модели нестрогих случайных событий и нестрогого множества позволяют эффективно учесть субъективные факторы в оценке принадлежности элемента (элементарного события) соответствующему множеству, принимая в внимание не только достоверность соответствующих предикатов, но и их информационную подкрепленность.

Заключение

Кратко суммируем представленные результаты.

1. Векторное представление истинности эффективно при использовании многофакторных суждений, истинность которых определяется совокупностью факторов (показаний приборов, свидетелей, оценок и мнений экспертов и т.п.), которые с различным весом подтверждают или опровергают суждения. В качестве весовых значений могут выступать их значимость, надежность, убедительность и иные субъективные и объективные показатели. Для работы с векторами истинности предложены операции композиционного умножения и сложения. На их основе определены две формы связок конъюнкции и дизъюнкции и предложены схемы расчета истинности заключений, сделанных по правилам

modus ponens и *modus tollens*. Введено *правило совмещения* для объединения свидетельств. Рассмотрены случаи «точечных» и «интервальных» значений вектора истинности. Во втором случае предложена схема расчета истинности заключений для импликации с дизъюнктивной правой частью.

2. Для моделирования рассуждений введены понятия содержательного и формального выводов. Для формального вывода введено понятие предложения, устойчивого в некотором подмножестве множества допустимых значений истинности Λ^{TF}, в качестве которых рассматриваются: Λ^{T} – область *правдоподобных* суждений; Λ^{F} – область *неправдоподобных* суждений; Λ^{C} – область *противоречивых* суждений и Λ^{U} – область *неопределенных* суждений, а также их подобласти: $\Lambda^{T+} \subseteq \Lambda^{T}$, $\Lambda^{F+} \subseteq \Lambda^{F}$, $\Lambda^{C+} \subseteq \Lambda^{C}$ и $\Lambda^{U+} \subseteq \Lambda^{U}$. Доказано, что множества предложений, устойчивых в этих областях, не пусты. На основе отношений правдоподобия и доминирования для формального вывода сформулирован соответствующий вариант правила *modus ponens*. Доказано существование *правила подстановки*, аналогичного классическому. Отмечено, что «полномасштабный» вывод в данном классе логик включает в себя этапы и содержательного, и формального выводов.

3. Сформулировано понятие нестрогого случайного события и введены основные операции и отношения над ними. Установлено, что для нестрогих случайных событий существуют по две формы произведения и суммы, и две формы противоположного события, а также отношения правдоподобия и доминирования между нестрогими случайными событиями. По аналогии с V^{TF}-логиками введены числовые характеристики нестрогих случайных событий: противоречивости, определенности, строгости, достоверности. Установлено, что рисковые события могут квалифицироваться как нестрогие случайные события. Показано, что классическая теория вероятности может рассматриваться как частный случаи теории нестрогих случайных событий, если предикат принадлежности элементарного события ω случайному событию A всегда строго истинный или строго ложный.

4. Разработана и исследована модель множеств с неопределенным и противоречивым содержанием. Сформулировано понятие нестрогого множества, введены основные понятия, операции и отношения для нестрогих множеств. Определено декартово произведение нестрогих множеств. На основе логических операций и отношений V^{TF}-логик для них определены по две формы объединения и пересечения, а также определены отношения включения, доминирования и равенства. Даны понятия подмножества и субдоминанты нестрогого множества. Введены понятия носителя нестрогого множества, его верхней и нижней границы и т.д. Установлено, что для концентрирования и растяжения нестрогих множеств непригодны степенные функции, используемые в теории нечетких множеств. Для этого предложены степени операций композиционного умножения и сложения соответственно. Показано, что классические нечеткие множества могут рассматриваться как частные случаи нестрогих множеств, если для компонентов соответствующих векторов истинности выполняется соотношение $a^{+} + a^{-} = 1$.

Примеры практического применения векторных логик даны в [4].

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – 496 с.
2. Menger K. Statistical metrics // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 1942. – 8.– P.535-537.
3. Аршинский Л.В. Содержательный и формальный вывод в логиках с векторной семантикой // Автоматика и телемеханика. – 2007. – № 1. – С. 153-162.
4. Аршинский Л.В. Векторные логики: основания, концепции, модели. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т, 2007. – 228 с.
5. Аршинский Л.В. Приложение логик с векторной семантикой к описанию случайных событий и оценке риска // Проблемы анализа риска. – 2005. – Т.2. – № 3. – С. 231-248.

Гущин Ю.Г., Шелестов С.Ю.,
Мартыненко О.П., Парфенов И.И.

УДК 658.382.3

СОЗДАНИЕ ПРОФИЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СРЕДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ С ПРИНЯТИЕМ РЕШЕНИЙ

Создание профиля операционной среды АСПР связано с решением комплекса задач, в совокупности составляющих аппарат профилирования. Аппарат профилирования представляет собой механизм агрегирования функциональности элементов информационной технологии управления, в практической реализации составляющей операционную среду системы, посредством определения наиболее эффективных их комбинаций для реализации необходимых сервисов с использованием базовых стандартов, стандартизованных спецификаций и решений, формализованных экспертных знаний [1]. Для построения стандартизованных спецификаций, регламентирующих функциональность модулей, осуществляется выбор опций для каждого из модулей, а также значений параметров, определяющих основные свойства модулей в информационной технологии управления [2].

Постановка задачи на построение профиля операционной среды АСПР реального времени представляется следующим образом [3,4]. Дано:

- множество A средств моделирования процесса принятия управленческих решений в условиях ограничения времени;
- множество B средств программной реализации унифицированных модулей автоматизированной системы;
- множество C средств реализации сервисов прикладной платформы базы данных;
- множество D средств реализации сервисов прикладной платформы операционной системы;
- множество E специализированных программных продуктов для сбора и обработки данных.

Определить профиль операционной среды АСПР в виде объединения множеств $A \cap B \cap C \cap D \cap E$ средств реализации сервисов на базе решающего правила, которые в функциональной взаимосвязи обеспечивают необходимый набор сервисов S для множества M модулей функциональности системы и ее операционной среды и соответственно требуемый уровень автоматизации организационного управления производственным процессом в режиме реального времени. В качестве обобщенных критериев построения профиля операционной среды принимаются стоимость C и эффективность $Э$, которые декомпозируются на составные критерии с последующей их декомпозицией для функциональных групп элементов, модулей функциональности и на нижнем уровне на частные критерии множеств A, B, C, D, E.

Ограничениями являются:

- технические характеристики программных реализаций, используемых для создания и функционирования операционной среды системы;
- степень конформности компонентов операционной среды;
- уровень бесшовной интеграции модулей функциональности операционной среды.

Аппарат профилирования включает процедуры анализа и оценки многокритериальных альтернатив и выбора рабочего варианта профиля по заданным критериям стоимости и эффективности путем нахождения оптимального решения по Парето. Формализуется задача принятия решений с качественными переменными при многих критериях [5].

Создание профиля операционной среды АСПР для организационного управления производственным процессом в режиме реального времени включает следующие этапы.

1. Разработка модульной структуры операционной среды распределенной АСПР реального времени, интегрированной с производственными АИС и специализированными средствами сбора и обработки информации.

2.Определение признаков унификации модулей функциональности АСПР.

3.Структуризация признаков унификации модулей системы в соответствии со стандартизованными спецификациями предоставляемых сервисов.

4.Построение функциональной модели АСПР реального времени на основе принципа унификации модулей.

5.Построение базовой модели профиля операционной среды АСПР, сопряженной с функциональной моделью системы, которая представляет требования конформности, сформулированные в общих терминах, и принципы построения классификационной схемы профиля по уровням декомпозиции сервисов.

6.Декомпозиция сервисов операционной среды АСПР и построение спецификации сервисов, предоставляемых через интерфейсы модулей функциональности, с выбором критериев профилирования по уровням декомпозиции в соответствии с эталонной моделью открытых систем.

7.Систематизация экспертных знаний для определения оценочных критериев каждого из множеств A, B, C, D, E, выбор шкалы измерения экспертных оценок и построение матрицы оценок альтернатив для множеств A, B, C, D, E.

8.Построение дерева критериев профиля операционной среды АСПР.

9.Построение обобщенных критериев по составным критериям иерархических уровней дерева оценочных критериев.

10.Формирование альтернатив реализации сервисов для множеств A, B, C, D, E.

11.Качественная оценка альтернатив на заданном множестве критериев, согласование экспертных решений по оценке альтернатив [5].

12.Определение функции полезности альтернатив на множествах A, B, C, D, E.

13.Построение матрицы соответствия средств реализации сервисов, составляющей критерии-требования для взаимодействия модулей функциональности операционной среды системы.

14.Построение матрицы учитываемых критериев на основе системных требований АСПР реального времени.

15.Формирование вариантов профиля операционной среды с использованием метода селекции средств реализации сервисов по оценочным и учитываемым критериям и критериям — требованиям.

16.Определение функции полезности по составным критериям горизонтальных и вертикальных уровней дерева критериев и обобщенным критериям стоимости и эффективности формируемых альтернатив [5].

17.Выбор рабочего варианта профиля операционной среды АСПР на основе решающего правила.

Структура решающего правила по выбору рабочего варианта профиля операционной среды АСПР включает следующие операции.

Спецификация сервисов S_i операционной среды АСПР, предоставляемых через интерфейсы модулей функциональности, и выбор средств их реализации

$$S_i\left(M_i\right) \rightarrow \left[K_i, R_i\left(A \cap B \cap C \cap D \cap E\right), T_i\right],$$

где M_i - модули функциональности операционной среды АСПР; K_i - критерии профилирования модулей функциональности; R_i - виды средств и способы реализации сервисов операционной среды; T_i - базовые стандарты и рекомендации по способам реализации сервисов.

Определение средств реализации сервисов для модулей функциональности:

$$r_i\left(M_i, K_i, S_i, R_i\right): r_i\left[\left(A \cap B \cap C \cap D \cap E\right), T_{i-1}\right],$$

где T_{i-1} - стандарты и рекомендации следующего уровня декомпозиции; r_i - средства реализации сервисов из множеств A, B, C, D, E.

Определение совместимости средств реализации сервисов по критериям - требованиям и учитываемым критериям профилирования операционной среды АСПР:

$$r_i\left(M_i, K_i, S_i, R_i\right): r_i\left[\left(A \cap B \cap C \cap D \cap E\right), T_{i-1}, K_T, K_y\right]$$

Качественная оценка средств реализации сервисов, составляющих альтернативы на множествах A, B, C, D, E:

$$r_i\left(M_i, K_i, S_i, R_i\right): r_i\left[\left(A \cap B \cap C \cap D \cap E\right), T_{i-1}, K_T, K_y\right] \rightarrow$$
$$\rightarrow O_i\left(K_{lo}, H_{qo}\right)$$

где O_i - оценки альтернатив по l — ым критериям; K_{lo} - оценочные критерии для множеств A, B, C, D, E, H_{qo} - порядковая шкала оценок.

Определение функции полезности P_i многокритериальных альтернатив:

$$P_i\left(O_i\left(K_{lo}, H_{qo}\right), r_i\right): \left(P_i^A, P_i^B, P_i^C, P_i^D, P_i^E\right),$$

где $P_i^A = \sum_{j=1}^{l} w_j^A O_{ij}^A$, $P_i^B = \sum_{j=1}^{l} w_j^B O_{ij}^B$, $P_i^C = \sum_{j=1}^{l} w_j^C O_{ij}^C$,

$P_i^D = \sum_{j=1}^{l} w_j^D O_{ij}^D$, $P_i^E = \sum_{j=1}^{l} w_j^E O_{ij}^E$; $w_j^A, w_j^B, w_j^C, w_j^D, w_j^E$

- значение весовой функции j — го критерия множеств A, B, C, D, E; $O_{ij}^A, O_{ij}^B, O_{ij}^C, O_{ij}^D, O_{ij}^E$ - значение экспертной оценки i - ой альтернативы j — го критерия множеств A, B, C, D, E.

Построение спецификации элементов профиля операционной среды АСПР с учетом ранжирования альтернатив по значениям функции полезности:

$$M_i(r_i) \rightarrow \{ P_i^A, P_i^B, P_i^C, P_i^D, P_i^E \}.$$

Построение спецификации вариантов профиля операционной среды АСПР с использованием метода селекции функциональных элементов: $S_P = (M_i \times r_i) \times \{ P_i^A, P_i^B, P_i^C, P_i^D, P_i^E \}$.

Выбор рабочего варианта профиля операционной среды АСПР, который соответствует максимальной результирующей функции полезности по обобщенным критериям стоимости и эффективности с учетом принятых ограничений:

$$S_P \rightarrow S_P \mid \max\{ P_i^A, P_i^B, P_i^C, P_i^D, P_i^E \}.$$

Построение вариантов профиля операционной среды АСПР базируется на применении подхода аналитической иерархии в оценке многокритериальных альтернатив, выбор рабочего варианта профиля осуществляется в соответствии с разработанной структурой решающего правила [3,4]. Полученное решающее правило отображает максимальную результирующую функцию полезности альтернатив по обобщенным критериям стоимости и эффективности, построенных в соответствии с деревом критериев. Рабочий вариант профиля операционной среды АСПР позволяет исключить избыточность средств реализации сервисов при одновременном повышении степени интеграции модулей функциональности и качества технологических процессов жизненного цикла системы в условиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЯ

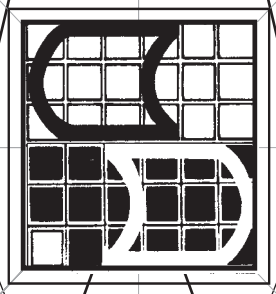
1. Парфенова М.Я., Голубов А.А. Системное моделирование операционной среды автоматизированной системы с принятием решений в режиме реального времени //Машиностроитель.- 2005.- №5. — С.15-20.
2. Сухомлин В.А. Введение в анализ информационных технологий. —М.: Горячая линия — Телеком, 2003. 262с.
3. Парфенов И.И., Парфенова М.Я. Практика Великой теоремы Ферма применительно к интеллектуальным информационным технологиям. Приложение к журналу "Информационные технологии" № 12/2003. М.: Новые технологии, 2003. С.46-52.
4. Парфенов И.И. Цепные дроби — ожерелье мехатроники. М.: КомКнига, 2007. 78с.
5. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. —М.: Логос, 2003. 412с.

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование



Раздел 3.

Экономические инновации.
Социально-экономические исследования.

Содержание научного журнала:

Инженерная механика
Транспортные средства
Энергетика и электромеханика
Строительство, материалы и конструкции
Охрана окружающей среды
Автоматизация технологических процессов
Современные технологии
Системный анализ
Моделирование технических систем
Транспортные системы
Энергоснабжение и электромеханика
Управление техническими системами
Информационные технологии
Экономика безопасности и качества

Фролов К.В., Махутов Н.А.

УДК 656.25

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РИСКОВ И БЕЗОПАСНОСТИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ И РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЯХ

Постановка междисциплинарных фундаментальных исследований по проблемам теории безопасности сложных систем и защиты от кризисных и катастрофических ситуаций в Академии наук СССР состоялась по инициативе Президента АН СССР акад. А.П. Александрова после тяжелых катастроф накануне последнего десятилетия XX века (АПЛ «Комсомолец», Чернобыльская АЭС, Спитакское землетрясение, взрыв на магистральном продуктопроводе ШФЛУ под Уфой).

Для постановки и координации комплексных научных и прикладных исследований в Академии наук СССР была создана Рабочая группа при Президенте академии наук по анализу риска и проблем безопасности, функционирующая до настоящего времени.

На протяжении двух десятилетий в поисковых и прикладных исследованиях по проблемам риска и безопасности самое активное участие принимали ведущие ученые и генеральные конструкторы академики и члены-корреспонденты Российской академии наук и региональных Отделений РАН (Сибирское, Дальневосточное, Уральское) и Научных центров РАН.

Результаты фундаментальных, поисковых и прикладных исследований использовались в крупнейших национальных программах и проектах, в атомной и термоядерной энергетике, авиационной и ракетно-космической технике, в оборонной промышленности, в энергетическом, транспортном, химическом и нефтегазовом комплексах.

Исключительно важным для развития научно-технического прогресса и повышения безопасности природно-техногенной сферы страны было и остается участие в деятельности Рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности и в практической реализации новых международных разработок руководителей МЧС России, Ростехнадзора, Минобрнауки России.

Структура постановки и комплексного решения научных и прикладных проблем безопасности в нашей стране показана на рис. 1. Общую координацию этих исследований и разработок осуществляет Совет Безопасности Российской Федерации, решения которого утверждаются Президентом России в соответствии с Конституцией Российской Федерации. Исходя из концепции национальной безопасности страны рекомендации Совета Безопасности реализуются через Межведомственные комиссии (МВК) и Научно-технические советы ведомств.

Фундаментальные исследования по базовым закономерностям формирования и реализации опасностей, угроз, вызовов, кризисов и катастроф во всех жизненно важных сферах в соответствии с поручением Президента и Совета Безопасности в рамках своих проблемных тематических планов выполняет Российская академия наук.

Рис. 1. Национальная и межведомственная организация работ по научному обеспечению комплексной безопасности.

Проведение поисковых и прикладных исследований проблем безопасности в рамках Федеральных научно-технических и образовательных программ возложено на Минобрнауки России. Комплексные исследования проблемы снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера с учетом ограниченных переносов по Федеральной целевой программе 2001-2010 гг осуществляет МЧС России, как государственный заказчик и координатор межведомственных разработок. Основные ведомства страны (Минобороны России, Минпромэнерго России, Минприроды России, Минтранс России. Мининформсвязи России) являются как участниками реализации соответствующих Федеральных программ, так и разработчикамии отраслевых научно-технических планов по своим направлениям в сфере безопасности.

В соответствии с изложенным выше фундаментальные, поисковые и прикладные исследования федерального уровня по проблемам безопасности в социальной, природной и техногенных сферах жизнедеятельности являются междисциплинарными по своей научной постановке и межведомственными по механизмам реализации. В Российской академии наук к настоящему времени сформировалась и получает дальнейшее развитие организационная структура таких междисциплинарных исследований (рис. 2).

Общую координацию основных федеральных разработок около 20 лет осуществляет Рабочая группа при Президиуме РАН по анализу риска и проблем безопасности и в последние годы Центр исследований проблем безопасности РАН. Они ведут внутри-академическую и межведомственную координацию фундаментальных и поисковых исследований. В состав Рабочей группы и Центра входят руководители и специалисты ряда ведомств (МЧС России, Минобороны России, Ростехнадзора и др.), что позволяет учитывать особенности конкретных задач обеспечения безопасности в отраслях и регионоах.

К настоящему времени на базе выполненных в РАН и в других ведомствах исследований сложилось общее представление о фундаментальных основах теории катастроф (рис. 3).

Ядром этих основ с учетом анализа наиболее тяжелых катастроф в техносфере (на атомных станциях ТМА в США, ЧАЭС в СССР, на атомных подводных лодках «Трэшер» - США, «Комсомолец» -СССР, на космических кораблях «Челленджер», «Колумбия» - США, на нефте-газо-химических объектах в США, Индии, Мексике, Норвегии, России) стали физика катастроф, химия катастроф и механика катастроф. Их обобщением явилась математическая теория катастроф с введением в нее теории бифуркаций, некорректных и обратных задач, синергетики, специальных функций с обострениями и функций распределения с тяжелыми хвостами.

Анализ проблем безопасности и постановка междисциплинарных исследований по линии Рабочей группы при Президенте РАН относились к решению таких комплексных задач, как:

-защита Земли от столкновений с космическими объектами и космический мониторинг объектов;

-гидрологические, климатологические, биологические эффекты течений Эльниньо;

-аэродинамические, навигационные, технологические, оборонные аспекты горизонтального и вертикального старта ракетно-космических систем;

-электрофизические, радиолокационные, лазерные технологии управления высокоскоростными процессами движения, повреждения и разрушения;

-основы безаэродромной авиации и комбинированных летательных аппаратов;

-развитие методов анализа сложных динамических процессов неустойчивости, турбулизации, бифуркаций для раннего предупреждения аэрогидродинамических, вибрационно-резонансных и сейсмических чрезвычайных ситуаций;

-многопараметрический анализ физических, химических, электромагнитных, тепловых, виброакуститческих полей при исследования роли человеческого фактора;

-основы физического и математического моделирования, диагностики и мониторинга, сценариев и рисков возникновения и развития аварий и катастроф в высокорисковых объектах.

Результаты таких междисциплинарных исследований использовались при разработках концепций государственных, федеральных, отраслевых и международных научно-технических программ.

Рис. 2. Структура организации фундаментальных исследований по проблемам федеральной и региональной безопасности.

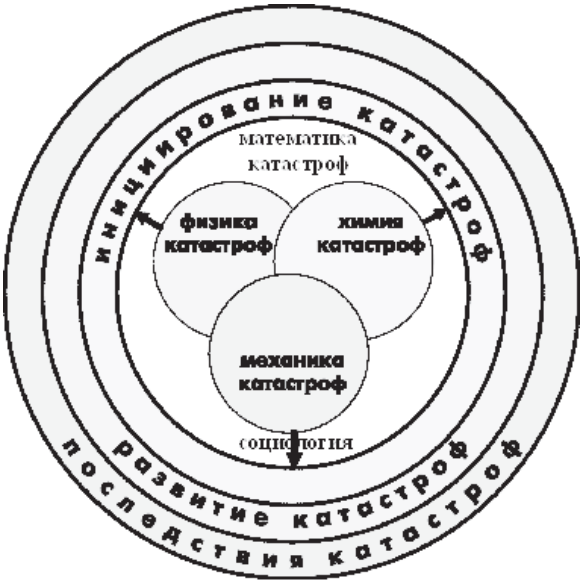


Рис. 3. Основы теориии катастроф и анализа их сценариев.

Одной из первых таких программ была Государственная научно-техническая программа «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природно-техногенных катастроф» (ГНТП «Безопасность» - 1991-2002 гг.), трансформированная в 2002-2004 гг. в подпрограмму и комплекс проекта Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям науки и техники» (2002-2007 гг.). Параллельно с ГНТП «Безопасность» шла реализация программ по Глобальным изменениям окружающей среды и климата, по природной и техногенной безопасности, по ядерныой и радиационной безопасности. Важное значение для нашей страны имело создание и развитие такой основополагающей государственной структуры, как Государственная комиссия по чрезвычайным ситуациям (СССР), трансформированная в последующем в Комитет и Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС России). На основе предшествующих комплексных научных и прикладных разработок реализуется Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации» 2001-2010 гг. и «Межгосударственная программа совместных научных исследований организаций государств-участников СНГ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (2003-2010 гг.). В этих программах нашли свое отражение проблемы безопасности, решавшиеся на различных уровнях, начиная от планетарных и кончая объектовыми.

На базе анализа отечественного и зарубежного опыта была разработана классификация чрезвычайных ситуаций (рис. 4).

Для обеспечения техногенной безопасности в XXI веке должно быть учтено, что в мировой техногенной гражданской и оборонной сфере насчитывается до 10^3 объектов ядерной техники мирного и военного назначения, более $5x10^4$ ядерных боеприпасов, до $8x10^4$ тонн химических вооружений массового поражения, сотни тысяч тонн взрывопожароопасных, сильнодействующих ядовитых веществ, десятки тысяч объектов с высокими запасами потенциально опасной тепловой, электромагнитной и кинетической энергии газов и жидкостей. На рис. 4 для семи установленных классов (1 — 7) катастроф показаны величины ущербов U и вероятностей P для различных объектов техносферы при возникновении природных и техногенных катастроф.

Вероятности P возникновения трех наиболее тяжелых классов катастроф в мирное время составляет от $(2\text{-}3)x10^{-2}$ до $0{,}5\text{-}1)x10^{-1}$ 1/год, а ущербы U соответственно от 10^{11} до 10^9 у.е./катастрофа. При этом их риски R изменяются в пределах от 10^4 до 10^{10} у.е./год.

По результатам выполнения фундаментальных и прикладных разработок к настоящему времени опубликованы серии многотом-

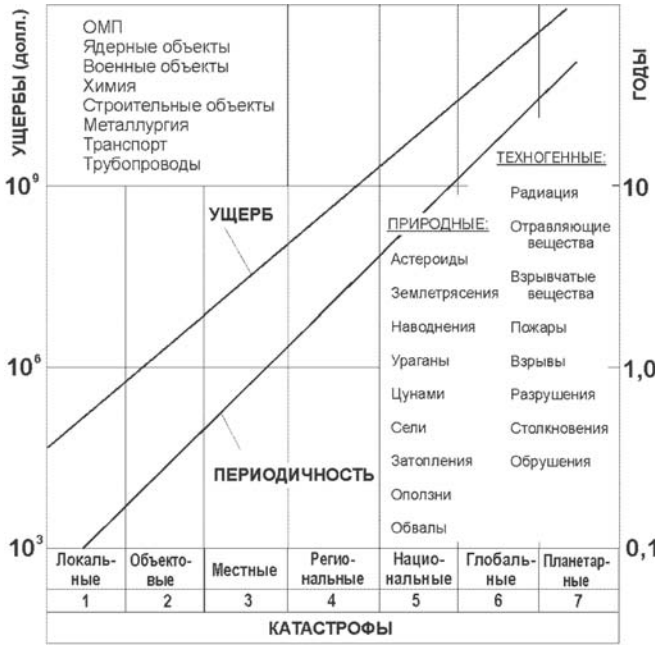


Рис. 4. Ущербы и периодичность природных и техногенных катастроф.

ных публикаций, научно-методических и научных материалов (рис. 5).

Специально проблемы региональной безопасности рассмотрены в четырех томах серии «Безопасность России» (общие проблемы, проблемы безопасности мегаполисов, Москвы, Красноярского края).

Так как последствиями природно-техногенных катастроф, изучаемых в рамках фундаментальных методов и моделей математики, физики, химии, механики являются ущербы, наносимые человеку, обществу и государству, то в последнее десятилетие начата разработка социологии катастроф. Это позволяет замкнуть цепь исследований по общей теории рисков всех слагаемых социально-природно-техногенных процессов: отказов, повреждений, угроз, вызовов, кризисов, катастроф. В ней ведущее место занимают математические, физические, химические, механические,биологическиегеофизические и социальные модели, уравнения, параметры и кримтерии для комплексного анализа сценариев указанных процессов. В этих сценариях выделяются три основные фазы: инициирование катастроф, развитие катастроф и последствия катастроф. Наиболее очевидными для исследований, моделирования и измерений являются последствия катастроф. Тяжесть последствий катастроф стала мощным импульсом для осуществления первоочередных разработок по созданию российских сил и средств ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РС ЧС) на современной научно-методической базе, сформировавшейся в нашей стране усилиями МЧС России, РАН, Минобрнауки, Минприроды, Минобороны, Минтранса, Минпромэнерго, Ростехнадзора. Аналогичные разработки ведутся во всех промышленно развитых странах.

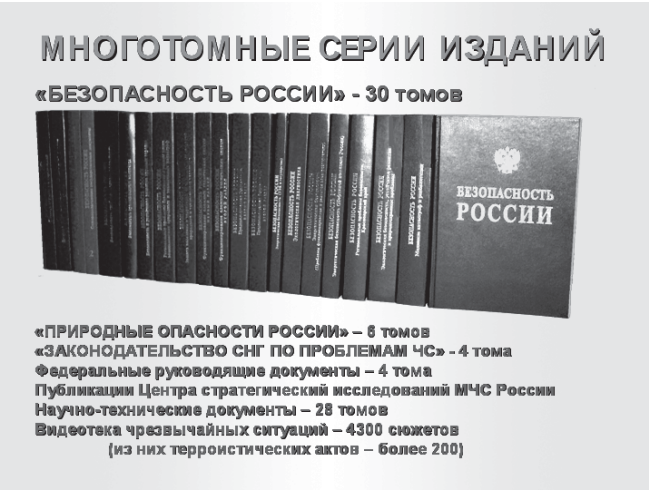


Рис. 5. Фундаментальные многотомные публикации, руководящие документы и видеоматериалы по проблемам безопасности.

Регулирование безопасности на федеральном, региональном, отраслевом и объектовом уровнях в настоящее время осуществляется на базе ряда федеральных законов — о безопасности; о чрезвычайных ситуациях; о промышленной безопасности; о техническом регулировании; о ядерной и радиационной безопасности; о безопасности гидротехнических сооружений; о безопасности на транспорте.

Исключительно важным для нашей страны стало решение совместного заседания Совета Безопасности Российской Федерации и президиума Государственного совета Российской Федерации от 13.11.2003 г. (Протокол №4).

Исследованиями выяснена исключительно важная роль для предотвращения и предупреждения ЧС начальных стадий их инициирования и развития. В большинстве техногенных, природно-техногенных и социально-природно-техногенных катастроф начальные стадии формирования инициирующих процессов связаны с нахождением начальных повреждений в несущих конструкциях высоко-рисковых объектов. Они создают цепочку развивающихся опасностей «повреждения → отказы → разрушение → аварии → катастрофы». Наибольшие ущербы и риски относятся к последним элементам этой цепочки, когда наблюдаются обрушения, крушения, пожары, взрывы, выбросы химически, биологически, радиационно опасных веществ. Эти стадии описываются уравнениями физики, химии, механики катастроф.

Первые инициирующие стадии ЧС описываются преимущественно с позиций механики катастроф, получившей свое развитие в ряде ведущих институтов РАН (рис. 6). Базовые требования механики катастроф и техногенной безопасности сводятся к традиционным и новым методам анализа в последовательности «прочность → ресурс → надежность → живучесть → риск → безопасность» Однако степень применения на практике указанной последовательности снижается на несколько (до четырех) порядков по мере того, как осуществляется переход от анализа прочности в штатных ситуациях к анализу рисков и безо-

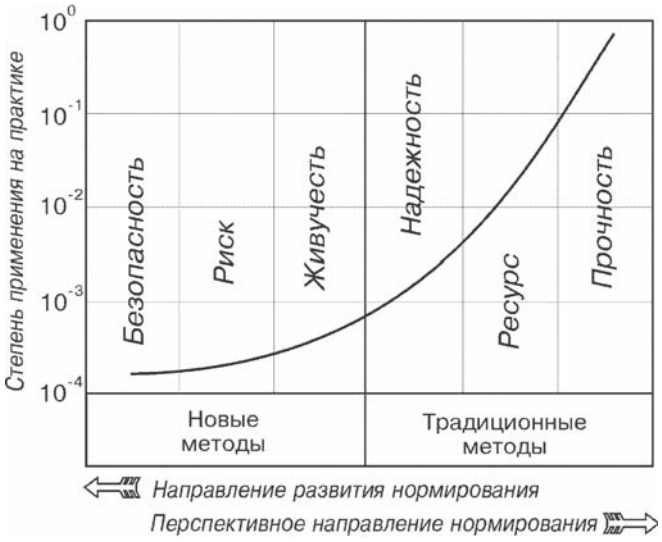


Рис. 6. Структура и развитие методов и исследований нормирования процессов развития катастроф в техногенной сфере.

пасности в аварийных и катастрофических ситуациях.

Современное развитие фундаментальной теории безопасности обосновывает необходимость изменения указанного выше традиционного подхода по указанной выше последовательности к новому перспективному направлению. В его основу должны быть положены исходные параметры рисков и безопасности, обосновываемые по критериям живучести, надежности, ресурса и безопасности.

В области промышленной безопасности по Федеральному закону 1997 г. фундаментальные научные разработки нашли свое отражение в нормативно-правовой базе, созданной и развиваемой Ростехнадзором и НТЦ «Промышленная безопасность» (рис. 7).

Система оценки соответствия требованиям безопасности опасных производственных объектов включает декларирование и экспер-

Рис. 7. Структура нормативной базы и механизмов анализа и обеспечения безопасности промышленных объектов.

тизу условий возникновения аварий и катастроф с применением критериев риска. При этом в анализ безопасности вводятся базовые уравнения физики, химии и механики аварийных ситуаций — разрывов, испарений, горения, взрывов опасных жидкостей и газов, разрушения сосудов давления и трубопроводов, грузоподъемных механизмов, обвалов горных выработок. В эту систему входят организационные и экономические механизмы повышения безопасности, государственного, ведомственного и объектового надзора и контроля. Параллельно с этим МЧС России выдвигает научно-обоснованные требования готовности сил и средств ликвидации ЧС на всех трех стадиях по рис. 8.

Новый подход к научному обоснованию комплексной безопасности выдвинут законодательством в 2002 году. в области технического регулирования. При этом научной базой технического регулирования в обязательном порядке становятся риски, затрагивающие механические, критические, химические, биологические, радиационные, взрывоопасные, пожароопасные, электромагнитные аспекты безопасности. Усилиями Минпромэнерго, РАН, Ростехрегулирования, МЧС и других ведомств создаются научно-методические базы по оценке рисков. Для такой оценки предлагается использовать детерминированные, статистические вероятностные, логико-вероятностные, имитационные методы, пригодные для большинства объектов технического регулирования.

Из объектов технического регулирования и опасных производственных объектов в 2003 г. решением Совета Безопасности Российской Федерации и Президиума Государственного совета Российской Федерации была выделена особая группа — критически важные для национальной безопасности объекты инфраструктуры. Существо этого государственного решения состоит в обеспечении и повышении защищенности населения и критически важных объектов, включая объекты гражданского (транспортного, энергетического, машиностроительного, строительного, гидротехнического) и оборонного комплексов.

Применительно к гражданскому комплексу с различным набором высокорисковых компонентов научному обоснованию и государственному регулированию подлежат базовые требования к безопасному функционированию критически важных объектов — про-

Рис. 8. Структура межотраслевого регулирования безопасности гражданского комплекса по критериям рисков.

чности, ресурс, надежность и живучесть. Эти требования в соответствии с указанным выше решением Совета Безопасности РФ сводятся к определению и нормированию приемлемых и недопустимых рисков.

Применительно к оборонному комплексу (рис. 9) научные проблемы безопасности увязываются с созданием, хранением, утилизацией и уничтожением оружия массового поражения. При этом в качестве основных должны быть приняты угрозы ядерной и химической безопасности для соответствующих госпроектов, а также биологической безопасности. Вопросы безопасных технологий в оборонном

Рис. 9. Структура научных и прикладных задач обеспечения безопасности функционирования оборонного комплекса.

комплексе решаются целой системой исследований, моделирования, расчетов и испытаний опасных процессов, сопутствующих этим технологиям. Результаты фундаментальных исследований и прикладных разработок могут быть распространены на объекты гражданского комплекса — атомную и тепловую энергетику, транспорт, химическую и микробиологическую промышленность.

Существенное усложнение в начале XXI века научных и прикладных задач в обеспечении защищенности критически важных объектов, опасных производственных объектов и объектов технического регулирования связано с террористическими и несанкционированными воздействиями на них (рис. 10). Эти воздействия могут приводить к чрезвычайным ситуациям на любой стадии жизненного цикла объекта и перераспределять в сценариях ЧС роль инициирующих и поражающих факторов — первичных, вторичных и каскадных. При этом террористические и несанкционированные воздействия могут носить характер традиционного, технологического и интеллектуального терроризма.

В первом случае основные поражающие факторы взрывов, пожаров носят первичный характер. При актах технологического терроризма основные ущербы наносятся при вторичных воздействиях разрушающихся, горящих и взрывающихся технологических установок, против которых были направлены ини-

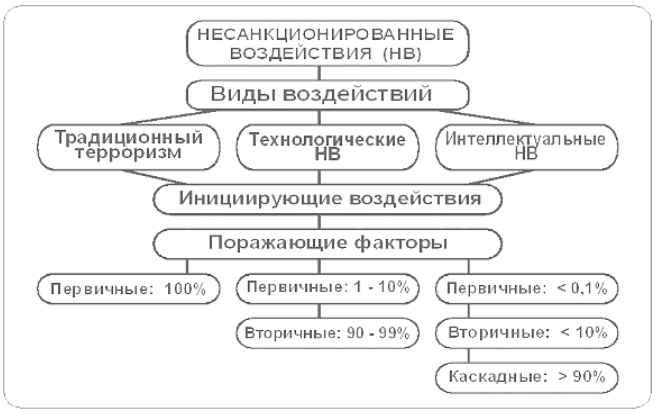


Рис. 10. Структура видов воздействий и составных.

Рис. 11. Направления и участники международного сотрудничества в области безопасности и рисков.

циирующие воздействия терактов. Если террористические акты были запланированы и реализованы через системы управления и регулирования объектами, то основные ущербы наносятся каскадными поражающими факторами.

Разработки перечисленных выше научных проблем федерального уровня начаты совместно с Российской академией наук, МЧС России, институтами силовых ведомств. Они получили свое отражение в публикациях на рис. 5.

Так как проблемы безопасности социально-природно-техногенной сфер жизнедеятельности на границе XX и XXI веков приобрели глобальные масштабы и трансграничные переносы опасностей и ущербов стали предметом забот мирового сообщества, то постановка новых задач в области фундаментальных и прикладных исследований этих проблем в настоящее время носит международный характер (рис. 11). В первую очередь, это относится к усилению взаимодействия государств-членов СНГ по линии Межгосударственного совета по чрезвычайным ситуациям. Координацию этих работ осуществляет Научный совет при МГС по ЧС, а сами работы реализуются через Межведомственную программу научных исследований.

На протяжении 10 последних лет важная роль в международном научном сотрудничестве принадлежит Академиям наук России и США (во взаимодействии с Американским обществом инженеров-механиков – ASME), а также Национальным обществам России и США по анализу риска. В европейском масштабе такие исследования проводятся совместно с Научно-техническими комитетами ЕЭС, НАТО, Европейским обществом по целостности конструкций (ESIS), в рамках Частично-открытого соглашения (ЧОС).

Таким образом, проблемы обеспечения и повышения безопасности жизнедеятельности к началу XXI века создали основу фундаментальных, поисковых и прикладных исследований в междисциплинарной постановке с использованием количественных критериев риска возникновения и развития все новых опасностей, угроз, вызовов, кризисов и катастроф. Российская академия наук совместно с МЧС России, Минобрнауки России, другими ведомствами и надзорными органами призваны перевести управление и создать научные основы для перехода к безопасному социально-экономическому развитию страны и повышению защищенности населения и критически важных инфраструктур от указанных важных процессов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Многотомное издание. М. МГФ «Знание», тт. 1 - 30, 1997-2007 гг.
2. Природные опасности России. Многотомное издание. М.: «Крук», тт. 1-6, 1999-2003.
3. Россия в борьбе с катастрофами. Под общей ред. С.К.Шойгу. М.: «Деловой экспресс», т. 1-3, 2007.

Абросимов Н.В.,Махутов Н.А.,
Петров В.П., Резников Д.О.

УДК 656.25.006.354

МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ И РЕГИОНОВ СИБИРИ

Разработки проблем безопасности в рамках Государственной научно-технической программы «Безопасность» и решения Совета Безопасности и Государственного совета Российской Федерации позволяют поставить одну из актуальных проблем обеспечения и повышения комплексной безопасности страны, ее Федеральных округов и регионов. В число базовых задач при решении этой проблемы входит создание многоуровневых систем мониторинга безопасности и защиты населения, объектов техносферы и природной среды от опасных процессов, кризисов и катастроф. Сибирь и Дальний Восток России имеют исключительно сложное сочетание факторов, способствующих нарастанию угроз национальной безопасности.

Опираясь на отечественные разработки по ряду Государственных и Федеральных целевых программ, на реализацию Указа Президента Российской Федерации о создании Национального центра управления кризисными ситуациями, на международное сотрудничество в рамках ООН, СНГ, Совета Европы, Международного центра управления рисками и Международного института безопасности сложных технических систем, в настоящее время представляется актуальной проработка вопросов по созданию системы и Центров мониторинга безопасности Сибири применительно к Сибирскому и Дальневосточному Федеральным округам и регионам. В такой проработке важно затронуть следующие аспекты:

Общие положения.

Принимая во внимание, что:

- государственная политика в области безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций востребована, динамично развивается и стремится содействовать решению практических задач обеспечения безопасности России, Сибирского и Дальневосточного Федеральных округов и регионов Сибири;

- безопасность Сибири - это обеспечение комплексной защиты от перманентных социальных, экономических, техногенных, природных и военных угроз, включая защиту человека и окружающей среды при редких крупномасштабных катастрофах;

- обеспечение безопасности и предупреждение катастроф предусматривают меры регионального, национального и международного уровня по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, чрезвычайному гуманитарному и экологическому урегулированию и являются составными частями государственной политики;

- регионы Сибири, входящие в Сибирский и Дальневосточный федеральные округа отличаются уникальным сочетанием суровых климатических условий, высокой сейсмичностью и чрезвычайной насыщенностью потенциально опасными объектами гражданского и оборонного комплекса;

- реализация идей и проектов в этой сфере требует в приоритетном порядке опираться на коллективные меры обеспечения безопасности — борьбу с катастрофами;

- государство, Федеральные округа и регионы Сибири делают все для сохранения своих национальных и региональных систем безопасности, но в то же время нуждаются в правовой, нормативной, научной поддержке и координации, а также в развитии наиболее передовых и одновременно достаточно эффективных высоких технологиях, которые должны быть доступны на всех уровнях государственного управления от федерального до местного и объектового.

Цели мониторинга в Федеральных округах Сибири (Сибирском и Дальневосточном).

1. Создать интегрированные структуры, окружные центры мониторинга безопасности (далее по тексту - Центры) и обеспечить при координации и поддержке Федерального ру-

ководства эффективное использование возможностей округов и регионов для дополнения усилий законодательных и исполнительных органов государства по защите человека, объектов техносферы и окружающей среды от опасностей кризисов и катастроф.

2. Предусмотреть постоянное развитие и наращивание возможностей Центров на основе вкладов иностранных государств, Российской Федерации, Федеральных округов и регионов в виде предоставления передовых научных методов и технологий и нормативно-правовых документов по борьбе с опасными процессами и катастрофами, а также «тиражирования» наиболее эффективных из них на основе решений Федеральных округов.

3. Использование возможностей Центров при решении общегосударственных задач повышения безопасности и предупреждения опасностей, угроз и катастроф в дополнение к национальным возможностям страны и при обращениях к Международному сообществу с запросами о помощи или при оказании такой помощи другим государствам.

Основные угрозы Федерального, окружного и регионального масштаба.

Прогноз опасностей, вызовов, кризисов и катастроф, построенный на оценках передовых государств, научных коллективов России — основа для создания, развития и функционирования окружных Центров Сибири. В качестве предварительной оценки федеральных, окружных и региональных рисков, ориентирующей на создание Центров, которые потребуют коллективных усилий государства, округов и регионов по обеспечению комплексной безопасности и противодействию опасным процессам и непосредственного содействия международного сообщества можно назвать следующий их перечень:

1. Крупные землетрясения в зонах повышенной активности на материковой и островной частях Сибири (Алтай, Забайкалье, Сахалин, Камчатка).

2. Техногенные катастрофы (взрывы, пожары) на потенциально опасных промышленных, транспортных, энергетических, военных объектах, размещенных в населенной части Сибири, которые ведут к человеческим жертвам, потере производственных мощностей и опасному загрязнению окружающей среды.

3.Сезонные пожары в лесах, угрожающие населенным пунктам и культурным ценностям, борьба с которыми ежегодно является серьезной задачей практически для всех регионов Сибири в Сибирском и Дальневосточном округах.

4. Наводнения на основных реках Сибири, которые продемонстрировали свой размах в бассейнах Амура, Лены, Иртыша и других рек, которые, как показывают оценки, могут причинять ущерб целым округам, постепенно расширяя территории затоплений и увеличивая ущербы.

5. Прорывы плотин, дамб, береговых укреплений, способные привести к катастрофическим последствиям.

6. Вулканическая активность, постоянно присутствующая и катастрофически нарастающая, в том числе, со взрывным характером извержения, и катастрофическими последствиями для населенных районов Камчатки и опасным трансграничным загрязнением атмосферы.

К основным факторам, которые повышают риск этих катастрофических явлений, относятся: повсеместное накопление климатических отклонений на континенте; интенсивные демографические процессы; нарастающий износ и интенсификация промышленности, транспорта и энергетики при старении отдельных объектов, в том числе нуждающихся в выводе из эксплуатации; возможность террористических актов, которые, в том числе, могут в свою очередь инициировать крупномасштабные техногенные катастрофы в Сибири. Более глубокий анализ тенденций, процессов в техносфере, природе и социальной сфере, проводимый учеными России и Сибири может дополнить этот прогноз и указать на другие угрозы, которые характерны для Сибири в настоящее время, противодействие которым является одной из важных задач Центров.

Основные оперативно-стратегические требования к Центру мониторинга безопасности.

Центр должен эффективно, следуя политике Международного сообщества (ООН, СНГ, ЕС, АТЭС , ШОС) и по решениям, принимаемым на Федеральном уровне (Совет Безопасности, Государственный совет, Правительство Российской Федерации) дополнять национальные, окружные и региональные усилия по обеспечению комплексной безопасности и борьбе с катастрофами. Он должен находиться на территории соответствующего Федерального округа и, исходя из принципа доступности, предпочтительно располагаться

компактно в центральной части округа. Для его отделений в регионах место может выбираться по более свободной схеме, исходя из возможностей и необходимости пропорционального охвата территории по уровням интегральных рисков.

Центры должны быть функционально и оперативно связаны с Национальным центром управления кризисными ситуациями (НЦУКС). Основу возможностей Центра должны составлять постоянно действующий орган управления, обеспечивающий связь с основными окружными и региональными структурами в Сибири, а также готовность по предоставлению чрезвычайных прогнозов, оценок возможных последствий опасных процессов, кризисов и предложений по сценариям действий по ликвидации таких последствий, включая координированное реагирование дежурными подразделениями Центров, имеющими специальный статус в РС ЧС.

Для реализации высокой готовности по чрезвычайному реагированию в составе Центра должны быть аэромобильные силы, которые в течение времени, не превышающего нескольких часов, обязаны приступить к выполнению прогнозно-аналитических задач по оценке масштабов последствий опасных явлений и процессов и по формированию предложений и указаний при обеспечении развертывания сил и средств в любом районе Сибири, округа, региона. В случае соответствующего запроса и положительного решения НЦУКС силы Центров могут использоваться за пределами Сибири.

На решения, рекомендации, силы и средства Центра должны распространяться упрощенные системы доставки и контроля, а также правила оперативного решения вопросов при поддержке со стороны НЦУКС в зоне их ответственности.

Федеральный округ несет ответственность за организацию, функционирование, повседневное снабжение и содержание Центра.

Источники финансирования Центров могут включать: выплаты из бюджетов округа и регионов, в которых предусматривается соответствующая статья или создается специальный фонд; гранты различных международных или национальных организаций и фондов; доходы от разрешенной деятельности Центра, в том числе при предоставлении специализированных услуг на компенсационной (коммерческой) основе; различные пожертвования; взносы участников Центра в натуральном или финансовом выражении; самофинансирование.

Необходимо наличие возможностей у Центра, в том числе интегрированных с международными и национальными системами аналогичного назначения. Такое взаимодействие может осуществляться по следующим направлениям: нормативно-правовое, методическое и научное обеспечение; подготовка персонала; предоставление образцов и специальной техники Центра; системный анализ возможной чрезвычайной обстановки; наращивание усилий в ходе операции.

Этапы создания Центров, их развития и трансформации в общегосударственную и международную систему мониторинга комплексной безопасности и борьбы с катастрофами более высоко уровня, включают:

- первоначальный этап - ТЭО, СТУ, «пилотный» проект, которые должны продемонстрировать принципиальную и потенциальную возможность по созданию и развитию таких Центров в стане и мире на базе нескольких известных технологий;

- начальная деятельность Центров и наращивание их возможностей на основе обобщения опыта, совершенствования управления и включения новых, дополнительных технологий;

- создание отделений в регионах Сибири (возможно параллельное) и переход к разветвленной сети его базирования;

- законодательное оформление (с учетом опыта создания и практики первых шагов Центра) перспективной общегосударственной структуры.

Необходимое условие создания и совершенствования Центров — проведение специализированных семинаров, тренировок и учений с участием специалистов НЦУКС, МЧС, РАН, Ростехнадзора на собственной базе по внутренним планам, а также участие в международных и национальных проектах соответствующего профиля.

Возможные этапы и направления создания в Сибири Центров мониторинга комплексной безопасности.

В настоящее время, учитывая, что по вопросам безопасности и защиты от угроз, кризисов и катастроф имеются существенные наработки, которые можно считать базовыми, могут быть сформулированы предложения по

процедуре создания Центров на основании интеграции реально существующих возможностей страны, округов и регионов.

Руководство Центрами может осуществляться дирекцией, состоящей из компетентных представителей науки, органов управления и собственников опасных объектов, участвующих в деятельности Центра.

В помощь дирекции Центров могут создаваться Наблюдательные советы, которые вырабатывают рекомендации по использованию и перспективам создания Центров, по развитию интеграционных процессов в целях повышения эффективности задач обеспечения комплексной безопасности и борьбы с кризисами и катастрофами.

Центр формируется на основе вкладов страны, округов, регионов Сибири, которые поддерживаются возможностями международных организаций. Для формирования вкладов периодически проводятся совещания и конференции.

Вкладами в создание, развитие и функционирование Центров могут считаться:

- концептуальные идеи и предложения по борьбе с кризисами и катастрофами;

- методологические и научные разработки, оформленные с учетом требований округов и регионов Сибири;

- технологии повышения безопасности и борьбы с катастрофами в виде оформленного национального, окружного или международного проекта.

Силы и средства Центров могут включаться в их состав, а также функционировать параллельно на принципах, заложенных в основу РС ЧС и международных сил реагирования на кризисы и катастрофы.

Возможный состав технологий и средств мониторинга.

Подход к составу сил и средств Центра может быть сформирован, учитывая следующие положения:

Научные основы построения системы мониторинга комплексной безопасности состоят в переходе к управлению и повышению безопасности по критериям рисков на уровне страны, Федеральных округов, регионов и территорий. Для этого должны разрабатываться и использоваться карты опасностей и рисков, создаваться достаточно эффективные механизмы их накопления, обработки и использования исходной информации об угрозах, вероятностях их реализации и сопутствующих ущербах. Эти механизмы нуждаются в совершенствовании и развитии.

В центрах мониторинга должны применяться технологии диагностирования, прогнозирования и парирования угроз, развиваемые в нашей стране и за рубежом. В этих технологиях могут использоваться конверсионные продукты, которые нуждаются в применении достижений ВПК для решения гражданских задач. Сюда относятся системы и средства оперативной диагностики состояния населения, объектов техносферы и природной среды, систем защиты от кризисов, аварий и катастроф.

Оперативно-аналитическая работа системы мониторинга безопасности должна быть сосредоточена на выработке решений на уровне Федеральных округов и регионов по предупреждению опасных процессов, снижению интегральных рисков, ликвидации последствий кризисных и чрезвычайных ситуаций. При этом коммуникационные и информационные ресурсы Центров мониторинга Федеральных округов должны находиться в связи с НЦУКС и структурными подразделениями регионов Сибири.

Первым подготовительным этапом создания системы мониторинга комплексной безопасности Федеральных округов Сибири может стать аналитическая работа руководства округов, ведущих научных специалистов в области анализа и управления разномасштабными рисками и выпуск двух томов в 30-томной серии «Безопасность Сибирского Федерального округа» и «Безопасность Дальневосточного Федерального округа».

Кузьмин М.И., Воропай Н.И., Кузнецова А.Н.

УДК 006.354

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТИТУТОВ СО РАН КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Конкретизируя общее понятие безопасности [1] применительно к тематике конференции, необходимо говорить о национальной безопасности. Национальная безопасность - состояние защищенности важнейших жизненных интересов страны - ее граждан, общества, государства и определяемых этими важнейшими интересами других коренных национальных интересов в экономической, социальной, внутриполитической, международной, оборонной, духовной, культурной и других сферах. К важнейшим жизненным интересам личности (гражданина) относятся обеспечение приемлемого уровня и качества жизни, личной безопасности, основных конституционных прав и свобод. К важнейшим жизненным интересам общества относятся упрочение демократии, достижение общественного согласия, обеспечение устойчивого развития экономики и.созидательной активности населения, духовное обновление общества. К важнейшим жизненным интересам государства относятся сохранение и упрочение конституционного строя, суверенитета и территориальной целостности страны, обеспечение политической и социальной стабильности и безусловного исполнения законов, .поддержание правопорядка [2,3]. Перечисленный состав интересов соответствует современной ситуации и в дальнейшем может быть скорректирован.

К сферам обеспечения (составляющим) национальной безопасности относятся: внутриполитическая, экономическая, социальная, духовная, международная, информационная, военная и военно-экономическая, оборонно-промышленная, экологическая, антитеррористическая, природно-техногенная. Советом безопасности РФ предложены основные критерии по каждой из названных составляющих национальной безопасности.

Важнейшим аспектом национальной безопасности является региональный ее аспект — региональная безопасность, которая включает большую часть из перечисленных выше сфер обеспечения (составляющих) национальной безопасности в региональном разрезе. Безопасность регионов обеспечивает национальную безопасность страны. Одной из комплексных работ по анализу проблем региональной безопасности является книга «Региональные проблемы безопасности. Красноярский край», изданная в 2001г. в серии «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты» [4].

По единодушному мнению прогнозистов, в настоящее время одной из главных тенденций мировой экономики является возрастающее значение интеллектуальных ресурсов, формирование глобальной экономики, базирующейся на знаниях. Опыт последних десятилетий подтверждает, что место лидеров в социально-экономическом развитии уверенно занимают страны и регионы, имеющие наиболее высокий уровень науки и образования. Роль науки в обеспечении безопасности страны и отдельных территорий переоценить трудно. Именно наука призвана дать объективный анализ состояния природных, социальных, технических и других систем, определить возможные варианты их развития, в том числе с достижением опасных для существования этих систем параметров, а также решать конкретные задачи их безопасного развития, ликвидации последствий разрушения систем и многие другие.

Особенностью научных исследований, особенно если речь идет о фундаментальной науке, является неизбежный разрыв в за-

тратах *и* результатах от создания и использования нового знания. Результат проявляется не сразу, а по мере соответствующих возникновения. потребностей в использовании этого знания, но эффект от нового знания обычно многократно перекрывает затраты на его создание [5].

Потенциал институтов Иркутского научного центра (ИНЦ) СО РАН, включающий исследования в геологии, сейсмологии, геохимии, химии, физике, математике, энергетике, биологии, биохимии, географии, лимнологии, информатике и других областях науки, может быть использован при комплексном анализе и решении практических вопросов региональной безопасности Иркутской области применительно ко многим ее составляющим [6] .

Одной из важных составляющих экономической безопасности является энергетическая безопасность. Несмотря на высокий уровень обеспеченности Иркутской области топливно-энергетическими ресурсами, некоторые вопросы обеспечения энергетической безопасности области имеют место. Среди таких вопросов доступность топливно-энергетических ресурсов по ценам, низкий уровень эффективности их использования в некоторых сферах, высокий уровень физического износа основных фондов, особенно в системах теплоснабжения, и ряд других. Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН разрабатывает методологию и компьютерные средства анализа и систематически исследует проблемы энергетической безопасности на различных уровнях -региональном, государственном, межгосударственном [7].

Другой важной сферой экономической безопасности является продовольственная безопасность, связанная с проблемами обеспечения продовольствием населения. Для Иркутской области с ее суровым климатом, малой долей сельского населения вопросы продовольственной безопасности являются, безусловно, актуальными. Сибирский институт физиологии и биохимии растений (СИФИБР) СО РАН ведет фундаментальные исследования по ряду направлений, результаты которых способствуют обеспечению продовольственной безопасности области. К таким научным направлениям относятся клеточная биология и биоинженерия, исследования устойчивости растений к стрессам и ряд других. Совместно с Институтом цитологии и генетики СО РАН созданы новые сорта озимой пшеницы: «Заларинка» и «Иркутская озимая», отличающиеся повышенной зимостойкостью, высокой урожайностью и прекрасными хлебопекарными качествами. В последние годы в институте разработаны технологии выращивания овощей в новых для Восточной Сибири сооружениях - пленочных тоннелях и теплицах. Предложены новые направления селекции сортов яблони с повышенным уровнем зимостойкости и морозостойкости.

Байкальский регион - один из самых богатых природными ресурсами регионов среди субъектов РФ. Здесь давно функционирует мощный производственный комплекс, а в последние годы эта территория попала в зону интересов большого нефтегазового бизнеса: активно разрабатываются месторождения углеводородов, проектируются и строятся новые нефте-, газопроводы. Как следствие, вопросы экологической безопасности являются доминирующими в общей проблеме безопасности региона. В Иркутском научном центре, созданном изначально с целью эффективного использования богатейших ресурсов Сибири, широко представлены исследования природных ресурсов региона, а также экологическое направление научных исследований и инновационных разработок [6,8]. Практически все институты научного центра ведут исследования, связанные с различными направлениями экологической безопасности, занимаются решением практических задач природно-техногенной безопасности Прибайкалья.

Институт географии им. В.Б. Сочавы (ИГ) СО РАН выполнил работу по экологическому зонированию Байкальской природной территории и водоохранному проектированию побережья озера Байкал. Впервые Институтом сделано точное географическое описание границ Участка всемирного природного наследия «Озеро Байкал», для которого действуют особые нормы охраны и использования природных ресурсов.

СИФИБР СО РАН ведет многолетние исследования по экологической безопасности обширных регионов Сибири. Изучается пространственно-временная динамика наземных экосистем, процессы и явления, определяющие их современное состояние, прогноз вероятных векторов развития; функционирование и устойчивость агроэкосистем на разных

типах почв лесостепи Средней Сибири. Особое внимание уделяется крупномасштабным техногенным повреждениям лесов. Проблема техногенного загрязнения природной среды и, как следствие, повреждения лесных экосистем в Восточной Сибири в последние годы приобрела в исследованиях института новое звучание в связи с «парниковым эффектом».

Институтом геохимии им. А.П. Виноградова (ИГХ) СО РАН разработаны теоретические аспекты и различные методы анализа химического и изотопного состава горных пород, минералов, руд, почв, донных осадков, вод, металлов, сплавов, биоматериалов и продуктов загрязнения воздуха. Аналитическая база института используется в рамках мониторинга химического состава воды истока р. Ангары, для анализа экологического состояния Братского водохранилища и решения многих других задач. Успешно реализуется разработка эффективной технологии производства «солнечного кремния».

Уникальным природным ресурсом Иркутской области является вода, прежде всего озера Байкал, комплексные исследования которого проводит Лимнологический институт (ЛИН) СО РАН. Ведется постоянный мониторинг состава байкальской воды на всех глубинах и в различных котловинах озера. Экологическую направленность имеют и инновационные разработки ЛИН СО- РАН: экологически безопасный способ прокладки подводного электрокабеля, способ тушения площадного пожара на лигнинохранилище, новые методики комплексного анализа ультрапресных вод и другие.

В Институте солнечно-земной физики СО РАН выполнен проект по созданию и поддержке общедоступной гипертекстовой информационной системы «Байкальский регион - взгляд из космоса». Эта система представляет, данные о пространственно - временном распределении основных параметров состояния окружающей среды Байкальского региона и озера Байкал, полученных в результате обработки спутниковой информации.

Следует отметить исследования Института земной коры (ИЗК) СО РАН по сейсмобезопасности зданий и сооружений, а также разработку средств по анализу надежности и безопасности энергетической инфраструктуры (трубопроводных и электрических сетей) ИСЭМ СО РАН.

Ярким примером роли науки в решении масштабных проблем экологической безопасности стал перенос трассы нефтепровода «Восточная Сибирь - Тихий океан» за границы водосборного бассейна озера Байкал. Комплексное научное обоснование (высокий уровень сеймичности, селеопасность, активные разломы земной коры, характеристика ландшафта, расчеты экономической эффективности переноса трассы и приближения ее к крупным месторождениям нефти и газа на севере Иркутской области и юге Якутии), выполненное совместно многими институтами СО РАН, легло в основу правительственного решения о переносе трассы. Этот пример иллюстрирует и временную «распределенность» эффекта научных знаний: для решения возникшей проблемы практического использования природных ресурсов региона были использованы результаты многолетних фундаментальных исследований.

Комплексный анализ экономической и социальной безопасности Иркутской области может быть выполнен Отделом региональных экономических и социальных проблем (ОРЭиСП) при Президиуме ИНЦ СО РАН при участии ИСЭМ СО РАН и других институтов.

Среди критериев социальной безопасности региона важное место занимает качество здоровья населения. Существенный вклад в повышение индикаторов качества здоровья населения может внести Иркутский институт химии (ИрИХ) им. А.Е.Фаворского СО РАН, синтезировавший целый ряд веществ медицинского назначения (мивал, кобазол, анавидин, феракрил, трекрезан, перхлозон, мелоксикам, сибусол, диквертин, полифепан и др.), многие из которых выпускается промышленностью. Создан уникальный, единственный в мире, антидот угарного газа - ацизол. Препарат практически стопроцентно спасает жизнь людям при отравлении окисью углерода. Ацизол - один из пяти разработанных в нашей стране препаратов, запущенных в производство в последние годы. В настоящее время им оснащаются команды МЧС, пожарных, постовые службы, шахтеры.

Важными критериями информационной безопасности являются уровень развития информационных технологий и уровень безопасности в информационной сфере. Институт динамики систем и теории управления (ИДСТУ) СО РАН имеет существенные фундаментальные результаты в области современ-

ных информационных технологий, а также опыт практических разработок для Иркутской области, и может активно содействовать обеспечению информационной безопасности Иркутской области.

В сферах обеспечения социальной (медицина), экологической и информационной безопасности Иркутской области могут найти применение различные разработки Иркутского филиала Института лазерной физики (ИФ ИЛФ) СО РАН.

Таким образом, институты ИНЦ СО РАН имеют существенные теоретические и методические заделы для выполнения исследований по многим направлениям обеспечения региональной безопасности Иркутской области, причем целый ряд разработок доведен до практического использования.

Перспективы развития Сибири, во многом, связаны с развитием транспортной инфраструктуры (идея создания Евроазиатского моста), включая глобальную проблему активного использования Северного морского пути, модернизацию существующих и создание новых магистралей: авиационных, железнодорожных, автомобильных, волоконных, трубопроводных и т.д. Эта задача предполагает активное освоение северных территорий нашего региона. Академическая наука видит свою задачу в создании необходимого задела новых знаний для успешного социально-экономического развития Иркутской области в ближайшие десятилетия.

С учетом этого представляется целесообразным при поддержке Администрации Иркутской области и при участии институтов ИНЦ СО РАН, институтов Восточно-Сибирского научного центра Российской академии медицинских наук, ВУЗов выполнить комплексную , работу «Проблемы региональной безопасности Иркутской области», завершив ее. изданием соответствующей монографии в серии «Безопасность России». Иркутский научный центр СО РАН готов взять на себя координирующую роль в таком комплексном исследовании.

Ориентировочно структура такой работы - монографии может быть следующей.

1.Иркутская область как объект региональной безопасности.

1.1.1.Характеристика Иркутской области.

1.2.Состояние региональной безопасности Иркутской области.

1.3.1.Органы и механизмы управления безопасностью Иркутской области.

2.Составляющие региональной безопасности Иркутской области.

2.1.2.Ресурсная безопасность.

2.2.Экономическая безопасность.

2.3.Энергетическая безопасность.

2.4.Экологическая безопасность.

2.5.Сейсмическая безопасность.

2.6.Техногенная безопасность.

2.7.Продовольственная безопасность

2.8.Социальная безопасность.

2.9.Информационная безопасность.

3.Мониторинг, анализ и прогнозирование региональной безопасности Иркутской области.

3.1.Мониторинг региональной безопасности.

3.2.Информационные системы для обеспечения региональной безопасности.

3.3.Кадровое обеспечение региональной безопасности.

3.4.Средства и мероприятия для обеспечения региональной, безопасности.

3.5.Правовые и экономические механизмы обеспечения региональной безопасности.

3.6.Основные направления повышения региональной безопасности Иркутской области.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Федеральный закон «О безопасности» от 05.03.92 № 2446-1 (в ред. Закона РФ от 25.12.92 № 4235-1, Указ Президента РФ от 24.12.93 № 2288)// Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Основополагающие государственные документы. Часть 2.-М.: МГФ «Знание», 1998. - С. 117-127.
2. Концепция национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 10.01.00 № 24 / Собрание законодательства РФ. - 2000. - № 2. - С. 170-193.
3. Энергетическая безопасность. Термины и определения / Отв.ред. Н.И. Воропай. - М.: ИАЦ «Энергия», 2005. - 60 с.
4. Региональные проблемы безопасности; Красноярский край. - М.: МГФ «Знание», 2001. - 576 с. - (В серии: Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты).

5. Львов Д.С. Россия: рамки реальности и контуры будущего. М.: Институт экономических стратегий, 2007. — 120с.
6. Академическая наука в Восточной Сибири (К 50-летию Иркутского научного центра СО РАН / Г.А.Жеребцов, Н.А.Логачев, В.В.Воробьев и др. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. - 384 с.
7. Энергетическая безопасность России / В.В. Бушуев, Н.И. Воропай, А.М. Мастепанов, Ю.К.Шафраник и др. - Новосибирск: Наука, 1998. -. 302с.
8. Инновационные проекты Иркутского научного центра СО РАН (второе издание, исправленное и дополненное) /Отв. ред. Е.Ф.Мартынович, А.Н.Кузнецова. - Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, 2006. -111с.

Хоменко А.П., Богатов М.Ю. УДК 656.2:338.47; 656.2:658

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В КОНЦЕПЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

Роль и место России в развитии мировой экономической системы, хотя и имеют ориентацию на сырьевой вариант взаимодействия, не являются конечной моделью социально-экономических отношений. В них отсутствует элементы стратегического плана, вселяющие весомые надежды на реализацию более сбалансированной политики нашего вхождения в мировое сообщество. Перспектива участия в качестве евразийского моста, связующего транспортного коридора может стать для России достаточно вдохновляющим фактором оживления своих позиций в мировой экономике. Вопрос заключается в том, чтобы выйти на необходимый уровень сотрудничества в подходящее время, которые уже, судя по всему наступило.

I. Создание международных транзитных транспортных коридоров - идея, конечно, не новая. В разной форме и разной степени увлечённости, многое обсуждалось ещё в начале века и у нас и за рубежом. Ускорение пришло в начале 90-ых годов и проявилось в консолидации усилий по созданию определённой международной платформы для сотрудничества стран Европы и Азии, конкретизации представлений о структуре глобальной транспортной системы. Россия не осталась в стороне, и по-прежнему, представляет интерес для своих настоящих и будущих партнёров, однако создание международных транспортных коридоров (МТК) является сложнейшим процессом геополитических, социальных, экономических инноваций и преобразований, пройти через которые для российского общества, в силу ряда причин, не так просто. В условиях перестройки для Российского общества существенное значение приобретает выбор такого сценария развития, который обеспечил бы, как динамичность данного процесса, так и его социо-экономическую ориентацию на основе достижения баланса между ускорением социальной эволюции и устойчивостью национального сообщества в условиях глобальных изменений.

Серьёзные проблемы связаны с Сибирью, по которой пролегает Транссибирская магистраль, и на которую возлагается не только вывоз доминирующих пока в перевозках сырьевых ресурсов, но и обеспечение международного транзита. Специфика развития Сибири во многом зависит от того, станет ли МТК фактором оживления экономики регионов, изменения инвестиционного климата в направлении обеспечения условий создания и становления обрабатывающих производств,

без которых вряд ли удастся решить проблемы оттока работоспособного населения, обеспечения безопасности функционирования транспортных коридоров. Реализация поднятых проблем требует учёта многих факторов комплексного восприятия и оценки вариантов возможного развития, что предполагает внимание к технологиям социального моделирования и конструирования, как основы в "укреплении институциональных процессов, обеспечивающих согласованные взаимодействия объектов в определении условий социального партнёрства, эффективного совместного предпринимательства, конкурентоспособности на мировом рынке транспортных услуг.

Эвристическую ценность представляет научный поиск такой формы интеграции процессов и выбора направлений в их институализации, который обеспечил бы максимальное использование ресурсов социальной самоорганизации и управления. Социально-экономические технологии развития общества, определяющего себя в системе международной интеграции, в которой огромное значение придаётся выполнению им роли связующего и транспортосопрягающего звена, имеют комплексный характер и допускают возможность социального прогнозирования, как направления рациональной ориентации в институализации процессов, обеспечивающих единство и неразрывность развития социально-экономического пространства, предполагают их большое влияние на динамичность и устойчивость развития макробществ.

Для современного общества характерны системные изменения социально-экономического пространстве. Глобализация социально-общественных связей, международная экономическая интеграция проявляются в создании мегасоциальных структур, к которым можно отнести международные транзитные транспортные системы.

Они создают опорную транспортную сеть, обеспечивающую сбалансированный оборот сырьевых ресурсов, технологий товарных потоков, МТК становятся фактором активизации экономического развития России, Сибири и Дальнего Востока. Однако, их создание происходит в обстановке социальной напряжённости, что связано с возникающими геополитическими проблемами, условиями международной конкуренции, необходимостью обеспечения качества и безопасности перевозочных процессов на уровне требований международных стандартов. И, наконец, международные транспортные коридоры даже в частных формах проявления - международные транзитные транспортные коридоры (МТТК) должны быть выгодны России, и в этом плане, для осмысления основой может стать история Транссиба. Превращение МТТК в пояс активного экономического развития связано с решением ряда политических, социальных, экономических и организационно-технических проблем, учётом факторов правового характера, человеческих отношений, подготовки пространства к эффективному международному сотрудничеству, социальному партнёрству, совместному предпринимательству. Другими словами, превращение МТТК в эффективный социально-экономический механизм требует предварительных разработок социальных моделей и социального конструирования, изучения различных сторон его деятельности как основы институализации, обеспечивающей его эффективность .

Особенность авторской позиции заключается в комплексном исследовании, в котором рассмотрены геополитические, социально-экономические, социологические составляющие процесса формирования и развития МТТК в условиях Сибирского региона и Дальнего Востока. Автором отмечено, что:

1.развитие транспортных систем, в том числе в форме международных транзитных транспортных коридоров, является следствием развития социально-экономического пространства, вызванных процессами глобализации и интеграции международных экономических отношений;

2.развитие транспортных систем сопровождается созданием сложных социальных структур и процессами институализации;

3.новые формы организации транспортных систем имеют ряд особенностей, проявляющихся в специфике человеческого фактора, формирующегося в условиях тяготения к корпоративной культуре и технологиям рыночных отношений;

4.проблемы кадрового обеспечения развивающихся транспортных систем требуют упреждающих инициатив, внимания поддер-

жки со стороны государства и инновационных подходов, учёта специфичных аспектов ментальной природы личности;

5.в создании и развитии транспортных систем проявляются свойства самоорганизации и адаптации к изменениям социально-экономических условий.

Последнее десятилетие вошло в историю как период непрерывного экономического роста. Он характеризуется глобализацией финансовых рынков, усилением взаимосвязанности национальных экономик, развитием региональных интеграционных процессов и тем, что в валовом продукте, как развитых в промышленном отношении, так и развивающихся стран, определился рост удельного веса сферы услуг. Большое значение стали играть вопросы социальной сферы, образования, здравоохранения. Однако отметим и то обстоятельство, что с ростом объёмов товаропотоков, всё большую роль начинают играть транспортные системы, как системообразующий фактор существования единого экономического, социального и политического пространства.

Важной особенностью мировой экономики стало оживление инвестиционной деятельности в её избирательной направленности, которая определяется ориентацией на рынок услуг, в том числе транспортных. Таким образом, изменение социально-экономического пространства на мировом уровне и для России, в частности, в её интеграционных инициативах, определяют формирование транспортной инфраструктуры как направление системообразующее. В месте с тем, само понятие интеграции экономического и социального пространства в среде социологии, его осмысление, находится в стадии формирования.

Создание международных транспортных систем можно рассматривать как формы развития, трансформации социального пространства, в котором развивается Россия, решая как внутренние, так и внешнеполитические проблемы. Такие крупные проявления в изменении социального пространства вполне соотносятся с созданием наукоградов, международных союзов. Понятие социального пространства расширяется, приобретая черты социально-экономического. Сущность определения категории социально-экономического пространства в том, что необходимо принимать во внимание конкретные обстоятельства, связанные с геополитическими и социально-экономическими, экологическими пространство и другими процессами.

Из опубликованных в последнее время походов и концепций, в которых рассматриваются классификационные признаки, можно увидеть, что социально-экономическое пространство изменяется, приобретает свойства «быть конструируемым», что предлагает возможности прогнозов развития социальных процессов.

II. Создание и развитие транспортных систем является свидетельством глубоких качественных изменений социально-экономического пространства. Отражая в своих формах проявления происходящие глубинные процессы разделения и кооперации в мировой экономической системе, транспортные системы являются не только средствами реализации стратегических целей, но и носителем информации, позволяющей определить не только истоки формирования геополитических целей. Появляется возможность «вычислять» направления, последовательность и формы политических, социальных и экономических действий, делать вполне реалистичные прогнозы в геополитических аспектах развития социального пространства.

Транспортная «компонента» в развитие современного социально-экономического пространства, с одной стороны, можно рассматривать достаточно автономным (точнее самодостаточным) явлением, для которого хорошо различимы организационно-технические системообразующие признаки. С другой стороны, нельзя не отметить и того обстоятельства, что уровень и степень изменения социально-экономического пространства формируют некую среду развития социальных процессов. Можно вполне определено говорить о социальных сдвигах и отражении их в организационной и правовой культуре или точнее об организационной культуре как интеграционным факторе управленческой деятельности. Результатом этого является институализация процессов в рамках систем современной международной деятельности, изменения, развитие социально-экономического пространства. Материальные формы, в которых реализуются основные факторы создания

новой системы отношений, трансформируются в требования модернизации, реконструкции, развития сложившихся и существующих социальных процессов и институтов. В этом плане показательным является ретроспективное восприятие реформ образовательной системы современного общества. Образование с его проблемами, стратегией и тактикой адаптации к изменениям общества, приведение аппарата воспроизводства кадров в соответствие с потребностями общества, может рассматриваться как убедительное доказательство изменений социально-экономического пространства, и как инструмент определения направлений развития общества.

Естественно, что более «чувствительная» и гибкая система, имеющая возможность упреждения в формировании человеческого капитала, как основной ценности, развивающегося общества, будет иметь преимущества в конкуренции за лидерство, выживание, прибыли .

Изменения социально-экономического пространства, интеграционные процессы требуют создания системы, обеспечивающей экономические связи между странами мира, то есть, международной системы товародвижения и транспорт становятся важным фактором её эффективного функционирования и развития. В Европе интеграционные процессы привели к образованию нового типа международных производственно-экономических связей. Формирование внутреннего рынка Европы, международная специализация, разделение и кооперирование труда привели к разработке новой «национальной» транспортной политики. Её основной задачей является формирование транспортной системы представляющей возможность наилучшего выбора варианта сети с унифицированными и конкуренцией в «цивилизованной форме».

В современных условиях транспортные коридоры рассматриваются не только с позиций интеграции России в международную экономическую транспортную систему, а, прежде всего, как важнейший элемент формирующейся мировой логистической системы. Обобщение мировой и отечественной практики функционирования транспортных коридоров позволяет проследить взаимосвязь в системе экономической интеграции -международная система товародвижения - мировая Логистическая система - единое транспортное пространство - интермодальные коридоры - конкуренция. Проблемы становления транспортных коридоров предполагает разработку организационно-экономических, коммерческо-правовых, управленческих, технических и технологических основ их функционирования с целью обеспечения конкурентоспособности их на международном рынке транспортных услуг [5]. Анализ показывает, что пока отсутствует единый методический подход к проблеме становления и функционирования транспортных коридоров, а продвижение наметилось в отдельных направлениях и оно стимулируется опережающим развитием транспортных коридоров в Европе. Транспорт обслуживает практически все виды международных экономических отношений. По своей сути транспортные операции начинают и завершают процесс реализации внешнеторговой сделки, затраты на транспортировку продукции непосредственно учитываются и включаются в цену товара или проявляются в ней косвенным образом. В процессе международной торговой деятельности контрагенты, продавцы и покупатели товаров, посредники, транспортные компании, таможенные, санитарно-ветеринарные службы вступают в сложные отношения, как участники логистической системы. Механизм последних складывается под воздействием политических и экономических факторов, коммерческо-правовых международных и национальных форм, актов, обычаев, конъюнктуры товарных и транспортных рынков.

Группа экспертов ООН приняла следующее определение международного транспортного коридора: «Это часть национальной или международной транспортной системы, которая обеспечивает значительные международные грузовые и пассажирские перевозки между отдельными географическими районами, включает в себя подвижной состав и стационарные устройства всех видов транспорта, работающие на данном направлении, а также совокупность технологических, организационных и правовых условий осуществления этих перевозок». Инфраструктурными составляющими логистической системы являются распределительные центры, мультимодальные терминальные комплексы во взаимодействии с мультимодальной (интермодаль-

ной) транспортной сетью, увязанных в единый комплекс (систему), работающие по единым стандартам, нормам и правилам на конечный результат по технологиям «от двери к двери» и «точно в срок». Состояние логистической системы во всём мире служит критерием развития рынка и инвестиционной привлекательности той или иной территории.

Понятие международного транспортного коридора можно считать более общим, чем международный транзитный транспортный коридор в силу доминирования специфических функций. Примером форм МТТК может в настоящее время рассматриваться Транссибирская железнодорожная магистраль.

III. Экономическая интеграция находится в сложной взаимосвязи с изменениями в транспортной инфраструктуре и перевозках, выражающимися в перераспределении последних между различными видами транспорта, в возрастании роли международных сообщений, в структуре и дальности перевозок по родам грузов. Усиливается противоречивость некоторых тенденций развития отрасли: ускорение процесса доставки и снижение скоростей движения транспортных средств; формирование мощных полимагистралей, транспортных коридоров и распределение грузопотоков, адресность поставок, фидерное сообщение.

В Европе интеграционные процессы способствовали образованию нового типа международных производственно-экологических связей. Формирование внутреннего рынка Европы потребовало разработки наднациональной транспортной политики, основной задачей которой является формирование единого транспортного пространства. Концепция создания общеевропейской системы товародвижения основывается на интермодальном подходе, важным элементом которого являются международные транспортные коридоры. Становление и функционирование транспортных коридоров предполагает создание системы организационного, экономического, коммерческо-правового, технического и технологического обеспечения.

Обобщение отечественного и зарубежного опыта функционирования транспортных коридоров показало, что:

-транспортные коридоры следует рассматривать не только с позиции интеграции в мировую (европейскую) транспортную систему, а, прежде всего, как важнейший элемент мирового логистического пространства;

-их функционирование проходит в жесткой конкурентной борьбе. Об этом, в частности, свидетельствуют новые транспортные коридоры, проходящие и России и переключение на них отечественных и транзитных грузопотоков.

Эффективность работы транспортных коридоров связана не только с созданием современной инфраструктуры и ее совершенствованием. Приоритетным направлением следует признать формирование экономических организационных и коммерческо-правовых основ, позволяющих выявить и реализовывать их конкурентные преимущества на мировом рынке транспортных услуг.

Ужесточение конкуренции на рынке транспортных услуг особенно актуальным делает вопрос о конкурентоспособных стратегиях развития, как всей транспортной системы, так и фирм, функционирующих в отдельных сегментах рынка. Недостаточная освещённость рассматриваемой проблемы для условий транспортной отрасли обуславливает необходимость разработки теоретических и методологических основ, методических положений по диагностике рыночной среды, определению приемов и методов анализа деятельности конкурентов, формированию стратегий развития транспортных фирм.

При определении положения, обосновании формирования и развития транспортных коридоров в Азиатской России, как показывает исследование, как правило, руководствуются следующими соображениями:

-мировыми меж- и внутриконтинентальными связями-маршрутами;

-размещением месторождений природных ресурсов, востребованных (сейчас и в будущем) на мировом и отечественном рынках;

-природными и транспортно-географическими условиями хозяйственного их освоения, вывоза и глубокой переработки;

-направленностью межрегиональных и региональных транспортных потоков, удовлетворяющих потребности хозяйственного

взаимодействия различных регионов и крупных хозяйствующих субъектов;

-определившейся опорной сетью железных (и автомобильных) дорог;

-положением трансконтинентальных евразийских транспортных коридоров.

С распадом СССР ухудшилось геополитическое положение России одновременно возрастают роль Азиатской России и необходимость усиления и развития транспортных коммуникаций - сухопутных, морских и воздушных. Первоочередной проблемой становится, как было показано в предыдущих главах, реконструкция Транссиба, решение которой, может оказать однообразное воздействие на общественно-экономическую жизнь страны, найдет позитивное отражение в решении комплекса социальных, политических и геополитических, оборонных и экономических задач.

IV. Геополитические аспекты взаимодействия России и Китая в Сибири и на Дальнем Востоке имеют для страны большое значение. Отметим, что при всей нацеленности нашего научного потенциала на актуальные проблемы развития государства, вопросы безопасности ещё не стали объектом серьёзного внимания [1]. На фоне экономических преобразований России, которые в некотором плане, могут рассматриваться как впечатляющие, Китай предлагает, может быть и не очень популярные, но действенные шаги по реализации планов социально-экономического развития на 11 -ую пятилетку. Хотелось бы отметить ориентацию на рециркуляционную экономику, идеи новаторства, инноваций на основе заимствования, освоения и адаптации, что требует специальных вложений в систему образования, обучения и подготовки кадров. Особое место занимает в этих документах внимание к региональным проблемам, а они тесно связаны со стратегией развития транспортных систем. Считается во-первых, целесообразным усовершенствовать механизм региональной координации и взаимного дополнения, в том числе механизм рынка, сотрудничества, взаимной помощи и государственной поддержки. Во-вторых, большую роль играет статус региона. В соответствии с конкретными условиями в сфере населения, ресурсов, окружающей среды и с потенциальными возможностями развития необходимо определить политику оптимального, преимущественного ограниченного освоения либо ввести запрет на освоение. В-третьих, стимулировать здоровый процесс урбанизации. Следует активными и взвешенными мерами продвигать его вперед, придерживаясь принципов упорядоченного развития, экономического Использования земельных участков, комплексного развития и рационального размещения. Транссибирская магистраль, как никакой другой объект, социально-экономического внимания, заслуживает такого отношения. Возможно, что формы организационного воплощения таких намерений, через зоны свободного экономического развития (СЭЗ) могли бы на Транссибе стать одним из направлений инновационных подходов.

По результатам сравнительного анализа и обзора, изучения научных разработок, связанными с комплексными социальными, общественными и экономическими проблемами развития транспортной системы социально-экономической интеграции, можно отметить следующее.

1. Социально-экономическое пространство “России, впрочем, как и других стран, динамично изменяется, реализуя идеи глобализации через развитие глобальной международной транспортной системы в различных формах её проявления.

2.Международные транзитные транспортные коридоры (МТТК) являются активной формой международной экономической интеграции, использующей в завязке с развитыми железнодорожными коммуникациями различные виды транспорта, развиваются в направлении создания мировой системы логистических центров.

3.Развитие МТТК является устойчивым признаком активизации экономики, ориентированной на все доступные средства поддержки процессов эффективной работы, инвестиционной и инновационной деятельности. В частности, таким прорывным локальным направлением активизации региональной экономики могло бы стать создание и объединение на базе МТТК свободных экономических зон, в частности для Сибири и Дальнего Востока.

4. МТТК является сложным социальным механизмом, развитие которого предполагает использование подходов, социо-

логического конструирования и прогнозирования. В силу комплексности и многосторонности аспектов его функционирования, успешное развитее коридоров невозможно без процессов институализации и упреждающей подготовки и формирования заделов нормативно-правового, социально-экономического, организационно-технического,информационного и кадровой направленности.

5. Процессы институализации международного транспортного пространства носят комплексный характер и вовлекают в свою структуру не только существующие механизмы международного сотрудничества, но и вновь создающиеся, необходимость в которых определяется не только интересами мирового сообщества, но интересами отдельного государства. Россия, как это делают другие государства, должна ориентироваться на повышение качества жизни соотносить или вводить в соответствующие программы качество жизни, уровень благосостояния граждан, престиж страны с необходимой мерой обеспечения национальной, экономической безопасности
[6].

Формирование транспортного коридора в многоуровневой пространственно-экономической системе - это не просто оперирование на рынке (пусть даже глобальном), а функционирование, целостным блоком в системе со сложившимися зонами влияния и тенденциями развития. В этом плане достаточно логичным представляется рассмотрение транспортного коридора как составной части транспортной системы или транспортной инфраструктуры социально-экономического пространства. Использование такого подхода даёт возможность подчеркнуть тесную связь и взаимозависимость экономических, социальных аспектов (в том числе и политических), развитие реальных форм международной интеграции и экономического сотрудничества.

В современных условиях, когда создание МТК стало реальным явлением, понимание необходимости предусмотреть эффекты ускорения в развитии экономики регионов, не исчезло, а напротив, существует настоящая потребность рассмотреть возможные формы взаимодействия такой социальной структуры с регионами, через которые проходит Транссиб. Являются ли институциональная основа такового взаимодействия достаточной? - этот вопрос требует своего изучения.

Изучение опыта Китайской Народной Республики в развитии своей экономики совершенно определенно указывает на внимание правительства к развитию транспортных систем, их связи с инновациями в области экономики в форме свободных экономических зон (СЭЗ). В этом плане этот опыт мог бы быть перенесен па дороги Транссиба, на котором вполне возможным представляется создание системы свободных экономических зон как концентраторов активизации экономики в интересах регионов.

Важным для нас обстоятельством должно стать понимание возможности экономической активизации в регионах, через которые пройдут транспортные коридоры: рынки услуг, условия для подъёма промышленности (переработки сырья, сборочные производства). А это, в свою очередь, уже сейчас рождает проблему - недостаток профессиональных рабочих рук в Сибири. Возможно, что точки роста экономики будут связаны с созданием логистических центров, в которых концентрируются огромные материальные средства, энергетические и информационные потоки. Международный транспортный транзитный коридор, по-существу, в России с большей долей вероятности, будет представлен системой крупных узлов, связывающих железные дороги с сетью автомобильных дорог с приданием на первых стадиях развития таким центрам статуса (локальных) свободных экономических зон (СЭЗ). Такова, между прочем, и международная практика. Может быть было бы целесообразно от чрезмерной централизации страны перейти к выстраиванию горизонтальных связей на основе транспортных коммуникаций. Транссиб как форма международного коридора имеет, как бы, две стороны рассмотрения:

-в целом, на уровне транспортно-транзитной политики России;

-в частности, сибирские особенности - Восточно-Сибирская железная дорога и выход на Дальний Восток и Китай. Европейская часть России обладает большими возможностями для реализации идей МТК. Многое сделано, однако наши «державные» партнёры больший интерес проявляют к ресурсно-сырьевым

возможностям России. Не получится ли в такой ситуации, что Сибирь, так и останется «кладовой» для более развитых стран, за работу в которой Европейская часть России получит откупные. А ведь речь идёт о судьбе около 30 млн. людей, проживающих между Уралом и Тихим океаном. Политика России в Сибири и на Дальнем Востоке должна иметь свои достаточно ощутимые особенности. Отметим, что кое-что в этом направлении делается, напомним, например, работу круглых столов Байкальских экономических форумов по проблеме «Транспортной политики России в Сибири и на Дальнем Востоке» (Иркутск - 2000 - 2004 г.г.).

Развёртывание свободных экономических зон (СЭЗ) может стать важным элементом совершенствования хозяйственного механизма в России. Во всем мире СЭЗ -это инструмент и механизм государственной политики. С одной стороны, чаще всего, свободная экономическая зона представляет собой ограниченный участок территории страны, характеризующейся универсальностью своего географического положения и обладающий перед другими территориями рядом преимуществ, или льгот, которые позволяют выполнить специфические задачи. С другой стороны, СЭЗ - это не столько обособленная географическая территория, но, скорее, часть национального экономического пространства, где введена и применяется система льгот и стимулов, не используемых в других его частях. Транспортные коридоры в Сибири - могут стать катализаторами экономики.

Снижение темпов экономического развития Сибири, Дальнего Востока и Приморского края становятся причиной нарастания тенденций, которые могут привести к утрате экономических позиций России на восточно-азиатском рынке. Уже сейчас требуются существенные финансовые, экономические и политические усилия для сохранения нынешних позиций России в этом регионе. К числу важнейших факторов, угрожающих российским интересам региона, можно отнести:

-опасность использования России странами Северо-Восточной Азии (СВА) исключительно в качестве источника сырья и рынка для сбыта продукции технологического уровня;

-демографическое давление со стороны многомиллионного Китая и, прежде всего, его северо-восточных провинций;

-усиление экономического давления на Россию со стороны Китая, который уже сейчас достаточно успешно наращивает свою экономическую мощь и имеет возможность в ближайшее время, использовать финансовый потенциал Гонконга, Сингапура и Тайваня, стать экономическим центром Восточной Азии.

Оценивая направленность внешней политики КНР в СВА, можно наблюдать, что Китай не форсирует процессов экономической интеграции в отношениях с Россией. Хотя участвует заметным образом в изменении её социально-экономического пространства на Востоке. В развитие транспортной инфраструктуры Китай придерживается достаточно автономных позиций, в которых Транссиб и МТТК на его основе не могут не рассматриваться в качестве конкурента.

Отметим, в связи с этим, ряд положений.

·Прорывным локальным направлением активации региональной экономики могло бы стать создание и объединение на базе МТК свободных экономических зон, в частности, для Сибири и Дальнего Востока.

·Конфликты и сопротивление происходящим экономическим событиям, могут оказать негативное влияние, что может порождать активное воздействие в направлении «упреждения» возникающих проблем на смену прежним установкам на стабильность и устойчивость приходит ориентация на гибкость, маневренность и приспособляемость. Другими словами, взаимодействие МТК и региона является непрерывным процессом преобразования хозяйственных, социальных, политических, институциональных и других условий.

·Развитие мирового хозяйства последних лет показывает, что внешнеэкономическая деятельность из дополнительного и стимулирующего фактора всё более превращается в один из основных факторов экономического развития. Быстрыми темпами протекает процесс развития мировой торговли, интернационализации производства, капитала, науки и техники.

·Социальный аспект заключается, прежде всего в улучшении связи наших восточных районов страны с центром и между собой. Транспортная доступность составляет

один из показателей уровня комфортности жизни и привлекательности. Транспорт справедливо считают сильным фактором преодоления центробежных тенденций Сибирского Дальневосточных краев, областей и национальных образований, консолидации их в составе Российского государства, удовлетворения их социально-экономических и культурных интересов.

Решение задач экономического и социального развития страны, укрепления её целостности, национальной безопасности, нормального функционирования всего хозяйственного комплекса страны тесно связано с развитием транспортных коридоров, которые обеспечивают не только эффективность перевозочных процессов, но и участие России в Международном экономическом сообществе. Если иметь в виду Транссиб, то речь идёт об участии России в качестве полноправного члена в евразийской транспортной инфраструктуре, используя выгоды своего геополитического положения.

V. Современное состояние процесса формирования транспортного коридора как сложной социальной структуры, развитие которой связано с программой преобразования и реформирования транспортного коридора как сложной социальной структуры, развития которой связано с программой преобразования и реформирования железнодорожной отрасли. При реализации курса на интеграцию транспорта России в европейскую и евроазиатскую транспортные системы, предусматривающий включение ряда отечественных коммуникаций в МТТК, создание сети комбинированных перевозок, стыкующейся с аналогичными зарубежными сетями, достаточно серьёзно встаёт проблема совершенствования технологических, технических, организационно-правовых и коммерческо-правовых аспектов перевозочных процессов, подготовки кадров, способных работать в рыночных условиях. В связи с этим особое значение приобретают вопросы упреждения в процессах формирования социального пространства, особенно его части, которая связана с подготовкой, обучением кадров. Поскольку транспортная система является интегральной сервисной частью любого хозяйственного процесса, а также государственных и специальных мероприятий, то определение направлений транспортной политики (то есть сознательной институциональной деятельности, в том числе) является не прерогативой собственно транспортных организаций и ведомств, а определяется потребностями населения, государства и бизнеса (как клиентов транспортной системы). Серьёзные социальные проблемы, возникающие по мере материализации идей МТК, связаны с необходимостью организации повседневной работы представителей бизнеса разных стран, что не может не создавать специфичных трудностей, ведь нашими соседями являются очень не похожими друг на друга и на Россию, такие страны как Корея, Китай, Япония. Перед Россией, как никогда остро, встаёт проблема сохранения своих евроазиатских территорий. Можно не сомневаться, что геополитика Китая, ориентированная на расселение китайских общин по всему миру и использование в своих политических целях только китайцев не позволит России быть долго в числе их союзников. Для обеспечения своей национальной безопасности России ещё предстоит решить ряд социальных проблем, связанных с созданием соответствующих условий жизни для населения Сибири и увеличение его численности.

Мировое сообщество уже сегодня сталкивается с многими тенденциями, выходящими за рамки отдельного государства. Такие процессы наблюдаются в среде международных торгово-экономических отношений между странами Северо-Восточной Азии (СВА), отличающихся (в отношении России) темпами экономического роста, уровнем потенциальной покупательской способности, спецификой организации и функционирования экономических систем. Как показывает практика международной интеграции установление взаимных контактов, определение форм, сроков и границ в сотрудничестве, должно отражаться на соответствующую документальную основу. Это предполагает создание различных межправительственных структур (комиссий и комитетов) и формирование макро-уровневых приоритетов. В том числе необходимыми являются договоры и соглашения (на микро-уровне) между конкретными фирмами. Хотелось бы отметить, что большинство стран СВА и Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) входят в составы многочисленных

международных организаций, тогда как, Россия, владеющая огромным территориальным ресурсом, не является активным участником сообществ и находится в состояние «ожидания на дистанции». Целью формирования и развития МТК на территории России и Сибири, в частности, является обеспечение условий для повышения надёжности и эффективности внешнеторговых перевозок, привлечение отечественных и иностранных инвестиций на развитие транспортной инфраструктуры, создание условий для ускорения развития регионов, расположенных в зоне тяготения к трассам МТК, интеграции российского транспорта в европейские и мировые транспортные системы.

В этом плане хотелось бы отметить явное отставание развития реальной рыночной инфраструктуры от «виртуального рынка» - монетаристских и институциональных схем. Реальная рыночная экономика с гармоничным взаимодействием всех ресурсов, мощностей продукции и услуг невозможна без физической инфраструктуры товародвижения и грузораспределения (международно-унифицированных различных транспортных сетей, контейнеров и контрейлеров международного стандарта, перегрузочных и тароупаковочных мощностей, оптовых баз-складов и портов, электронных систем грузосопровождения, законодательной и нормативной базы по различным видам транспорта, налогово-тарифной, инвестиционной, таможенной политики и т.д.). Состояние этой инфраструктуры служит критерием рыночной развитости и инвестиционной привлекательности той или иной территории и страны в целом.

VI. Учитывая особенности переходного периода в формировании международной системы экономических связей при вхождении в евразийскую транспортную инфраструктуру и значимость, в этом плане, развития сибирской части МТТК, в частности ВСЖД, целесообразным становится упреждающее внимание к вопросам подготовки кадров, подготовки населения, возможных партнёров по соответствующему бизнесу из зарубежных стран, учитывая как опыт сотрудничества за последние годы, так и прогнозируемые трудности, основанные на социокультурных различиях партнёров. Возможным направлением таких усилий могла бы стать институализация образовательного пространства в форме создания зоны социально-экономической, нормативно-правовой, культурно-общественной адаптации, в которой могли бы быть реализованы образовательные технологии подготовки специалистов к международному сотрудничеству [3].

Как нам представляется, развитие железнодорожной системы Сибири и Восточно-Сибирской железной дороги, в частности, не должно сводится к созданию только «транзитного транспортного коридора». Сибири крайне необходим коридор технического, экономического и социального развития. Транспортный коридор неизбежно стимулирует соперничество в предоставлении услуг перевозок со стороны соседей: Монголии и Китая. К этому надо готовиться заранее, поэтому понимание возможностей возникновения соперничества, конкуренции требуют не лихорадочных шагов, а продуманных и системных позиций. В связи с этим имело бы смысл обратить внимание на ряд основных положений.

В первую очередь, возникают технические проблемы: обеспечение безопасности движения и перевозок, повышение средних скоростей движения, модернизация парка подвижного состава, развитие терминальных узлов и др.

Во-вторых — это проблемы социального плана, связанные с тем, что транспортные коридоры, по существу, превращаются в зону (если не «передовую») стыковки, взаимодействия, сотрудничества представителей различных стран. В этом насыщенном пространстве будут решаться вопросы перемещения, размещения и внедрения в нашу экономику крупных товарных и финансовых потоков. За этими потоками и технологиями их внедрения стоят представители стран, у которых проблема перенаселения питает инициативы внедрения и вживания в другие социально-экономические структуры. В этом плане весьма показательным является опыт, приобретаемый и Хабаровским краем и Приморьем.

И, наконец, третье. Малочисленность местного населения делает «коридор» мало восприимчивым для «освоения» или «переваривания», использования материальных потоков. При этом вполне реальной становится

угроза того, что население превратится в прислугу, а не в полноправных партнеров.

Для реализации рациональной политики нужны достаточно подготовленные и образованные специалисты, как в России, так и в тех странах, которые сотрудничают или будут вовлечены в сотрудничество с Россией. Человеческий потенциал, как показала практика современных внутренних и внешних для России социально-экономических отношений, становится решающим фактором развития экономики.

Учитывая перспективы развития Иркутской области в разрезах глобальной и региональной экономики, процессы интеграции в систему международных социально-экономических связей, нельзя не признать особую значимость воспитания и обучения молодежи региона взрослого населения, подготовки их к контактам расширяющегося сотрудничества стран. С другой стороны, настоятельной выступает и проблема встречного обучения, социально-культурной и нормативно-правовой адаптации представителей стран экономического и делового партнерства, то есть подготовка должна осуществляться с двух сторон. Иностранные предприниматели должны иметь возможность принять участие в образовательных проектах, которые позволили бы приблизить и сделать более общим понимание вопросов, связанных с организацией бизнеса, обеспечением перевозок грузов, таможенными операциями, безопасностью, взаимодействием со структурами исполнительной власти, правоохранительными органами.

К числу важнейших направлений наших усилий следует отнести проблемы формирования и развития человеческого капитала, создания стратегии научной и научно-технической интеграции, укрепления международно-правовых основ развития экономической интеграции, формирования менталитета сотрудничества. Байкальским экономическим Форумом к числу актуальных проблем были отнесены необходимость разработки новых функциональных задач и механизмов для гармонизации национальных экономических интересов. Так, например, в резолюциях БЭФ два года назад было отмечено, что: «Регионы Сибири и Дальнего Востока могут и должны стать опорными в развитии связи и сотрудничества со странами АТР. Необходимо организовать регулярный обмен информацией, углубление отраслевых долгосрочных контактов межгосударственного значения, совершенствование правового обеспечения, усиление роли межбанковской и страховой инфраструктуры с учетом мирового опыта». Там же приведено, что «начало постоянного присутствия России в регионе может быть положено углублением научно-технического взаимодействия научных и образовательных центров Сибири и Дальнего Востока». В рекомендациях Форума даже предлагается в образовательные программы ввести понятие «коммуникационная культура».

По существу, помимо формирования структур и институтов нормативно-правового взаимодействия, отработки технологии торгово-коммерческого, финансового сотрудничества, возникает проблема подготовки достаточно представительной группы носителей концепции сотрудничества предпринимателей, сотрудников различных организаций, директоров государственных и других структур — для конкретного взаимодействия. Последнее требует все же достаточного знания друг друга в плане конкретного понимания особенностей организации соответствующих видов профессиональной деятельности в России, учете ее региональных особенностей, традиций общения. С другой стороны, и наши соотечественники должны знать особенности менталитета, правовые основы и многое другое, что отражает национальные особенности партнеров.

С учетом выше приведенного и принимая во внимание выводы и рекомендации Байкальских экономических Форумов, опираясь на их принципиальную основу, можно было бы рассмотреть возможность реализации инициатив БЭФ в рамках межрегионального проекта «Создание зоны социально-культурной, нормативно-правовой и технической адаптации». Такой проект мог бы быть реализован усилиями нескольких вузов, расположенных вдоль железной дороги (Чита, Улан-Удэ, Иркутск) с ориентацией на формы подготовки и переподготовки в рамках дополнительного профессионального образования для тех представителей предпринимательских кругов, которые ориентируются с обеих сторон на сотрудничество [2,7,8].

Программа должна предусматривать обучение с поддержкой языкового обеспечения и подготовку по конкретным вопросам юриспруденции, финансам и кредиту, регионоведению и другим направлениям с выдачей государственных документов об уровне подготовки с учетом исходной образовательной базы обучающихся. В ходе обучения вузы могли бы обеспечить выполнение целого ряда дополнительных образовательных услуг, дать понимание условий жизни и работы в России, ей национальных особенностей.

VII. Учитывая организационную и технологическую сложность системы железнодорожного транспорта, трудно рассчитывать на то, что реформирование и вхождение в систему рыночных отношений пройдут быстро и безболезненно. Процесс адаптации займет, как нам представляется, достаточно длительное время. В поэтапной реализации реформ (а это самое разумное) решающим фактором становится кадровый ресурс, умение использовать деловые качества людей, их компетентность и квалификацию, мотивацию труда и их социальный настрой во имя общих целей. Нельзя не осознавать, что реформирование, как перестроечный процесс, сопряжен с многочисленными социально-психологическими издержками, производственно-этическими проблемами, появлением обстоятельств, в которых при росте производительности труда и экономических показателей будет происходить сокращение и численности персонала и расходов на социальную среду.

Отметим, что в основе экономических преобразований в стране в целом и структурного преобразования железнодорожной отрасли, в частности, лежит переход от традиционного «полуармейского» управления, имеющего своими основными целями высокие производственно-технологические показатели, к менеджменту рыночной организации, подчиняющему свои принципы, в первую очередь, финансово-экономическим приоритетам. Если сегодня коммерческая деятельность дороги сконцентрирована в основном в центрах фирменного транспортного обслуживания, то в ходе реформирования предпринимательские функции появятся у множества подразделений дороги. В условиях рыночной борьбы за клиента и доходы, а следовательно, за выживаемость предприятия у персонала этих подразделений должно появиться новое качество -стремление к инновационной деятельности, направленной на повышение эффективности и производительности труда. В таких условиях корпоративная культура вообще и система мотивации в частности, должны создавать благоприятную организационно-психологическую среду для осуществления перемен, подготавливая людей к работе в рыночных структурах [4].

Исследования показали, что при выборе специальностей молодёжь ориентируется, как бы в плане самоорентации, на выбор специальностей, которые отражают интерес к предпринимательству, бизнесу, коммерции: наибольшим спросом пользуются специальности: юриспруденция, финансы, и кредит, менеджмент, бухучёт и аудит, мировая экономика, что создаёт определённый социальный ресурс и возможности кадровой поддержки при создании МТТК [4].

В заключение можно отметить следующее

l.На основе социально-институционального подхода выделены методологические основания комплексного социологического анализа процесса формирования международного транспортного коридора как одного из направлений развития транспортной инфраструктуры в спектре изменений социально-экономического пространства мирового сообщества. Предложена теоретическая интерпретация понятийного аппарата МТК в соответствии с особенностями рассматриваемого объекта в привязке к условиям в сибирской части Транссиба, определены методические принципы, цели, задачи комплексного исследования процесса формирования МТК как социальной организации (мегаорганизации), определены социальные компоненты системы корпоративного управления и установления различных связей в пространстве МТК.

2.Доказана научная целесообразность на междисциплинарной основе и широкой теоретико-методологической базе социологического подхода к определению и изучению основных направлений институализации функции взаимодействия МТК с социально-экономической системой окружения, который даёт возможность рассматривать отдельные сто-

роны и проявления внешней и внутренней деятельности МТК в их социально- гносеологическом единстве, взаимообусловленности целей и задач развития, реальном взаимодействии в процессах социальной практики.

3.Создана теоретическая модель континуума задач создания транс-портного коридора, которая основана на типологизации ситуаций социологического, правового, организационно-технического обеспечения основной деятельности и направлений институализации.

4.Выявлена роль и место корпоративной культуры управления транспортным коридором как активного субъекта социальных взаимодействий в процессах обеспечения безопасности регионов прилегания, влияние коридора как социально-рефлекторного фактора на формирование целей всей социальной системы, а также на институализационную среду и структуру модели социального развития ситуации.

5.Оценка с использованием эмпирических и социальных процедур тенденции в развитии образовательного пространства региона, в котором предлагается создание и поэтапное развитие зоны социальной адаптации человеческого ресурса транспортного коридора для обеспечения устойчивости развития социально-экономических процессов.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Богатов М. Ю. Китай как возможный пользователь Транссибирского транзитного транспортного коридора // Транспортные проблемы Сибирского региона : сб. науч. тр. молодых учёных. - Иркутск : ИрГУПС, 2003. - С. 135-139.
2. Богатов М. Ю., Хоменко А. П. Концепция регионального проекта создания зоны социально-экономической, культурной и нормативно правовой адаптации транзитного транспортного коридора // Вестник. - Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. - С. 134-141.
3. Богатое М. Ю. Сотрудничество по подготовке кадров для эксплуатации железных дорог Россия-Китай-Корея // Международное сотрудничество вузов Азиатско-тихоокеанского региона и Европы : материалы международной конференции. - Иркутск : ИрГТУ, 2004. - С. 30-32.
4. Богатов М. Ю., Елисеев С. В., Краковская Т. А., Краковский Ю. М. Математические и программные средства для анализа свойств иерархированных систем : депонир. рукопись. - М. : ИНИОН РАН, 21.05.04. -№ 58702. - С. 30-58.
5. Богатов М. Ю. Транспортные коридоры. Современные проблемы развития // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием 19-21 мая 2005 г. - Красноярск, 2005. - Т. 2. - С. 620-626
6. Богатов М. Ю., Елисеев С. В. Институализация как фактор развития // Равновесные модели экономики и энергетики : труды Всероссийской конференции. - Иркутск ; Северобайкальск, 2005. - С. 359-364.
7. Богатов М. Ю. Транзитный транспортный коридор - фактор устойчивого развития экономики Сибири // Геополитические и социально-экономические проблемы создания международных транзитных транспортных коридоров: коллективная монография. По материалам БЭФ 3. - Иркутск : ИрГУПС, 2005. - Т. 2. - С. 389-395.
8. Богатов М. Ю., Хоменко А. П., Елисеев С. В. Международные транспортные коридоры. Современные представления // Геополитические и социально-экономические проблемы создания международных транзитных транспортных коридоров : коллективная монография. По материалам БЭФ 3. - Иркутск : ИрГУПС, 2005. - Т. 2. - С. 11-23.

Кноль В.А.

УДК 656.2.658

НООСФЕРНЫЙ ПРОМЫШЛЕННО-ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС (НПТК) - ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ СУДОХОДНОЙ КОМПАНИИ)

Развитие экономики районов, федеральных округов и страны в целом зависит от состояния транспортной системы, уровня организации управления на транспорте. Важнейшая ее задача состоит в обеспечении технологического процесса доставки товаров от производителей к потребителям и обслуживании населения перевозками с наименьшими затратами трудовых и материальных ресурсов.

В Томской области накоплен достаточно большой опыт работы по совершенствованию системы управления грузовыми перевозками.

В своей работе мы предусматриваем два уровня:

1.стратегическое руководство;

2.организация транспортного процесса.

Стратегическое руководство преследует цель координации усилий по материально-техническому снабжению и сбыту продукции, организации управления, увеличения товарных потоков и грузовых перевозок. Наиболее эффективно это достигается путем создания Ноосферного промышленно-транспортного комплекса.

Второй уровень управления осуществляется с помощью транспортно-логистического центра. Еще в середине 80-х годов на территории Западной Сибири был организован Томский транспортный комплекс - прообраз ноосфер-ных транспортных комплексов. Целью создания комплекса является ускорение доставки и снижение себестоимости доставки грузов. Согласованное управление и планирование работа транспорта и промышленности.

Вместе с тем, на современном этапе развития экономики возникла необходимость в реорганизации Томского ПТК в связи с изменением приоритетов и мотивации в работе промышленных и транспортных предприятий,входящих в состав этого комплекса. Стало понятно, что без изменения организационной формы и структуры, а также методов управления невозможно их согласовать и скоординировать свои действия по управлению транспортным комплексом.

В результате этих преобразований был создан «Сибирский центр логистики». Его деятельность направлена на решение задач организации движения материальных потоков при доставке грузов различными видами транспорта.

Организация целостной управляемой системы материальных потоков дает возможность осуществлять доставку грузов в едином процессе на всем полигоне следования грузов от поставщика до потребителя. Результатом деятельности центра является график движения потоков материальных ресурсов, сопряженный с рациональной системой обслуживания этого потока перевозными и перегрузочными средствами, а также средствами хранения грузов на складах пунктов отправления, перевалки и назначения грузопотоков и информационного сопровождения, протекающих во времени процессов.

Сибирский центр логистики имеет статус регионального, с учетом его работы на территории Новосибирской, Томской области, Ханты-Мансийского округа. В сфере обслуживания находится большинство предприятий, входящих в состав промышленно-транспортного комплекса. В центре собрана большая база данных по поставщикам и потребителям, идет активное сотрудничество с научными учреждениями по вопросам качества оставляемой продукции.

Такая целенаправленная работа позволяет полностью сертифицировать поставляе-

мую продукцию, значительно повысить уровень качества, рекомендовать некоторые виды продукции для производства работ, что благотворно сказалось на деятельности предприятий, входящих в состав промышленно-транспортного комплекса.

Разработана структура финансового обеспечения центра логистики. Это дает возможность накапливать определенные запасы товарно-материальных ценностей для оперативного решения народно-хозяйственных задач, досрочного северного и экспедиционного завоза грузов.

Опыт работы Сибирского центра логистики позволяет выстроить систему управления ноо-сферным промышленно - транспортным комплексом.

Система управления включает в себя совокупность звеньев, обеспечивающих согласованное управление НПТК: координационный совет, рабочие группы, комиссия по долгосрочному планированию.

Основной задачей координационного совета является эффективная организация перспективного и оперативного планирования с целью ускорения поставки грузов, улучшения использования транспортных средств, совершенствования организации перевозок, улучшения социального обслуживания населения.

Координационный совет через рабочие группы осуществляет систематическое ежедневное руководство своевременной и качественной доставкой грузов. На заседаниях координационного совета еженедельно решаются вопросы оперативного управления, согласовываются основные положения совместной работы предприятий комплекса на ближайший период, анализируются причины невыполнения планов -графиков и сбоев в системе непрерывного планирования доставки грузов, намечаются мероприятия по улучшению выявленных недостатков.

Координационный совет определяет основные направления совершенствования взаимосвязанного планирования, включая следующие вопросы:

-стимулирование повышения заинтересованности всех участников НПТК в общих конечных результатах;

-создание единой системы показателей планирования и учета, унификация плановой и отчетной документации, регламентация сроков представления информации с учетом рыночных условий и переходом на ноосферный путь устойчивого развития;

-совершенствование форм и методов управления;

-повышение роли государственного регулирования перспективного планирования.

Решением координационного совета создаются рабочие группы. В состав рабочих групп входят руководителю всех подразделений участвующих в работе НПТК. Основными задачами рабочих групп являются:

-непосредственная организация ежедневного взаимоувязанного планирования;

-совершенствование информационно - технического обеспечения непрерывного планирования;

-разработка основных положений по информационному обеспечению, подготовка нормативов и корректировка.

Для устойчивой системы управления НПТК предусматривается пятилетний план с разбивкой по годам. В плане увязываются номенклатура и направление грузов с возможностями складского хозяйства и погрузочно - разгрузочного оборудования. Для этого разрабатываются планы магистрального объема важнейших видов грузов, создаются схемы рациональных направлений перевозок.

Система непрерывного планирования доставки и поставки грузов направлена на решение следующих задач: позволяет взаимоувязать планы участников НПТК в годовом, квартальном, месячном и декадном разрезах по номенклатуре и по их базе составлять оперативные согласованные планы - графики: вводить и утверждать систему материальной ответственности; вводить систему единых показателей работы системных видов транспорта.

Технологическая увязка интересов деятельности НПТК в рамках отработанной организационной структуры системы управления позволяет решать коренные проблемы хозяйственного руководства региона, обеспечивает более полное сочетание отраслевых и территориальных интересов значительно улучшает координацию деятельности отраслевых и местных органов с целью повышения эффективности производства.

Черных А.Б.

УДК 378.02

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В настоящее время в условиях глобализации мировой хозяйственной системы не только возникают, но и стабильно развиваются особые экономические и политические процессы. Дискретные национальные экономические и политические системы, в процессе качественного изменения в сторону глобальной интеграции начинают приобретать определённую степень целостности. Сам процесс же становится более стабильным, в нём выделяются различные структуры, течения и законы. Россия в экономическом и политическом смысле активно стремится участвовать в указанных глобализационных процессах.

Сегодня многие российские предприятия успешно действуют на западных рынках, включая рынок капитала. Ещё большее количество национальных предприятий стремится выйти на мировой уровень конкурентоспособности, и практически перед всеми без исключения предприятиями России болезненно встал вопрос качества, конкуренции и возможности существовать и успешно выживать на рынке в качественно изменившемся мире глобальной экономики. Россия, председательствующая в этом году в "большой восьмерке", со своей стороны предложила энергетическую область национальной экономики, которую выдвинула на передний план повестки дня "группы восьми". Так же нельзя отрицать важность для развития России на глобальном рынке её национальной транспортной системы, без которой немыслимо само существование экономической системы и невозможно говорить о какой-либо степени конкурентоспособности российских предприятий, в том числе и в указанной энергетической области.

Реформирование железнодорожной отрасли России привело к серьезному пересмотру ее стратегических задач и привлекло внимание к организационно-управленческим аспектам деятельности, вопросам мотивации эффективной работы персонала. Решение проблем развития новых форм организационной культуры, адаптированных к реалиям социально-экономической, политической, социо-культурной жизни общества в целом и организационных структур в частности, становится ресурсом в современной управленческой политике на предприятиях железнодорожной отрасли. В современных условиях глобализации рынка, железнодорожный транспорт развивается как крупная корпорация с «сильной» (корпоративной) организационной культурой жесткого типа, имеющая традиции умения претворять в жизнь крупные программы и проекты, связанные с решением и технических, и социальных проблем, обеспечением безопасности перевозочных процессов, что требовало, да и сейчас требует, осознания коллективом любой ответственности перед обществом.

С точки зрения управления персоналом, контроль становится одной из форм принуждения, стимулом к труду. Существует мнение, что принуждение - «органическая» часть рыночного капиталистического хозяйства и соответственно неизбежно в отношениях эксплуатации труда капиталом. Возможности принуждения определяются объективными обстоятельствами, то есть наличием у работника базисных потребностей, от которых зависит само его существование. Однако принуждение не будет способствовать высокой трудовой отдаче. Понимание неэффективности прямого принуждения и обуславливает развитие новых подходов в менеджменте организаций, необходимым условием выживания которых в конкурентной среде является повышение трудоспособности работников и как следствие — повышение производительности труда. Необходим поиск новых эффективных моделей трудовой мотивации.

Меняются времена и появляется потребность в развитии иных методов и подходов, диктуемых обстоятельствами создания повой

системы рыночных отношений. Новая экономическая политика в отрасли оказания услуг, использовании высоких технологий проходит в обстановке приоритетов качества. По существу, речь идет о внедрении в повседневную жизнь новой идеологии, стиля работы, в котором качество, его критерии становятся обязательным атрибутам планирования, рассмотрения, достижения. Для развития и поддержания отрасли в конкурентноспособном состоянии требуется достаточно высокий уровень технического состояния и готовности промышленного производства [1].

Система рыночных отношений, на глобальном уровне ориентированная на соперничество, условия конкурентности, диктуют и новые требования к персоналу, от которого требуется постоянная готовность и участие в процессах противостояния, поиск новых решений, умение доводить дело до завершения, удовлетворения запросов клиента. Можно вполне отчетливо предполагать и отследить по соответствующим документам настоятельную потребность в постоянном обучении и самообучении персонала. Главная задача процесса обучения - привить персоналу предприятия психологические и социальные навыки такой работы.

Особенность современной ситуации автор видит в следующем: с одной стороны, корпоративные правила и производственные отношения требуют жёсткой исполнительской дисциплины, строгого соблюдения работником внутрикорпоративных правил, с другой стороны конкуренция на рынке, соперничество диктует необходимость постоянно повышать качество своих товаров и услуг, тем самым предъявляя к каждому сотруднику требования противоположного характера, связанные с демонстрацией инновационного потенциала, комбинационных способностей многовариантного видения решения проблемы. Указанное противоречие приводит к нарастанию социального напряжения, стрессу, что осложняет работу, ухудшает психологический климат внутри коллектива. Автор видит и перспективе подготовки специалистов два принципиальных направления, которые позволяют несколько разрешить сложившуюся ситуацию:

1. создание образовательных программ высшей школы, которые дают возможность человеку повышать адаптационные способности, ОСВОИТЬ технологии соперничества в цивилизованных формах,

2. создание технологий поддержания профессионального уровня, реализуемых в рамках послевузовского дополнительного образования (возможно даже в производственных условиях), что совершенно необходимо для создания атмосферы плодотворного сотрудничества, более глубокого усвоения форм цивилизованной конкуренции, а также поддержания стрессоустойчивости работников.

В настоящее время российская система образования строится на трёх основных постулатах:

- образование как передача новому поколению специалистов комплекса необходимых теоретических знаний,

- образование как, формирование в молодом специалисте определенного комплекса умений,

- образование как отработка определённых профессиональных навыков.

Наибольшее внимание в действующей, стандартной системе образования уделяется передаче теоретических знаний (в первую очередь с помощью лекционных курсов). Часть внимания направлена и на формирование комплекса умений (с помощью практических и лабораторных занятий). Закрепление навыков же оставлено на практики. Поэтому молодому специалисту приходится завершать своё образование уже на производстве, в среде профессионального коллектива. При этом он часто сталкивается с достаточно жёсткой внутренней конкуренцией на предприятии.

Изменяющиеся условия конкурентной рыночной среды, в которую выходит выпускник, не дают ему шанса на ошибку. Желательно, чтобы специалист был всесторонне вооружён, что и предполагает отработку навыков:

- в первую очередь бесконфликтного, успешного взаимодействия в конкурентной среде

- и уже потом комплекс профессиональных навыков, способных помочь ему с первых дней зарекомендовать себя как успешного практического специалиста.

Таким образом представляется целесообразным разрабатывать инновационные формы обучения, позволяющие формировать умения и отрабатывать навыки. Такие инновационные формы должны не разрушать, а поддерживать и дополнять имеющуюся систему под-

готовки специалиста. Одной из таких форм может стать тренинг как система отработки навыка, дополняющая лекционный курс (т.е. систему передачи теоретических знаний) и дополняющая курс лабораторно-практических занятий. Таким образом триада «знания-умения-навыки» становится рабочей системой, удобной для использования, а образовательная технология - полной [2].

Вузы отрасли, естественно, должны отреагировать, корректируя направления своих научных исследований и образовательных программ, вводить новые специальности и специализации по освоенным программам. В этом плане Иркутским государственным университетом путей сообщения многое уже сделано и многое делается. Железные дороги России и Сибири, в частности, становятся объектом пристального внимания со стороны общественности. Реформы в отрасли активизировали ее научно-технический потенциал. Большое внимание стало уделяться транспортной стратегии, как-комплексному подходу, предполагающему взаимную увязку деятельности всех видов транспорта.

Стратегия развития ИрГУПС тесно связана с созданием и реализацией транспортной системы России, в которой железные дороги играют особую роль. Полагаем, что транспортная компонента производительных сил региона займет доминирующее положение в программах экономического развития Сибири. Нужно ли упоминать о том, какое значение имеет железнодорожный транспорт для Восточной Сибири и какова значимость подготовки кадров. Мы живем в регионе, который активно приближает время, обозначенное в перспективах развития общества, как экономика, основанная на знаниях. Движущей силой этих процессов выступали и выступают широкое использование информационных технологий во всех технологических процессах отрасли. В этом отношении у университета наметилось хорошее взаимопонимание со структурами исполнительной власти, научно-исследовательскими институтами отрасли ИНЦ СО РАН и вузами региона.

Как высшее учебное заведение, имеющее статус университета, ИрГУПС ставит перед собой цель определить свое место и войти в мировое образовательное пространство. Приоритетными считаются научные направления, развивающиеся в русле важнейших проблем отрасли, а вместе с тем и на стыке различных наук, предполагающих интеграцию деятельности ученых и специалистов (динамика подвижного состава, техническая кибернетика и ее приложения, автоматика и телемеханика, экономия энергетических ресурсов, обеспечение безопасности перевозок). В 2004 году ИрГУПС стал членом международной Ассоциации президентов университетов Северо-Восточной Азии.

При традиционно высоком качестве подготовки в естественно научных дисциплинах (а это важнейшая компонента, отражающая фундаментальность образования) и инженерно-технических дисциплинах, ИрГУПС сделал серьезный шаг в опережающем развитии современных социально-экономических направлений, что позволяет в стенах вуза подготовить специалиста к современным реалиям бизнеса и предпринимательства, конкуренции и соперничеству, характерных для системы рыночных отношений, и видит в числе своих важнейших направлений деятельности проблемы формирования и развития человеческого капитала, создания стратегии научного и научно-технического сотрудничества, укрепления международных правовых основ экономической интеграции [3].

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте с комментариями// Составители и авторы комментариев: А.С. Мишарин, А.В. Шаронов, Б.М. Лапидус, П.К. Чичагов, Н.М. Бурносов, А.А. Мачерет. - М. : МЦФЭГ, 2001. - 240с.
2. Современные подходы к подготовке кадров в условиях глобализации и международного сотрудничества// Global Integration of Graduate Programmes GIGP2005. Материалы международной конференции Иркутск, 2005.-238 с.
3. Современные проблемы отрасли. Подготовка кадров, корпоративные аспекты// Геополитические и социально-экономические проблемы создания международных транзитных транспортных коридоров. Коллективная монография.: в 2т./ Под научной ред. Хоменко А.П., [и др]. - Иркутск, ИрГУПС. 2004. - Т.2. - 605с.

РАЗДЕЛ 1
МЕХАНИКА. ТРАНСПОРТ. МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 665.01

Белокобыльский С.В., Ситов И.С. Приведенные жесткости двумерных систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.6-10.

Рассматривается задача приведения балки на нескольких упругих опорах к расчетной схеме в виде системы с двумя упругими элементами, имеющими приведенную жесткость. Показано что условие приведения могут выполнятся при соблюдении определенных соотношений в виде суммы моментов упругих сил относительно центра тяжести.

Илл. -6. Библ. -2 наим.

УДК 656.001

Засядко А.А. Динамические взаимодействия элементов активных виброзащитных систем с сервомеханизмами // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.10-20.

Автором излагаются принципы построения активных виброзащитных систем как механических колебательных систем с дополнительными связями, в состав которых входят сервопривода. Предложены математические модели и структурные схемы активных виброзащитных систем на примере электрогидравлических механизмов. Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Илл. -6. Табл. -2. Библ. 9 наим.

УДК 665.01

Ермошенко Ю.В., Упырь Р.Ю. Особенности взаимодействий в системах четырехполюсников // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.21-27.

Авторами рассмотрено получение вторичных параметров механических колебательных систем, описываемых на основе использования представлений о механических четырехполюсников. Для конкретной механической системы получены характеристические сопротивления, коэффициент передачи механического четырехполюсника, коэффициент распространения и затухания.

Илл. -3. Библ. 3 наим.

УДК 621.06

Соболев В. И., Черниговская Т.М. Построение прямоугольного гармонического элемента для моделирования колебаний тонкой пластины // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.28-32.

Показаны возможности моделирования стационарных колебательных процессов в системах, включающих тонкие пластины, осуществляемые на основе использования элементов с распределенным характером инерционных элементов. Приведена методика формирования компонентов матриц уравнений.

Илл. -1. Библ. -8 наим.

УДК 621.311

Коптев А.В., Гозбенко В.Е. Навивная технология волоконно-оптических линий связи, перспективы применения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.32-36.

В статье исследуется проблема применения навивной технологии волоконно-оптических линий связи. Рассмотрены преимущества навивки волоконно-оптических линий связи и проведено их сравнение с другими способами, а так же описаны основные сферы применения навивной технологии и способы навивки на существующие инфраструктуры линий электропередач.

Илл. -4. Библ. -11 наим.

УДК 621.01(07)

Лонцих П.А., Борюшкина С.А., Чарный С.М. Вибродиагностика и металлографический анализ как элемент обеспечения качества // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.36-38.

Показано, что внедрение систем управления качеством, основанное на международном стандарте качества ИСО 9000:2000, предполагает расширение и усиление связей как с поставщиком, так и с потребителем. Последнее реализуется на приемочном контроле (входном и выходном). Металлографические исследования являются как входным видом контроля, пооперационным и, обязательно, контролем готовой конструкции.

Библ. -5 наим.

УДК 621.225.2

Кобзов Д.Ю., Плешивцева С.В., Жмуров В.В. Анализ конструкции и перспективы развития гидропривода возвратно-поступательного действия // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.39-44.

Показано, что создание надежных и работоспособных гидроцилиндров дорожно-строительных машин повышенного типоразмера, основные характеристики которых лежат за пределами старой количественно-качественной определенности, требуют разработки научных основ и практических рекомендаций, свойственных новому качеству с присущими только ему закономерностями и мерой.

Илл. -8. Библ. -14 наим.

УДК658.011

Колесник М.Н., Гозбенко В.Е. Алгоритм автоматизированного выбора подвижного состава // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.45-47.

Выбор подвижного состава — один из основных вопросов, который решается при обосновании транспортно-технологических схем перемещения грузов. Правильно выбранный подвижной состав должен обеспечивать минимум суммарных издержек на перемещение и хранение грузов по всей грузопроводящей цепи. При выборе автомобиля для конкретного вида перевозок возникает ряд вопросов: как выбрать наиболее эффективный автомобиль, как сравнить различные автомобили между собой и др. На поставленные вопросы позволяет найти ответы разработанный алгоритм автоматизированного подбора подвижного состава.

Библ. -12 наим.

УДК 693.546

Быкова Н.М., Созинов В.В., Габитов Р.Ш., Шемякин И.С., Пыхтеев Ю.В., Дьяченко А.А. Проблемы содержания пути в Северо-Муйском тоннеле и пути их решения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.48-51.

На основе технического обследования тоннеля предложена система факторов, влияющих на появление повреждений в бетоне и смежных конструкциях. Предложена гипотеза процес-

сов деформации конструкций ВСП, определяемой статикой и динамикой внешних воздействий.

Илл. -2. Библ. -3 наим.

УДК 624.046.5

Коваленко Г.В, Меньщикова Н.С., Калаш О.А. Нелинейная модель напряженно-деформированного состояния применительно к оценке надежности железобетонных конструкций заводского изготовления // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.52-56.

Приведена вероятностная модель оценки надежности продукции заводов ЖБИ, с помощью которой учитывается влияние изменчивости геометрических, прочностных и технологических параметров. В качестве расчетной модели выбрана нелинейная модель на основе реальных диаграмм деформирования. Расчет балок со смешанным армированием по данной методике позволяет получить оптимальное соотношение прочностных и жесткостных параметров конструкций при снижении их материалоемкости.

Илл. -2. Библ. -4 наим.

РАЗДЕЛ 2
УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 656.25:385

Шаманов В.И. Источники эффективности совершенствования системы технической эксплуатации устройств железнодорожной автоматики // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.58-62.

Определяются источники окупаемости затрат на совершенствование методов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики и предложены методы расчета получаемого при этом технико-экономического эффекта в поездной работе, а также в расходах дистанций СЦБ, пути и электроснабжения.

Табл. -2. Библ. -4 наим.

УДК 621.311

Закарюкин В.П., Крюков А.В. Моделирование многопроводных систем с одножильными экранированными кабелями // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.63-66.

Предложена оригинальная методика моделирования многопроводных систем, выполненных на основе одножильных экранированных кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). Методика основана на использовании фазных координат. Моделирование режимов систем электроснабжения, выполненных на основе СПЭ — кабелей, показала применимость предложенной методики моделирования для решения практических задач, возникающих при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения.

Илл. - 4. Библ. -4 наим.

УДК 621.311

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Абрамов Н.А. Построение упрощенных моделей электроэнергетических систем для целей оперативного управления // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.66-71.

Предложена методика эквивалентирования электроэнергетических систем при решении задач оперативного и противоаварийного управления. Методика основана на линеаризации уравнений установившегося режима, записанных в фазных координатах. Методика отличает-

ся точным воспроизведением параметров режимов в широком диапазоне их изменения, весьма малым временем, необходимым для получения эквивалента, а также возможностью оперативной корректировки эквивалентов по данным телеизмерений.

Илл. -4. Библ. -5 наим.

УДК 001.4.658.382.3:006.354

Каштанов Ю.Б., Белов И.А. Задачи построения моделей для систем управления рисками // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.72-81.

Развит методологический подход к описанию и исследованию систем обеспечения безопасности технических систем на основе рисков. Показано, что объекты железной дороги, вследствие конечного числа элементов оборудования, возможных режимов работы, ограниченного количества контролируемых параметров и управляющих воздействий, могут быть представлены на феноменологическом уровне с помощью логических моделей. Информационно-советующая система может решать задачи анализа рисков, диагностика и управления с помощью знаний человека, формализованных в логической модели, и источников основной и дополнительной осведомляющей информации, используемой оператором в своей работе.

Библ. -8 наим.

УДК 658.382.3

Парфенова М.Я., Парфенов И.И., Гущин Ю.Г. Безопасность функционирования особо важных объектов на основе профиля производственной системы // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.81-87.

Для обеспечения безопасного функционирования особо важных объектов предлагается подход к проектированию профиля производственной системы через объекты охраны труда и промышленной безопасности. Построение профиля осуществляется на основе единого критериального пространства и оценки многокритериальных альтернатив. Методологический базис автоматизированного проектирования профиля обеспечивает достижение заданных критериев на множестве исследуемых технических объектов и выбор рабочего варианта профиля с учетом их текущего состояния и перспективы развития производственной системы.

Илл. -2. Табл. -1. Библ. -5 наим.

УДК 621.01(07)

Лонцих П.А., Рева М.А., Луцкая Н.В. Сертификация и модели CALS-технологий // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.87-90.

Анализируется ключевые позиции концепции CALS. Показано, что сертификация является важнейшим фактором обеспечения доверия при взаимных поставках продукции, а также решения таких крупных социальных задач, как гарантия безопасности потребляемой продукции, охрана здоровья и имущества граждан, защита окружающей среды.

Илл. -1.

УДК 517.952

Аршинский Л.В. Математические модели обработки неполных и противоречивых данных на основе логик с векторной семантикой // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.90-99.

Автором для работы с векторами истинности предложены операции композиционного умножения и сложения. На их основе определены две формы связок конъюнкции и дизъюнкции и предложены схема расчета истинности заключений, сделанных по правилам modus ponens и modus tollens. Для моделирования рассуждений введены понятия содержательного и формального выводов. Сформулировано понятие нестрого случайного события и введены основные операции и отношения над ними. Разработана и исследована модель множеств с неопределенным и противоречивым содержанием.

Библ. -5 наим.

УДК 658.382.3

Гущин Ю.Г., Шелестов С.Ю., Мартыненко О.П., Парфенов И.И. Создание профиля операционной среды автоматизированной системы с принятием решений // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.100-102.

Предложено построение вариантов профиля операционной среды АСПР, базирующейся на подходе аналитической иерархии в оценке многокритериальных альтернатив. Получены правила, позволяющие отображать максимальную результирующую функции полезности альтернатив по обобщенным критериям стоимости и эффективности, построенных в соответствии с деревом критериев.

Библ. -5 наим.

РАЗДЕЛ 3
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 656.25

Фролов К.В., Махутов Н.А. Фундаментальные и прикладные исследования рисков и безопасности на федеральном и региональном уровнях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.104-111.

Показано, что разработки Российской академии наук создали основу для фундаментальных, поисковых и прикладных разработок в обеспечении безопасности сложных технических систем. Предложено междисциплинарное видение процессов определения и оценки безопасности с использованием критериев риска возникновения и развития все новых опасностей, угроз, выводов и катастроф.

Илл. -11. Библ. -3 наим.

УДК 656.25.006.354

Абросимов Н.В., Махутов Н.А., Петров В.П., Резников Д.О. Мониторинг безопасности федеральных округов и регионов Сибири // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.112-115.

Обсуждаются цели мониторинга безопасности в федеральных округах Сибири, основные угрозы федерального, окружного и регионального масштаба, а также оперативно-стратегические требования к центру мониторинга безопасности. На основе сравнительного анализа и опыта сформированы возможные этапы и направления создания в Сибири центров мониторинга комплексной безопасности, их возможный состав, технологии работы.

УДК 006.354

Кузьмин М.И., Воропай Н.И., Кузнецова А.Н. Научные исследования институтов СО РАН как основа безопасности Байкальского региона // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.116-120.

Приведены результаты разработок ведущих коллективов Иркутского научного центра СО РАН в решении проблем безопасности Байкальского региона. Отмечены результаты Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Сибирского Института физиологии и биохимии растений (СИФИБР) СО РАН, Института географии им. В.Б. Сочавы (ИГ) СО РАН, Института геохимии им. А.П.Виноградова (ИГХ) СО РАН, Лимнологического института (ЛИН) СО РАН, Института солнечно-земной физики СО РАН, Института динамики систем и теории управления (ИДСТУ) СО РАН и др.

Библ. -8 наим.

Хоменко А.П., Богатов М.Ю. Научно-методологические проблемы в концепции международных транспортных коридоров // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.120-132.

На основе социально-институционального анализа выделены основные направления развития в системе международной экономической интеграции в той ее части, которая связана с развитием международной транспортной системы. Показаны роль и значение корпоративных форм управления транспортными коридорами, дана оценка тенденций развития образовательного пространства, связанного с подготовкой управленческих кадров.

Библ. -8 наим.

УДК 656.2.658

Кноль В.А. Ноосферный промышленно-транспортный комплекс (НПТК) - логистический центр (на примере Томской судоходной компании) // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.133-134.

Рассмотрены особенности системы управления грузовыми перевозками на уровне стратегического руководства и организации транспортного процесса. Предлагается система непрерывного планирования доставки и поставки грузов, что позволяет взаимоувязывать планы участников НПТК в годовом, квартальном, месячном и декадном разрезах по номенклатуре и по их базе составлять оперативные согласованные планы-графики: вводить и утверждать систему материальной ответственности; вводить систему единых показателей работы системных видов транспорта.

УДК 378.02

Черных А.Б. Инновационные направления в разработке образовательных технологий // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. Иркутск. 2007. № 4(16) С.135-137.

Рассматриваются возможности образовательных технологий в транспортном ВУЗе, ориентированные на новые задачи в развитии транспортной системы в России. Последнее увязывается с такими направлениями деятельности как экономия всех видов ресурсов, повышение безопасности и качества перевозочных процессов, развитие корпоративной культуры управления.

Библ. -3 наим.

НАУЧНЫЕ НОВОСТИ

I.В ноябре (6-10) в г. Красноярске прошла **XI Международная научная конференция «Решетневские чтения»**, посвященная памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Учредителями конференции стали: Министерство образования и науки РФ, Федеральное космическое агентство, Российская академия космонавтики, Федерация космонавтики России, Научно-производственное объединение прикладной механики имени академика М.Ф. Решетнева, «Красноярский машиностроительный завод», Центральное конструкторское бюро «Геофизика», Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева.

В работе конференции приняли участие сотрудники Иркутского государственного университета путей сообщения с докладами.

1.Действ. член Российской академии космонавтики, д.т.н., профессор Хоменко А.П., действ. член Российской академии космонавтики, д.т.н., профессор Елисеев С.В. Динамическое состояние механических колебательных систем как задача мехатроники (Секция «Математические методы моделирования, управления и оптимизации») // Материалы XI Международной конференции. Под общей редакцией И.В. Ковалева, Сибирский государственный аэрокосмический университет, Красноярск. 2007. С. 226-228.

2.К.т.н., доц., Ермошенко Ю.В., Насников Д.Н. О состоянии эквивалентности колебательных цепей // Материалы XI Международной конференции. Красноярск. 2007. — С. 228-230.

3.К.т.н., доц. Засядко А.А., Упырь Р.Ю., Московских А.О. Особенности учета силовых возмущений в структурных представлениях механических систем // Материалы XI Международной конференции. Красноярск. 2007. — С. 231-233.

4.Логунов А.С., Московских А.О. Задачи динамического синтеза на основе структурных интерпретаций // Материалы XI Международной конференции. Красноярск. 2007. — 438 с.

5.Насников Д.Н., Логунов А.С. Новые подходы к динамике колебательных систем с дополнительными связями // Материалы XI Международной конференции. Красноярск. 2007. — С. 247-248.

6.Упырь Р.Ю., к.т.н., доц. Засядко А.А. Возможные представления параллельных и последовательных соединений в структурных интерпретациях механических колебательных систем // Материалы XI Международной конференции. Красноярск. 2007. — С. 264-265.

II.В городе Хабаровск 7-9 ноября 2007 года была проведена **45-ая Международная научно-практическая конференция ученых транспортных вузов, инженерных работников и представителей академической науки «Инновационные технологии транспорту и промышленности»**, посвященная 70-летию Дальневосточного государственного университета путей сообщения. В работе конференции приняли участие сотрудники ИрГУПС с докладами

По секции №1 «Проблемы развития, эксплуатации и ремонта тягового подвижного состава.

1.Власьевский С.В., Пляскин А.К., Мельниченко О.В. Совершенствование системы рекуперативного торможения электровозов постоянного тока.

2.Ларченко А.В. (ЗабИЖТ) Влияние факторов электродвигателей на пульсацию напряжения.

3.Мельниченко О.В., Власьевский С.В., Скорик В.Г. Способ повышения качества электрической энергии в контактной сети при работе электровоза с тиристирными преобразователями.

4.Попов И.Ю. (ЗабИЖТ) Схема получения диагностической информации при исследовании главного выключателя.

5.Харин Е.А., Кравчук В.В. Влияние продольно-динамических сил на объектах автосцепных устройств.

6.Коноваленко Д.В., Худоногов А.М. Оптимизация энергоресурсов в процессах сушки увлажненной изоляции обмоток тяговых электрических машин.

Секция № 2 Новые технологии в области эксплуатации и ремонта вагонов

7.Рудаков В.А. (ЗабИЖТ) Исследование корреляционной зависимости отказов техни-

ческих средств в вагоноремонтном комплексе Забайкальской железной дороги.

8.Рудаков В.А. (ЗабИЖТ) Исследование результатов уровня знаний нормативных документов железнодорожного транспорта — залог безаварийной работы и безопасности движения.

По секции № 3. Проблемы развития, эксплуатации и ремонта путевых и строительных машин

9.Степанов А.П., Саломатов В.Н. Способ контроля процессов электросварки материалов.

По секции № 5. Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации пути и транспортных сооружений

10.Подвербный В.А., Подвербная О.В., Драчев Д.И., Чернигов О.Л. Применение программного комплекса CARD 11 в проектировании железных дорог.

По секции № 8 Прикладная математика и информатика

11.Димов А.В. Математические модели пространственных виброзащитных систем с дополнительными активными связями.

12.Банина Н.В., Упырь Р.Ю., Московских А.О. О подходах к учету связности колебаний механических систем.

13.Засядко А.А., Логунов А.С., Пермяков М.А. Динамический синтез в дуальных механических цепях.

14.Елисеев С.В., Упырь Р.Ю., Московских А.О. Особенности передачи возмущения в цепной механической системе.

15.Хоменко А.П., Банина Н.В., Насников Д.Н. Дополнительные связи в задачах динамического гашения колебаний.

16.Елисеев С.В., Насников Д.Н., Логунов А.С., Упырь Р.Ю. Система новых типовых звеньев в структурных представлениях механических колебательных систем.

17.Елисеев С.В., Каргапольцев С.К., Ермошенко Ю.В., Логунов А.С. Динамика упруго-крутильных механических систем и их структурные интерпретации.

По секции № 9. Химия, проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности

18.Дьяченко А.А. Обеспечение безопасности транспортных сооружений как важнейший фактор функционирования транспортного коридора.

19.Бубнов В.А., Гольская Ю.Н. Совершенствование методики отнесения затрат на капитальный ремонт верхнего строения пути в железнодорожной отрасли.

20.Трубина Н.В. Оценка стоимости Гудвилла в условиях управления предприятием железнодорожного транспорта.

По секции № 11. Проблемы современной экономики транспорта и маркетинга

21.Булохова Т.А. Система менеджмента качества: на пути к международным стандартам.

По секции № 12. Современные подходы к управлению: мировой и российский опыт

22.Окунева И.В., Черных А.Б. Процессы социализации личности студентов. Роль и значение институциональных форм

По секции № 22. Транспортно-логистические технологии

23.Иванова Т.В. (ЗабИЖТ) О необходимости создания в Забайкальском регионе пограничного мультимодального транспортно-логистического центра.

24.Хоменко А.П., Богатов М.Ю. Свободные экономические зоны и транспортные коридоры — важнейшие факторы ускорения развития Сибири.

Тексты докладов опубликованы в «Трудах 45-ой Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии транспорту и промышленности». ДВГУПС. Хабаровск. 2007 (в 7 томах).

Редколлегия

НОВЫЕ МОНОГРАФИИ

Краковский Ю.М. Математические и программные средства оценки технического состояния оборудования. - Новосибирск: Наука, 2006. 228 с.

В монографии изложены математическое, информационное и программное обеспечение мониторинга, диагностирования и прогнозирования технического состояния оборудования по виброданным для различных отраслей промышленности, включая транспорт. Приведены результаты практического применения созданных программных средств.

Книга рассчитана на специалистов в области технической диагностики, а также на аспирантов и студентов, обучающихся по данной проблеме.

Любое механическое оборудование подвержено в процессе эксплуатации различным воздействиям, приводящим к неисправностям и отказам. Существующая в настоящее время система технического обслуживания является недостаточно совершенной, что влечет за собой появление внезапных отказов, приводящих к нарушениям технологического процесса, увеличению затрат на восстановление и ремонт, авариям, которые могут привести к существенному экономическому и экологическому ущербу и ряду других негативных явлений. В последнее время данная проблема для нашей страны становится все более актуальной, так как старение оборудования во многих отраслях промышленности, включая транспорт, значительно опережает темпы технического перевооружения.

В связи с этим, в настоящее время особое внимание уделяется совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. Наиболее перспективным является обслуживание по техническому или фактическому состоянию (ОФС), которое позволяет минимизировать ремонтные работы и увеличить на 25 - 40% межремонтный ресурс по сравнению с планово - предупредительным (профилактическим) методом обслуживания. ОФС базируется на объективной и достоверной информации о техническом состоянии машин и оборудования.

В настоящее время широкое применение получил один из методов диагностики - вибрационная диагностика. Особое место при этом занимает вибрационный мониторинг, который позволяет не только осуществить контроль основных параметров и выявить тенденции их изменений, но и сделать объективную оценку технического состояния оборудования. Системы мониторинга оборудования - наиболее эффективное средство снижения затрат при переходе на техническое обслуживание машин и оборудования по их фактическому состоянию. При этом экономия в среднем по статистическим данным развитых стран мира составляет около трети затрат на ремонт и обслуживание. Одной из задач мониторинга является прогнозирование технического состояния оборудования.

Важность оценки технического состояния оборудования для практических нужд промышленности определяется и изменением учебных программ в технических вузах. Это подтверждается введением таких дисциплин как «Основы технической диагностики» и «Средства технической диагностики», а также лицензированием специальностей «Безопасность технологических процессов и производств» и «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

ОГЛАВЛЕНИЕ.

ОТ РЕДАКТОРА ВВЕДЕНИЕ.

1.ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКУЮ ДИАГНОСТИКУ.

1.1.Основные термины и определения.

1.2.Классификация параметров технического состояния.

1.3.Мониторинг и контроль оборудования.

1.4.Поиск дефектов.

1.5.Акустические методы и средства контроля.

1.6.Виброакустическая диагностика.

1.7.Параметры вибросигналов.

1.8.Алгоритм автоматизированного поиска дефектов по частотным наборам.

2.СТРАТЕГИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ.

2.1.Стратегии технического обслуживания и ремонта оборудования.

2.2.Варианты технического обслуживания оборудования.

2.3.Современное состояние технических средств мониторинга и диагностирования оборудования по вибрации.

3.МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВИБРОСИГНАЛОВ.

3.1.Классификация моделей сигналов.

3.2.Дискретизация аналогового сигнала.

3.3.Квантование дискретного сигнала.

3.4.Запись результатов измерений.

3.5.Спектр периодической аналоговой функции.

3.6.Спектр непериодической аналоговой функции.

3.7.Дискретное преобразование Фурье.

3.8.Быстрое преобразование Фурье.

3.9.Важные соотношения для дискретного вибросигнала.

3.10.Моментные характеристики случайных процессов.

3.11.Спектр мощности для случайного стационарного процесса.

3.12.Кепстр вибросигнала.

4.ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ОБОРУДОВАНИЯ.

4.1.Основные понятия и классификация методов оценки остаточного ресурса.

4.2.Формализация остаточного ресурса оборудования.

4.3.Типовые распределения наработки в теории надежности.

4.4.Статистические методы оценки остаточного ресурса.

4.5.Характеристика моделей изменения параметров технического состояния.

4.6.Оценка остаточного ресурса при незначительном числе измерений.

4.7.Определение оптимального значения первого интервала диагностики.

4.7.1.Постановка задачи.

4.7.2.Вычисление параметров законов наработки по значениям числовых характеристик.

4.7.3.Исследование влияния погрешности оценки среднего значения наработки на первый интервал диагностики.

4.8. Экстраполяционные методы оценки остаточного ресурса.

4.8.1.Анализ существующих методов.

4.8.2.Прогнозирование остаточного ресурса по однородной информации.

4.8.3.Прогнозирование остаточного ресурса по разнородной информации.

5.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА, ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ.

5.1.Определение информационных потребностей для решения задач мониторинга, диагностирования и прогнозирования технического состояния оборудования.

5.2.Технология проектирования базы данных для мониторинга оборудования.

5.3.Логическое проектирование базы данных предприятия по оборудованию.

5.3.1.Выбор модели данных.

5.3.2.Разработка логической модели данных.

5.4.Физическое проектирование базы данных предприятия по оборудованию.

6.ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ.

6.1.Анализ существующего программного обеспечения диагностирования оборудования по вибрации.

6.2.Общие сведения о программном обеспечении оценки технического состояния оборудования.

6.3.Программное обеспечение вибродиагностики оборудования.

6.4.Программное обеспечение подсистемы «Прогноз остаточного ресурса».

7.АПРОБАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИБРОДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ.

7.1.Диагностирование центробежного компрессора К250-61 -5.

7.2.Прогнозирование остаточного ресурса воздушного компрессора.

7.3.Ранняя диагностика и улучшение технического состояния трубопроводов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. «Модулированные сигналы».

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. «Надежность сложных систем».

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. «Сведения об отношениях и их атрибутах».

Вышла из печати монография Трофимовой Т.И.

«Экономико-теоретические проблемы миграционных процессов в условиях глоба-

лизации» // Т.И. Трофимова. – Иркутск: Изд-во БГУЭП. 2007г. – 132с.

Монография посвящена анализу особенностей современного этапа развития человеческого общества - глобализации. Рассмотрены последствия и риски, вызываемые ею, в том числе важнейшее следствие глобализации - миграция населения. Раскрыты тенденции и закономерности современных демографических процессов. Используются сущность, причины международной трудовой миграции, опыт западных стран, модели миграционной политики, значение денежных переводов мигрантов.

Работа представляет интерес для экономистов, политиков, демографов, социологов, работников административно-управленческого аппарата, занимающихся данными проблемами.

Содержание работы представлено «Оглавлением».

Введение.

Глава I. Концепции глобализации и их эволюция.

Глава II. Информационная экономика как результат глобализации.

Глава III. Демографические процессы в условиях глобализации.

Глава IV. Миграционные аспекты глобализации .

Глава V. Основные модели миграционной политики.

Глава VI. Денежные переводы как фактор международной миграции в эпоху глобализации.

Глава VII. Глобализационные риски и новая стратификация общества.

Заключение.

По вопросам приобретения монографии и установления контактов с автором обращаться в адрес редакции научного журнала «Современные технологии. Системный анализ. Моделирование.», тел. (3952)59-84-28.

ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ. МОДЕЛИРОВАНИЕ» ЗА 2004 – 2007 ГГ. – НОМЕРА ЖУРНАЛОВ №1(1) – №3(15)

№1 (1) 2004

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Хоменко А.П.

Динамика и управление в задачах виброзащиты и виброизоляции транспортных объектов

Лукьянов А.В.

Методы релейного управления характеристиками механических систем

Елисеев С.В. Засядко А.А.

Виброзащита и виброизоляция как управление колебаниями объектов

Соболев В.И., Соболев И.В.

Обеспечение вибрационной защиты упругодеформируемых систем в классе дискретноконтинуальных моделей

Гозбенко В.Е.

Управление динамикой вибрационных полей и инерционных связей

Каргапольцев С.К.

Управление деформационным состоянием маложёстких деталей типа пластины с подкреплением

Быкова Н.М.

Геотехническая надёжность протяженных транспортных сооружений

Димов А.В.

О динамических свойствах колебательной системы с дополнительными связями в виде трёхшарнирной кинематической цепи

Бондарик В.В.

Технологические особенности применения струйной промывки в локомотивном хозяйстве

Банина Н.В.

Математическое моделирование двумерной механической колебательной системы с дополнительными связями

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Мухопад Ю.Ф.

Анализ и синтез информационно-управляющих систем реального времени

Лукьянов А.А.

Контроль текущего состояния объектов системой машинного зрения в реальном масштабе времени

Ермаков А.А.

Оценю работы подвижного состава железнодорожного транспорта

Крюков А.В.

Математические модели предельных режимов сложных энергосистем

Носков С.И.

Подход к разработке образовательных стандартов на основе модели междисциплинарного баланса

Шаманов В.И., Суров В.П.

Модели взаимного влияния информационных каналов в рельсовых линиях

Краковский Ю.М.

Мониторинг - важнейший фактор внедрения обслуживания оборудования по техническому состоянию

Лукьянчиков Г.Г.

Информационные технологии в материально-техническом Снабжении на железной дороге

Макаров В.В., Силичева В.Г., Аношкина Е.В.

Концепция подхода к оценке взаимодействия многоуровневой системы управления безопасностью движения с системами управления качеством перевозочного процесса

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Сольская И.Ю.

Проблема формирования транспортной системы региона и основные направления научных исследований в области экономики

Силичева Г.В.

Управление качеством грузовых перевозок на железной дороге

Каутц В.Э.

Оптимизация системы мотивации производства и труда на железной дороге

Черных А.Б.

Системы мотивации персонала корпорации в условиях конкурентной среды

Анчугин А.А.

Антикризисный характер управления, формируемый пассажирским комплексом железных дорог на новом этапе реформы

Вовсеенко Е.А.

Проблемы нормативного регулирования системы государственного финансового контроля

Бубнов В.А., Халетская С.А.

Реформирование финансового механизма естественной монополии в процессе преобразования в акционерное общество

Богатов М.Ю.

Социализация - важный аспект образовательных технологий в вузе

Каштанов Ю.Б.

Основные проблемы научного обеспечения в задачах внедрения систем управления качеством

Мальсагов. М.А.

О необходимости создания корпоративных структур

№ 2(2) 2004

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Хоменко А.П., Елисеев С.В., Соболев В.И.

Использование свойств взаимодействия гармонических форм в подавлении вибраций многомерных динамических систем

Белокобыльский С.В.

О моделировании динамических процессов вертикального бурения;

Елисеев С.В.

Формализация кинематических цепей в сложных виброзащитных системах с дополнительными связями

Гаскин В.В., Соболев В.И.

Имитационное моделирование сейсмических процессов в протяженных сооружениях

Димов А.В., Драч М.А.

Построение математической модели в задаче пространственной виброзащиты

Засядсо А.А.

Об одном подходе в решении оптимизационных задач пространственной виброзащиты

Быкова Н.М.

Как обеспечить надежную, безопасную и экономически эффективную эксплуатацию Северо-Муйского тоннеля

Четвертнова В.В.

Оценка влияния сложного сочетания плана и продольного профиля на устойчивость рельсовой колеи железнодорожного пути

Каргапольцев С.К., Кусачев В.М.

Определение коэффициента готовности переналаживаемого потока с использованием имитационного моделирования

Руссавская Н.В., Силинская Я.Н., Якимова Г.А., Корчевин Н.А.

Новая технология натриевых полисульфидных растворов

Корчевин Н.А.

Ингибиторы коррозии нового поколения на основе производных полигексаметиленгуанидина

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Шаманов В.И.

Проблемы автоматизации процессов управления и обеспечения безопасности движения поездов

Лукьянов А. А.

Управление движением в интеллектуальной системе управления мобильного сервисного робота

Носков С.И., Зырянов В.С.

Применение критерия смещения при выборе метода оценивания параметров регрессионных уравнений

Лонцих П.А.

Управление качеством и обеспечение динамического качества в современном производстве

Капустин А.Н.

Алгоритм сопоставления видео- и термоизображений для задач калибровки термо-оптичёской системы неразрушающего контроля оборудования электровозов

Дунаев М.П., Мухопад Ю.Ф.

Статические характеристики трехфазных резонансных последовательных инверторов

Закарюкин В.П., Крюков А.В.

Визуальное моделирование несимметричных режимов электрических систем

Кузнецов Н.К.

Управление движением двухмассовой колебательной системы

Краковский Ю.М., Карнаухова В.К.

Прогнозирование численности студентов с использованием экспертной информации

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Сольская И.Ю.

Теория реформирования экономических систем и внутренний гомеостат

Якобсон А. Я.

Транспортно-геотрофическое положение байкальского региона: современные представления

Орлова Т.Т.

Эффективное управление социально ориентированными процессами в зонах с экологическими ограничениями (Прибайкалье)

Наволодская Г.И

Стратегическое управление по Sun Tzu

Черных А.Б.

Особенности проведения тренинга в организациях, работающих на конкурентном рынке

Окунева И.В.

Активизация адаптационных механизмов высшей школы в условиях рыночных отношений

Лескова Т.М.

Возможности отраслевого развития малого бизнеса на основе инновационного и кластерного подходов

Третьяков В.Г.

Монголия мак центр притяжения железнодорожного строительства в конце XIX - начале XX века

Транспортная Стратегия Российской Федерации

№3 (3) 2004

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Хоменко А.П., Банина Н.В.

Введение дополнительных инерционных связей в математических моделях задач виброзащиты и виброизоляции

Елисеев С.В Димов А.В.

Формализация описания связей в сложных виброзащитных системах с дополнительными элементами

Корольков Б.П., Комаров А.В.

Транспортные системы как объект синергетического анализа

Засядко А.А.

Технология автоматизированного проектирования, исследования и расчета виброзащитных систем

Белокобыльский С.В.

Динамические эффекты взаимодействия рабочего органа горной машины с разрушаемой породой

Баргуев СТ., Мижидон А. Д.

О вынужденных колебаниях механической системы, установленной на упругом стержне

Елисеев С.В., Донская Е.Ю., Драч М.А.

Возможности и формы контактных взаимодействий в сборочных процессах

Каргапольцев С.К., Кустов О.М.

Повышение точности фрезерования сложнопрофильных деталей путем рационального проектирования схем их базирования

Кудряшов Е.А., Горбов А.И.

К вопросу применения инструментального материала композит для оснащения однолезвийных разверток

Дементьев В.П., Черняк С.С.

Сравнительное качество рельсов ОАО НКМК и мировых производителей

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Хоменко А.П., Лукьянов А.В., Капустин А.Н.

Разработка алгоритмов распознавания образов по базовому изображению в задачах тепловизионного мониторинга локомотивов

Закарюкин В.П.

Резонансные эффекты в отключенных линиях электропередачи «два провода-рельс»

Шаманов В.И., Суров В.П.

Вероятностные модели надежности систем интервального регулирования движения поездов

Лукьянов А.А.

Разработка распределенной вычислительной системы для управления интеллектуальным мобильным роботом

Железнов Д.В., Светланова Е.Н.

Влияние пропускной способности участков в период «окон» на размеры задержек поездов при пропуске их по ремонтируемому участку

Лукьянов А.В.

Проблемы управления техническим состоянием локомотивов по данным неразрушающего контроля и диагностики

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Сольская И.Ю.

Координация взаимодействий как инструмент маркетингового регулирования в реформируемых организационных структурах

Козлова А.Н.

Пути использования управленческой системы "директ-костинг" для совершенствования информационно-методической базы системы бюджетирования на железнодорожном транспорте

Уланова С.А.

Реформирование железнодорожного транспорта политика формирования кадрового резерва

Ланчев Э.В., Шашок О.А., Кутышкин А.В.

Об одной задаче оптимизации процесса производства и сбыта продукции для монопродуктовых предприятий

Раздел 4. Материалы Байкальского Экономического Форума — 2004.

Экономические реформы и перспективы развития Сибири

15 сентября 2004 г.

Научно-практическая конференция 'Геополитические и социально-экономические проблемы создания международных транзитных транспортных коридоров"

Рекомендации научно-практической конференции

16 сентября 2004 г.

Заседание «круглого стола» на тему: «Транспортная стратегия России в Сибири и на Дальнем Востоке»

Хоменко А.П. Доклад

«Требования развития транспортного комплекса Сибири и Дальнего Востока в условиях вызовов глобализации мировой экономики»

Тишанин А.Г.

Доклад «Стратегические вопросы корпоративной инвестиционной и инновационной деятельности»

Гончаренко С.С.

Доклад «Транспортная стратегия в Сибири и на Дальнем востоке кож фактор ускоренного экономического развития, национальной безопасности и укрепления геополитических позиций России»

Резолюция экономического форума БАМ - инвестиции в будущее России"

№4 (4) 2004

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Eliseev S.V., Ermoshenko U.V., Homenko A.P

On possibilities of dynamic properties change of traction engine suspension system

Белокобыльский С.В.

Приведение уравнений движения к нормальному виду в задачах взаимодействия с сухим трением

Хоменко А. П., Банина Н.В.

Изменение амплитудно-частотной характеристики с введением фазового сдвига

Елисеев С.В.

Сложные виброзащитные системы: возможность моделирования

Димов А.В.

Динамика механической колебательной системы с двумя степенями свободы, включающей нетрадиционные связи

Мархадаев Б.Е., Никифоров С.О., Павлов А.Н., Чистяков А.Ю.

Полициклоидальные мехатронные системы: компоновочные, структуры, топология структур и траекторий, механика, управление

Никифоров С.О., Чистяков А.Ю., Павлов А.Н.

Манипуляционные мехатронные устройства при обслуживании высокопроизводительного оборудования

Кузнецов Н.К., Верхозин И.В.

Исследование гидравлического демпфирующего устройства

Засядко А.А., Димов А.В.

Расчет вибрационного состояния сложных механических колебательных систем при динамическом воздействии

Конышев К.В., Лукьянов А.В.

Проблемы обеспечения промышленной чистоты систем тепловозов

Донская Е.А., Димов А.В.

Исследование зависимости податливости манипулятора в зоне сборки от выбора его конфигурации

Руссавская Н.В.

Синтез и расщепление полисульфидных олигомеров в основно-восстановительных системах

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Zakarukin V.R, Kryukov A.V.

The modeling of conditions of railway electric power systems

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Крюков Е.А.

Математические модели предельных режимов электрических систем, учитывающие продольную и поперечную несимметрию

Зусайлов Ю.Н., Баденков В.Я.

Моделирование в технологии промышленного производства фтора

Давыдов Р.В., Благодарный Н.С., Баденков В.Я.

Синтез адаптивных систем управления и прогнозирования для нестационарных технологических объектов с запаздыванием

Истомин А.Л., Сумарокова Н.Н.

Постановка задачи оптимизации плана приема студентов в вуз

Марюхненко В.С.

Определение дифференциальных поправок к скорости распространения радиоволн для повышения точности определения координат в навигационном комплексе с коррекцией от радиотехнической системы дальней навигации

Кузнецов Б.Ф.

Анализ динамического режима работы неравноточных измерительных каналов АСУТП

Носков С.И,, Торопов В.Д

Формирование исходной информации и идентификация параметров экспертной модели статистического типа

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Баденков В.Я.

Развитие принципов академического образования и научных исследований в Ангарской государственной технической академии

Вигандт Л.С.

Транспортный налог и особенности его исчисления предприятиями железнодорожного транспорта на территории Читинской области

Трошева Н.Б.

Казначейские технологии в корпоративном управлении

Краковский Ю.М., Шильке Я.Л.

Процедура анализа конкурентоспособности вузов на рынках образовательных услуг и труда

Наволодская Г.И.

Россия и ВТО: проблемы подготовки специалистов-международников

Рунова Е.М., Городецкий Г.Б.

Перевозка лесных грузов

Черных А.Б.

Обучающий корпоративный тренинг как средство подстежки коллектива к работе в конкурентной среде

Тишанин А.Г.

Анализ тенденций развития транспортных предприятий в условиях рыночных отношений

Анчугин А.Л., Сольская И.Ю.
Социальный аспект структурной реформы железнодорожного транспорта: проблемы регионального развития
Диденко Л.В.
Транспортные затраты в оценке продукции лесного комплекса Иркутской области
Буренин А.В.
Основные направления бюджетной политики Иркутской области на 2005 год и среднесрочную перспективу

№1 (5) 2005

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Елисеев С.В.. Хоменко А.П.
Проблемы виброзащиты и виброизоляции технических объектов в роботах иркутской школы механиков
Гаскин ВЛ., Соболев В.И.
Имитационное моделирование сейсмических процессов в протяженных сооружениях
Каргапольцев С.К.
Факторы, определяющие точность обработки маложестких подкрепленных деталей
Кудряшов Е.А.
Инструментальное обеспечение процессов восстановления работоспособности изношенных деталей машин
Воронов Е.Т., Галинов Ю.Н.
Аэродинамические методы борьбы с радоном на урановых рудниках России
Овешников Ю.М., Добрынина Н.А.
К вопросу о сохранении экосистемы малых горных водотоков в Читинской области при золотодобыче
Хатькова А.Н.
Перспективы применения природного циолита для обеспечения экологической безопасности
Иванов С.А., Мирошников С.Ф.
Новые технологии сжигания углей котлами малой мощности как средство снижения вредных выбросов
Карасев К.И., Гуревич Л.Х., Беляков А.Е.
О возможности подземного скважинного выщелачивания золота из россыпных месторождений в забайкальском регионе
Мязин В.П.
Методика оценки влияния содержания взвешенных частиц в оборотной воде на эффективность извлечения золота в гравитационных аппаратах
Герасимов В.М.
Фазовое разделение суспензий волокнистыми фильтровальными устройствами
Заслоновский В.Н.
Основные проблемы водопользования и охраны водных ресурсов в Читинской области и их решение на рубеже тысячелетии

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Loukianov A.A.
Developing control system for intelligent mobile robot using distributed computing mechanisms
Мухопад Ю.Ф., Корольков П.Б.
Вычислительные системы управления и обработки информации
Мухопад Ю.Ф., Мухопад А.Ю., Бадмаева Т.С.
Структурная организация системы самоконтролируемых автоматов
Краковский Ю.М., Ситчихина М.В., Ягодкин В.А.
Прогнозирование параметров состояния общественного здоровья населения
Юн Чер Рен
Методика диагностирования технического состояния эксплуатируемых железнодорожных тоннелей с использованием искусственных нейронных сетей
Кудряшов Е.А., Смекалов В.П.
Компьютерный прогноз уровня
Чернаков Д.В.
Система автоматизированной разработки программ Управления АСУ ТП Северо-Муйского тоннеля
Скачков А.А.
Автоматизация управления качеством технологических процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава
Файзрахманов Г.П., Алтынцев Д.А., Данеев А.В.
Космические средства обнаружения и мониторинга лесных пожаров Иркутской области
Файзрахманов Г.П., Данеев А.В., Русонов М.В., Шорпинский Д.Ю.
Имитационное моделирование распространения лесного пожара в программной среде «Факел»

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Власов Г.П.
Из опыта строительства Байкало-Амурской железнодорожной магистрали и хозяйственного освоения ее региона (1970-2000 гг.)

Кононенко А.В.
Управление инвестиционным процессом в ОАО «Российские железные дороги»: формирование инвестиционного бюджета компании

Харламов Е.Н.
Критерии конкурентоспособности и конкурентообразующие факторы строительных организаций

Грошева Н.Б.
Бизнес и местная власть взаимная ответственность или взаимная поддержка

Скворцов В.А.
Экология и здоровье человека

Скворцов В.А.
Отходы превратим в доходы

Гуков В.П.
Экономические и социальные последствия влияния неразвитости круглогодичной транспортной сети на лесное хозяйство и лесопромышленный комплекс Иркутской области

Сапожников А.А.
Теория региональной адаптации как инструмент согласования действии региональной власти и бизнеса

Рашкин Д.В., Стетюха В.А.
Прогнозирование эффективности природоохранных мероприятий при ландшафтно-деструктивных воздействиях горного производства

Трубачев А.И.
К истории научных исследований восточно-забайкальских недр в XX столетии

Абрамова Н.А., Юйшина Е.А.
Дегуманизация и поиск духовных ресурсов устойчивого ноосферного развития

№2 (6) 2005

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Елисеев С.В.
Вероятностные характеристики точности позиционирования механической цепи

Лукьянов А.В.
Аккумулирующие привода в динамике промышленных роботов

Белокобыльский С.В.
Учет сил сухого трения в процессе движения твердого тела с упругими связями

Долотов А.М., Герасимов С.В.
Особенности контактного давления в стыв цилиндрического обозначенного элемента и жесткого соосного цилиндра

Березин С.Я.
Динамика инерционно-ударного привода: геофизических кабельных буровых снарядов

Лыткина Е.М.
Некоторые особенности движения системы периодическими изменениями параметров

Артюнин А.И., Алхунсоев Г.Г., Сушкеев Ж.Б.
Автобалансировка роторов в корпусах на упругих опорах

Свинии В.М.
Подходы и средства в задачах изменения скорости при вибрационном резании металлов

Димов А.В., Елисеев С.В.
Последовательные соединения в системах с двумя степенями свободы. Структурные представления

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Бардушко В.Д., Закарюкин В,П., Крюков А.В.
Моделирование новых систем тягового электроснабжения

Пашков Н.Н.
Алгоритмы адаптивно-модального управления с эталонной моделью и стационарным наблюдением

Сосунов Н.Н., Скачков А.А.
Организация технического обслуживания и ремонта подвижного состава на основе комплексных систем автоматизированного управления

Корольков Б.П., Комаров А.В., Соломянный С.В.
Систематика локомотивов как составляющих универсальной систематики железнодорожного подвижного состава

Кузнецов Н.К.
Управление динамикой мехатронных систем с использованием дополнительных; связей
Руш Е.А.
Анализ методов геоэкологической оценки природно-техногенных систем
Засядко А.А.
Исследование влияния динамической характеристики привода на эффективность гашения колебаний
Chumakov R.E.
The method to determine optimum speeds aor thread-forming screw insertion

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Кощаев А.Е.
Содержание и структура социальных ресурсов развития железнодорожного транспорта (методологический аспект)
Чичкамок В.А., Горбунов В.Н., Чичкалюк Ю.В.
Основные направления деятельности по психологическому обеспечению реализации
Третьяков В.Г.
Из истории предложений использования в Забайкальске частного капитала в железнодорожном строительстве
Мельникова А.В.
Органическая целесообразность как феномен системной организации
Антонова Л.Л.
О социологической специфике социальных технологий
Каплина С.Е.
Новые педагогические технологии как условие реализации принципа преемственности в процессе непрерывного обучения
Новолодская Г.И., Ленская С.А.
Системный подход к воспроизводству конкурентоспособного человеческого капитала

№3 (7) 2005

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Елисеев С.В.
Построение математических моделей многозвенных шарнирных цепей
Хоменко А.П., Драч М.А.
Крутильные колебания в силовых передачах как задачи виброзащиты и виброизоляции
Соболев В.И.
Комбинированные математические модели взаимодействия "конструкции - виброактивное оборудование"
Димов А.В.
Математические модели упругих колебаний механической системы с шарнирным двухзвенником
Долотов А.М., Герасимов С.В.
Определение параметров области контакта упругой цилиндрической оболочки с соосным жестким цилиндром
Кольцов В.П., Ле Чи Винь
Оптимизационные подходы в конструировании силовых узлов вибрационного станка импульсного действия
Макаров А.В., Сосновская Н.Г., Гозбенко В.Е., Истомина Н.В., Корчевин Н.А.
Электрохимическая регенерация электролита щелочных аккумуляторов с использованием мембранного электролизера
Запорожских Т.А., Третьякова Я.К., Корчевин Н.А.
Анализ золошлаковых отходов Ново-Иркутской ТЭЦ
Засядко А.А., Драч М.А.
Нелинейные свойства динамических гасителей колебаний

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Сергиенко Л.С.
Задача Коши для систем параболического типа с меняющимся направлением времени
Лукьянов А.В., Капустин А.Н., Лукьянов А.А.
Автоматизированная система тепловизионной диагностики оборудования локомотивов
Veit Appelt, Simone Eckert, Bernd Erdmann, Alfred Lahn, Jurgen Ruge, Roland Spannaus
Оптимизация положения сигналов на основе 3D моделей - результаты на железнодорожном узле города Дрездена (Германия)
Кузнецов Н.К., Перелыгин В.Н., Перелыгина А.Ю.
Автоматизация расчета гидравлических демпферов с переменным сопротивлением

Шаманов В.И., Суров В.П.

Функциональное резервирование в системах интервального регулирования движения поездов

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Марков К.К.

О некоторых проблемах моделирования сложных социально-экономических систем

Грошева Н.Б., Чанчиков А.С.

Экономическая оценка экологического риска

Гурова О.А.

Ответственность за нарушение обязательств по договору перевозки железнодорожным транспортом

Дмитриенко А.В., Климов А.А.

Эффективность строительства новых железнодорожных линий узкой колеи на территории стран бывшего Советского Союза

Малыгин Г.С.

Философия в культуре как всеобщей информационной системе

Новолодская Г.И.

Действие нерыночных механизмов в модели конкурентоспособности человеческого капитала

Богатов М.Ю.

Системные проявления в развитии социально-экономического пространства. Транспортные аспекты. Приложение к материалам Байкальского Экономического форума (подготовила Т.Т. Орлова)

Лукьянова И.М., Литвинцев В.В.

Некоторые задачи системного анализа и моделирования процесса перевода научно-технической литературы

Сольский С.Б.

Налоговая система и проблемы формирования общефирменного налога

№4 (8) 2005

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Елисеев С.В.

Оценка уровня колебаний шарнирного упругого двухзвенника в составе дополнительной связи виброзащитной системы

Валова О.В.

Консервативная разностная схема для решения краевых задач уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами

Елисеев С.В., Лонцих П.А., Шулешко А.Н.

Некоторые особенности построения моделей инженерных сооружений при сейсмических воздействиях

Лукьянов А.А.

Особенности расчета напряжений во фрикционном уплотнительном соединении сосудов высокого давления

Лыткина Е.М., Лукьянов А.В.

Управление колебаниями в механической системе при релейном подключении дополнительной массы

Гридин Г.Д., Скороходов С.В.

Эффективный задний угол резца со скругленным лезвием

Пашков А.Е., Чапышев А.П.

Минимизация трудоёмкости технологической последовательности «дробеударное формообразование — зачистка» при изготовлении листовых деталей

Гольский А.В.

Особенности работы пунктов погрузки и выгрузки на станциях и подъездных путях

Пашков А.Е., Дияк А.Ю.

Внутренние силовые факторы процесса дробемётной обработки листовых деталей

Гольский А.В.

Оценка влияния движения местных поездов на участках на характер эксплуатационной работы грузовых пунктов

Тюпин В.Н.

Определение напряжённо-деформированного состояния элементов железнодорожного пути при движении нагруженного колеса с использованием закона сохранения энергии

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Bykova N., Eliseev S., Loukianov A., Khomenko A.

Development of a Mobile Robot for Video and Thermal Monitoring of Railway Tunnels

Мухопад Ю.Ф., Мухопад А.Ю., Бадмаева Т.С.

Структурный синтез самоконтролируемых автоматов управления технологическими процессами

Чистяков А.Ю.
Структура, схемы и математические модели робототехнических систем с механизмами параллельной структуры
Марюхненко В.С., Мухопад Ю.Ф.
Особенности построения линейных детерминированных информационных автоматических систем управления подвижными объектами
Макаров В.В., Худоногов А.М., Смирнов В.П., Орленко А.И., Михальчук Н.Л., Галеева Н.А., Коноваленко Д.В.
Причины снижения надежности тяговых электродвигателей локомотивов

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Хоменко А.П., Каргапольцев С.К.
Новые формы организации научной деятельности в вузе
Клюев А.В.
Механизм принятия инвестиционных решений
Новикова Н.Г.
Методологические проблемы инструментария стратегического маркетинга и жизнеспособность маркетинг менеджмента как подхода к управлению организацией

Раздел 4. Современные проблемы оценки технического состояния сложных инженерных сооружений (Северо-Муйский тоннель).

Пинус Б. И.
Об эксплуатационной пригодности железобетонных обделок Северо-Муйского тоннеля
Верхозин И.И., Тугарина М.А., Диденков Ю.Н., Шабынин Л.Л., Реуцкая А.М., Алтынникова М.А., Легун А.Ю.
Условия обводненности Северо-Муйского тоннеля
Молчанов В.С.
История и технологии строительства Северо-Муйского тоннеля
Быкова Н.М., Хромых С.В., Зайнагабдинов Д.А.
Методика оценки геодинамической активности горных блоков по деформациям искусственных сооружений
Залуцкий В.Т., Быкова Н.М.
Геодезический мониторинг для изучения смещений горных блоков в районе Северо-Муйского тоннеля
Дмитриев А.Г., Тирский О.Н., Быкова Н.М., Хрюкин Ю.А., Ковалевский В.М., Мироманов И.А.
Геофизическое обследование основания пути в Северо-Муйском тоннеле
Пальчинский В.Г., Мутин А.А.
Методические особенности исследования обделки Северо-Муйского тоннеля
Пальчинский В.Г., Левченко Е.А.
Экспериментальные исследования бетона сводов Северо-Муйского тоннеля
Дзюба .А.А., Быкова Н.М.
Неотектоника Верхнеангарско-Муйской горной перемычки
Семенов Р.М., Смекалин О.П.
Оценка сейсмоопасности Северо-Муйского района
Булнаев А. И., Мироманов И. А.
Радиационная обстановка в Северо-Муйском железнодорожном тоннеле
Тирский О.Н., Карпиков А.В., Хрюкин Ю.А, Быкова Н.М.
Результаты контрольного бурения петрофизические исследования образцов бетона обратного свода Северо-Муйского тоннеля
Быкова Н.М.
Особенности работы Северо-Муйского тоннеля в условиях активной геодинамики
Елисеев СВ., Быкова Н.М.
Геотехнический мониторинг транспортных тоннелей
Крюков А.В., Степанов А.Д.
Термографическое обследование Северо-Муйского тоннеля
Быкова Н.М., Быкава А.М., Перкалова Е.В.
Оценка возможности коррозии бетона в Северо-Муйском тоннеле

№1 (9) 2006

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Елисеев С.В.
Математическое моделирование управляемого движения манипуляторов, взаимодействующих через общий объект

Белокобыльский С.В.

Динамика горных машин в задачах устойчивости стационарных движений и анализа автоколебаний с учетом сил сухого трения

Чистяков А.Ю.

Схемы подвеса платформ многостепенных робототехнических систем с механизмами параллельной структуры

Чистяков А.Ю.

Возможности и перспективы применения робототехнических систем на основе подвесных многостепенных платформ

Лыткина Е.М., Лукьянов А.В., Капустин А.Н.

Управление свободными колебаниями в механической системе с изменяемой массой с учетом ограничений

Конышев К.В., Лукьянов А.В.

Динамические характеристики вращающихся моющих насадков промывочных машин

Синеговская Т.С.

Моделирование и метод решения системы одномерных уравнений переноса

Сухоруков Г.И.

Теоретические основы некоторых методов экспериментальной физики

Валова О.В.

Математическая модель задачи тепло-массообмена в горных породах при электроосмотической фильтрации

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Лукьянов А.В., Елисеев С.В., Хоменко А.П.

Колебания механических систем переменной структуры с управляемыми кинематическими связями

Корольков Б.П., Захаров М.И.

Динамика температуры неохлаждённых плодоовощей при возникновении неплотности в ограждении рефрижераторного транспортного модуля

Шаманов В.И., Трофимов Ю.А.

Особенности индуктивного влияния обратных тяговых токов на катушки автоматической локомотивной сигнализации

Шаманов В.И., Суров В.П.

Важность в задачах надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Краковский Ю.М., Тюрнев А.С.

Статистический анализ связности показателей моделей стратегического позиционирования

Закарюкин В.П., Крюков А.В.

Программный комплекс для имитационного моделирования систем тягового электроснабжения

Закарюкин В.П., Крюков А.В.

Режимные преимущества самонесущих изолированных проводов

Марюхненко В.С.

Особенности синтеза линейных информационных автоматических систем управления подвижными объектами при случайных воздействиях

Бардушко В.Д.

Модель токораспределения в трансформаторах системы тягового электроснабжения 93.9 кВ

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Бейдина Т.Е., Богатов М.Ю.

Геополитические и социально-экономические аспекты формирования концепции транспортных коридоров

Марков К. К., Николаева О.О.

Моделирование физиологических и биомеханических характеристик спортивных скоростно-силовых локомоций

Кулеева Н.М.

Управление развитием творческого потенциала постоянного состава вуза: понятие, содержание, подходы и необходимость совершенствования

Орлова Т.Т.

ЭЛВЭ

Узунов В.Г., Каштанов Ю.Б.

Надежность транспортных систем — как показатель качественного состояния элемента системы

Дмитренко А. В.

Геополитические основы развития транспортных систем

№2 (10) 2006

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Засядко А.А., Донская Е.Ю., Упырь Р.Ю.

Динамические процессы взаимодействия манипулятора и направляющих при сборке

Соболев В.И., Соболев И.В.

К выбору расчетных моделей многоэтажных зданий, оснащенных сейсмозащищающими фундаментами

He Buolin, Yu Yingxia, Huo Lixing, Zhang Yufeng.

Effects of Factors on the Reliability of Pressure Pipe with Circumferential Crack

Евлесеева Л.Г., Добрынина Н.Н.

Динамические характеристики ионоселективных электродов на основе органических красителей

Евсевлеева Л.Г., Быкова Л.М.

Ионоселективные электроды для определения трехзарядных катионов

Huang Shaoyun He Bolin Tu Fang

The Research on Microstructure and Wear Resistance of Double Glow Discharge Plasma Titanizing layer of CrZrCu

Xiong Guangyao, He Bolin, Zhouzejie, Shen Mingxue, Zou Rui.

The research of microstructure and properties on the low temperature salt-bath nitriding of 3Cr2W8V steel

Димов А.В., Елисеев С.В., Хоменко А.П.

Обобщение задач виброзащиты и виброизоляции на основе структурных методов математического моделирования

Драч М.А. Логунов А.С.

Структурные подходы в динамике крутильных колебательных систем

Кузнецов Н.К., Елисеев С.В.

Возможные подходы и методы снижения динамических ошибок управляемых машин с упругими звеньями на основе концепции дополнительных связей

Lei Xiaoyan.

Analyses of track vibration and track critical velocity for high speed railway with fourier transform technique

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Лукьянов А.В., Хоменко А.П.

Проблемы управления техническим состоянием машинного оборудования

Огар П.М., Горохов Д.Б.

Моделирование контакта фрактальных шероховатых поверхностей

Руссавская Н.В., Воронков М.Г., Сухомазова Э.Н., Леванова Е.П., Грабельных В.А., Елаев А.В., Паперная Л.К., Дерягина Э.Н., Корчевин Н.А.

Высокотемпературное образование гетероароматических структур при вулканических извержениях основа зарождения жизни на земле

Baogen Xu , Sen Wang , Shangchao Zhou.

On signed clique domination numbers of graphs

Корольков Б.П., Корольков П.Б.

Регионы мира в универсальной системе кодирования транспорта

Корольков Б.П., Захаров М.И.

Моделирование нештатной ситуации типа отказ одной холодильной установки при перевозке неохлажденных плодоовощей

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Гольская Ю.Н.

Совершенствование инвестиционного процесса на железнодорожном транспорте

Галандина Т.Ю.

Методы изучения формирования корпоративной культуры

Савкович Е.В.

Сотрудничество КНР и Республики Казахстан в сфере инфраструктуры и интересы России в 1990-е 2000 гг.

Богатов М.Ю.

Социально институциональный анализ и социальное моделирование развития МТК

Харламов Е.Н.

Развитие имущественных отношений в процессе структурного реформирования железнодорожного транспорта

Черных А.Б., Узунов В.Г.

Управление корпорацией как инструмент достижения эффективности в условиях рыночных отношений

№3 (11) 2006

Раздел 1. Геополитические и стратегические проблемы формирования международных

транспортных коридоров.

Леонтьев Р.Г., Хмель В.А., Лаптев Н.Н.

Императивы и стратегии развития транспорта востока России

Рыбаков Д.А.

Транспортные коридоры: российская специфика

Хоменко А.П., Черных А.Б.

Корпоративные структуры. Современные проблемы управления и социального партнерства

Панков Д.А.

Развитие учета в условиях глобализации

Россова Н.Н.

Экономические проблемы формирования грузовых тарифов в России

Силичев В.В.

Человеческий капитал и его роль в развитии экономики

Орлова Т.Т.

Альтернативная парадигма ценообразования (оптимизационный подход)

Елисеев С.В., Богатов М.Ю.

Социально-экономическое пространство современного государства в условиях глобализации и интеграции стран в экономическом сотрудничестве как фактор развития транспортной инфраструктуры

Раднаев Б.Л.

Направления совершенствования транспорта Байкальского региона в контексте глобальных проблем Восточной Азии

Балжинням Д.

Транспортно-географическое положение как фактор Монгольско-сибирской интеграции

Лидин К.Л., Якобсон А.Я.

Транспортный коридор и формирование агломерации на юге Иркутской области

Сольская И.Ю., Капустин А.Н.

Модель кластерного подхода к Экономическому развитию региона

Якобсон А. Я., Кириллова Т. К., Семенкевич Д.В.

Отраслевые и инфраструктурные аспекты кластерного развития экономики Иркутской области

Савельева Н.А.

О выборе эффективных направлений развития нефтеперерабатывающих предприятий

Татаренко В.И., Савельева Н.А.

Состояние и развитие российского и регионального рынков нефтепродуктов

Россова А.Н.

Проблемы применения и развития системы аутсорсинга в ОАО «РЖД»

Раздел 2. Инфраструктурные и инвестиционные аспекты формирования международных транспортных коридоров.

Самсонов Е.А.

Проблемы совершенствования налоговой системы РФ

Каштанов Ю.Б., Шайков С.А.

Вопросы планирования железнодорожных перевозок с помощью процессно-логистической системы

Каштанов Ю.Б., Белов И.

Применение мультиагентных систем для создания транспортных логистических центров

Лидин К. Л., Машкина И.А.

Кадровое обеспечение транспортного коридора и риски инвестирования интеллектуального капитала

Сольская И.Ю.

Проблемы развития транспортных систем и основные направления научных исследований в экономике (опыт ИрГУПС)

Нелюбин А.А., Каштанов Ю.Б.

Вопросы создания мультимодального транспортно-логистического комплекса на железной дороге

Сольская И.Ю., Бубнова А.В.

Повышение инвестиционной привлекательности корпораций в условиях рыночной капитализации

Богатырева М.В.

Совершенствование инвестиционной деятельности на рынке транспортных услуг

Вовсеенко Е.А.

Активы и инвестиционная недвижимость

Лидин К.Л., Суменков Е.А., Суменкова М.Е.

Математическая модель поведения потенциального инвестора транспортного коридора в условиях риска

Гольская Ю.Н.

Совершенствование инвестиционного процесса на железнодорожном транспорте

Мухопад Ю.Ф., Суржик В.В., Орлов И.И.

Экранопланы — перспективный транспорт для просторов Сибири

Михайлова М.Р.

Системный подход к качеству и проблемы транспортного коридора

Силичева Г.В.

Направления совершенствования механизма управления качеством транспортного обслуживания на железной дороге

Булохова Т.А.

Управление затратами на обеспечение качества ремонта подвижного состава как

средство повышения эффективности перевозочного процесса

Нефедьева Е.В.

Анализ существующей практики контроля качества в локомотивном депо

Олинович Н.А.

Обеспечение безопасности как основа эффективной деятельности ОАО «РЖД»

Узунов В.Г., Каштанов Ю.Б.

Надежность транспортных систем как показатель качественного состояния элемента системы

Зиборева О.Ю.

Существенность в налоговом аудите, осуществляемом на предприятиях железнодорожного транспорта

Полынская М.М.

Пути изыскания резервов на предприятиях железнодорожного транспорта

Сабанова М.В.

Доля расходов на осуществление плановых видов ремонта в вагонной состаляющей тарифа на перевозку груза на примере предприятия Восточно-Сибирской дирекции по ремонту вагонов филиала ОАО «РЖД»

Гольская Ю.Н., Кузнецова И.А.

Модель управления инвестиционным процессом на железнодорожном транспорте в условиях инфляции

№4 (12) 2006

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Елисеев С.В.

Некоторые подходы в решении обратных задач кинематики для манипуляционных роботов

Свитачев А.И., Ермошенко Ю.В., Кинаш Н.Ж.

Основные аспекты моделирования и оптимизации динамической нагруженности силовых передач транспортных машин

Кузнецов Н.К., Насников Д.Н.

Гашение упругих колебаний управляемоймашины с помощью дополнительных упругих элементов

Сухоруков Г.И.

Закономерности движения двух взаимодействующих тел

Дементьев В.П.,Авдеев А.Н., Черняк С.С., Тужилина Л.В., Фалько Н.В.

Корреляционный анализ износостойкости опытных рельсов производства ОАО «НКМК» в условиях ВСЖД

Хоменко А.П., Банина Н.В.

Структурные методы динамического синтеза колебательных механических систем с учетом особенностей физических реализаций обратных связей

Лукьянов А.В., Романовский А.И.

Виброактивность вспомогательных машин электровозов ВЛ-80, ВЛ-65 и рекомендации по ее снижению

Тюпин В.Н.

Прогноз устойчивости железнодорожного пути при динамическом воздействии землетрясения

Сухоруков Г.И.

Атмосферная рефракция

Быкова Н.М., Дьяченко А.А.

Диагностический прогнозно-профилактический мониторинг Северо-Муйского железнодорожного

тоннеля

Елисеев С.В., Упырь Р.Ю.

Об одном подходе определения скорости передачи возмущения в линейных цепных структурах

Насников Д.Н., Логунов А.С.

Типовые звенья в структурных интерпретациях механических колебательных систем

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Горнов А.Ю., Зароднюк Т.С.

Разработка информационно-вычислительной системы для экспертной поддержки пользователей математических пакетов при численном решении задач оптимального управления

Дойников А.Н., Кедрин В.С., Сальникова Н.К.

Методика прогнозирования динамического состояния многосвязных систем макроэкономики на базе искусственных нейронных сетей

Мухачев Ю.С., Рябов Е.В.

Анализ устойчивости микропроцессорного блока управления вибропитателем

Краковский Ю.М., Деренских В.И.

Определение весовых коэффициентов для факторов, влияющих на пожарную безопасность

Дойников А.Н., Кедрин В.С., Сальникова М.К.

Концепция синтеза нестационарных процессов с использованием алгоритмов их сингулярного разложения на базе систем искусственного интеллекта

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Черных А.Б., Окунева И.В.

Корпоративные структуры. Современные проблемы управления и социального партнерства

Карасев К.И., Резник Ю.Н., Иванов С.А., Кудряшов Е.А.

Читинский государственный университет на этапе реформирования высшего образования

Дмитренко А.В.

Концепция развития транспортных систем в условиях международной интеграции

Лескова Т.М., Викулова Е.Ю.

Некоторые аспекты экономической безопасности железнодорожного транспорта

Харламов Е.Н.

Развитие имущественных отношений в процессе структурного реформирования железнодорожного транспорта

Раздел 4. Юбилейный выпуск. Цикл статей, посвященных 30-летию Забайкальского института железнодорожного транспорта.

Сигачев Н.П.

Забайкальский институт железнодорожного транспорта - региональное структурное подразделение Университетского комплекса «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Немцов А.Б.

Методика разработки системы оценки и исследования знаний в процессе дистанционного обучения на предприятиях железнодорожного транспорта

Данилина М.Г.

Классификация методов управления и их место в системе бюджетирования

Коннов В.И.

Экологические проблемы малых рек Восточного Забайкалья

Данилина М.Г.

Современные модели управления компанией

Семичева О.Ю.

Риск в инвестиционной деятельности

Железнов Д.В., Светлакова Е.Н., Долгополова М.А.

Создание логистического центра по переработке скоропортящихся грузов на станции Забайкальск.

Касьянова Е.И.

Формирование толерантности у студентов в системе гуманитарной подготовки компетентности технических специалистов

Путилов С.В.

Статус страны как фактор формирования общенациональной идеи

Большаков А.Н.

Забайкальская магистраль - основа развития региона

Вигандт Л.С.

Опыт бюджетных механизмов в мировой практике развития депрессивных и отсталых регионов

Путилов С.В.

Российская общенациональная идея: содержание и направленность

Тимофеев С.И.

Разработка и внедрение систем менеджмента качества на Забайкальской железной дороге филиала ОАО «РЖД»

№1 (13) 2007

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Свитачев А. И., Орловский С.Н.

Анализ динамических свойств силовых передач лесохозяйственных агрегатов с активными рабочими органами

Кузнецов Н. К., Перелыгина А. Ю.

Управление колебаниями трехмассовой системы

Быкова Н.М., Исайкин А.С., Моргунов А.Н., Зайнагабдинов Д.А.

Измерения деформаций в стенах обделки и путевом бетоне Северо-Муйского тоннеля с использованием фотоупругих датчиков

Ковенькин Д.А., Ливенцев Е.А., Домбровский Ю.П.

Экспериментальное исследование работы рельсовых скреплений типа оп-105 и кб-65 при проходе подвижного состава на участках Северо-Муйского тоннеля

Печенкина В.В., Арбатская Н.А.

Анализ и моделирование основных показателей работы железных дорог

Елисеев С.В., Хоменко А.П.

Формирование точностной модели механической цепи манипулятора

Быкова Н.М., Зайнагабдинов Д.А.

Математическое моделирование работы тоннельных обделок с учетом геодеформационных воздействий в зонах разломов земной коры

Синеговская Т.С.

Вычисление дифференциальной вероятности распадов частиц

Дамбаев Ж.Г., Новосельцев В.П., Новосельцев П.В.

Экспериментальное исследование процесса трогания с места железнодорожного состава

Соколова О.В., Марынич Д.С.

Влияние сил морозного пучения на деформации железнодорожного полотна

Ситов И.С., Белокобыльский С.В.

Способы и средства изменения динамического состояния технического комплекса для вибрационного заглаживания

Зиновьев А.А., Люблинский В.А., Белых С.А., Бурашников А.А.

Обоснование основных требований и выбор материалов для ремонта путевого бетона и бетона обратного свода Северо-Муйского тоннеля

Засядко А.А., Упырь Р.Ю., Логунов А.С.

Некоторые подходы к задачам динамического синтеза механических колебательных систем

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Елисеев С.В., Засядко А.А., Упырь Р.Ю.

Новый подход в оценкевозможностей последовательного соединения элементов в структурных интерпретациях механических колебательных систем

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Соколов В.Ю.

Модели автотрансформаторов для расчета режимов электрических систем в фазных координатах

Бардушко В.Д., Закарюкин В.П., Крюков А.В.

Анализэлектромагнитного влияния силового кабеля на подземный трубопровод

Демьянов В.В., Комогорцев М.Г., Марюхненко В.С.

Оценка качества навигационных определений при решении прикладных задач

Краковский Ю.М., Воложанина О.А.

Анализ стратегического положения групп специальностей на рынке образовательных услуг Читинской области

Рябов Е.В., Китов Б.И., Мухачев Ю.С.

Автоматизация рентгенорадиометрического процесса доводки концентратов

Краковская Т.А., Тюрнев А.С.

Сравнительный анализ программных продуктов для маркетинговых исследований

Носков С.И.

Попытка первичного формального анализа результатов экзаменационной сессии

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Khomenko A.P., Solskaya I.Y.

The project approach to preparation of transport engineers

Толстых О.Д., Гозбенко В.Е.

Структура и содержание тестовой базы по классическим разделам и специальным главам высшей математики

Степин А.Г.

История геологических изысканий в районе Северо-Муйского тоннеля и проблемы его эксплуатации

Толстых О.Д., Гозбенко В.Е.

Усиление эффективности обучения высшей математики в техническом вузе и организация самостоятельной работы студентов

№2 (14) 2007

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Быкова Н.М., Каргапольцев С.К., Пыхалов А.А., Милов А.Е.

Некоторые принципы разработки конечно-элементных моделей тоннелей в структурно-неоднородных горных массивах

Хоменко А.П., Елисеев С.В.

Динамические модели механических цепей

Огар П.М., Ключев Е.А., Максимова О.В.

Упругая характеристика слоистой полуплоскости

Гапанович В.А., Махутов Н.А.

Решение проблем конструкционной прочности и техногенной безопасности на железнодорожном транспорте

Елисеев С.В., Упырь Р.Ю.

Рычажные связи в передаче механических воздействий

Ванчиков В.Ц., Холмогоров И.В.

Сдвиговая прочность граничного слоя при обтекании жидкости твердой подложки

Огар П.М., Горохов Д.Б., Ключев Е.А.

Герметизирующая способность стыка фрактальных шероховатых поверхностей

Тирский О.Н., Быкова Н.М., Мироманов И.А., Хрюкин Ю.А.

Выделение водонасыщенных пластов в заобделочном пространстве тоннелей электроразведочными методами

Соболев В.И., Соболев И.В.

Конечно-элементный экспресс-анализ сейсмических нагружений в задачах обеспечения безопасности

многоэтажных зданий и сложных сооружений

Белокобыльский С.В., Кашуба В.Б.

Особенности контактного взаимодействия вибрирующих рабочих органов с бетонной поверхностью в технологиях заглаживания

Четвертнова В.В.

Оценка влияния внешних факторов на работу протяженных транспортных объектов с позиции системного подхода

Засядко А.А.

Электрогидравлические виброзащитные системы

Раздел 2. Управление в технических системах. Информационные технологии.

Махутов Н.А., Гаденин М.М.

Многоуровневое регулирование и обеспечение безопасности

Sugisaka M., Loukianov A., Xiongfeng F., Kubik T., Kubik K.B.

Development of an artificial brain LifeRobot

Марюхненко В.С., Комогорцев М.Г., Трускова Т.В.

Пути предотвращения критических состояний на транспорте

Бардушко В.Д., Закарюкин В.П., Крюков А.В., Сузгаев М.В.

Особенности моделирования износа изоляции тягового трансформатора

Елисеев С. В., Упырь Р.Ю.

Особенности параллельных соединений в механических цепях

Раздел 3. Экономика. Инновации. Социально-экономические исследования.

Solskaya I.Y.

Structural reform of transport and fundamental research in economics

Хоменко А.П., Каштанов Ю.Б., Елисеев С.В.

Основы стратегии и тактики управления региональным центром мониторинга, прогнозирования и управления безопасности транспортных систем

Толстых О.Д., Гозбенко В.Е.

Структура и содержание тестовой базы (комплексные числа)

Jakobson A. Ya.

The geopolitical and marketing backgrounds of Russian-Chinese relationships

№3 (15) 2007

Раздел 1. Механики. Транспорт. Машиностроение.

Белокобыльский С.В., Огар П.М., Тарасов В.А.

Многокритериальный подход к проектированию затворов трубопроводной арматуры

Упырь Р.Ю., Логунов А.С., Московских А.О., Насников Д.Н.

Математические модели механических колебательных систем на основе использования теории четырехполюсников

Кошуба В.Б., Белокобыльский С.В. Учет нелинейных свойств упругого взаимодействия в контакте вибрирующего рабочего органа с поверхностью бетонной смеси

Лонцих П.А., Малышева К.В., Сентяева В.А.

Математическое программирование как инструмент управления качеством

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Соколов В.Ю.

Методология расчета токораспределения в многопроводных системах

Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Плешивцева С.В.

Совершенствование конструкции привода ковша одноковшовых гидрофицированных дорожных и строительных машин

Колесник М.Н., Гозбенко В.Е.

Принципы создания информационно-планирующей и управляющей системы перевозками на автомобильном транспорте

Раздел 2. Материалы научно-практической конференции «Безопасность регионов — основа устойчивого развития».

Хоменко А.П., Елисеев С.В., Каштанов Ю.Б.

Концепция научно-практической конференции «Безопасность регионов — основа устойчивого развития»

Рекомендации научно-практической конференции

«Безопасность регионов — основа устойчивого развития»

Программа научно-практической конференции

«Безопасность регионов — основа устойчивого развития»

Воротилкин А.В.

Безопасность на железнодорожном транспорте. Современные проблемы и пути их решения

Елисеев С.В., Каргапольцев С.К., Быкова Н.М.

Северо-Муйский тоннель и технологии системного подхода к управлению безопасностью технических объектов

Елисеев С.В., Каргапольцев С.К., Каштанов Ю.Б., Дьяченко А.А., Быкова Н.М.

Методология оценки и прогнозирования безопасности состояния сложных технических систем

Кучера Л.Я.

Оценка надежности функционирования технических систем в аспекте развития инфраструктуры жизнеобеспечения

Каштанов Ю.Б., Белов И.А., Беляев А.А., Узунов В.Г.

Современные технологии создания экспертных систем ситуационных центров для повышения надежности и безопасности технически сложных объектов

Малых Г.И.

Надёжность техники — основа безопасности всей техносферы и жизнедеятельности людей

Закарюкин В.П., Крюков А.В., Молин Н.И.

Проблемы электроснабжения байкало-амурской железнодорожной магистрали и возможности их решения

Крюков А.В., Крюков Е.А.

Повышение надежности электроснабжения регионов на основе противоаварийного управления

Машуков А.А.

Технология подготовки и организации природоохранной деятельности на предприятиях железнодорожного транспорта и его информационное обеспечение

Тупицын А.А., Тупицын А.А., Погодин В.К.

Проблемы обеспечения безопасной эксплуатации приводов промышленного оборудования и перспективное направление их решения

Худоногов А.М., Коноваленко Д.В., Васильев А.А.

Пути повышения надежности установок для сушки увлажнённой изоляции тяговых электрических машин

Макаров В.В., Лакин И.К., Худоногов А.М., Смирнов В.П.

Система пожаробезопасного управления электровозом.

Пекарь К.А., Халиуллин А.К.

Возможности экспресс-методов определения органических соединений в воздухе рабочей зоны

Руш Е.А., Кучера Л.Я., Гозбенко К.В., Ветров Л.В.

Перспективные направления развития кафедры «Безопасности жизнедеятельности и экологии» в Иркутском государственном университете путей сообщения

Волохова Е.А., Руш Е.А.

Социальная ответственность в аспекте экологической безопасности

Дамбиев Ц.Ц., Крюков А.В., Нимаев В.Б.

Региональная политика в области энергосбережения и энергетическая безопасность

Истомина Л.М., Ванчиков В.Ц.

Управление неподвижным пристенным слоем воды на поверхности полупроницаемых фильтров

Мельниченко О.В., Мельниченко Т.О.

Обеспечение экологической безопасности при техническом обслуживании букс МОП и кожухов тяговых редукторов электровозов серии ВЛ

Богатов М.Ю., Хоменко А.П.

Свободные экономические зоны и транзитно-транспортные коридоры — важнейшие факторы ускорения развития Сибири

Краковский Ю.М., Деренских В.И.

Анализ рисков проблемных территорий при техногенных чрезвычайных ситуациях

Лидин К.Л., Якобсон А.Я., Богатырёва М.В.

Угрозы безопасности при формировании Иркутской агломерации: субъективные и объективные

Трофимова Т.И.

Миграционные аспекты глобализации и проблемы национальной безопасности

Засядко А.А.

Стратегии инновационного развития транспортного вуза: научно-образовательный проект «Инноватика»

Чичкалюк В.А., Богатов М.Ю., Окунева И.В., Черных А.Б.

Инновационные направления в разработке образовательных технологий

Тупицын А., Кузнецов К.А.., Погодин В.К.

Технико-экономические аспекты обеспечения работоспособности технологического оборудования опасных нефтехимических производств

Харченко Л.Н.

Духовность как фактор безопасности в глобализирующемся мире

Егоров А.В.

Проблема формирования культуры совести как основы социально-нравственной безопасности общества

Внукова Л.И., Сыросенко Л.И.

Аттестация рабочих мест по условиям труда и сертификация работ по охране труда - составные и определяющие части механизма управления безопасностью труда

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абрамов Никита Андреевич,
аспирант ИрГУПС

Абросимов Николай Васильевич,
представитель Администрации президента Российской Федерации

Аршинский Леонид Вадимович,
к.т.н., доцент ВСГИ МВД

Белов Илья Александрович,
аспирант ИрГУПС

Белокобыльский Сергей Владимирович,
д.т.н., проф. БрГУ

Богатов Максим Юрьевич,
к.полит.н., нач. отдела международных отношений ИрГУПС

Борюшкина Светлана Александровна,
аспирант кафедры «Управления качеством и механики» ИрГТУ

Быкова Наталья Михайловна,
к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Мосты и транспортные тоннели» ИрГУПС

Воропай Николай Иванович,
член-корр. РАН., директор ИСЭ СО РАН

Габитов Рафаил Шамилевич,
нач. ПЧ-28 ВСЖД

Гозбенко Валерий Ерофеевич,
д.т.н., проф. кафедры «Высшая математика» ИрГУПС

Гущин Юрий Григорьевич,
докторант, канд. филолог. наук. Московская академия рынка труда и информационных технологий

Дьяченко Анатолий Алексеевич,
нач. службы капитального строительства ВСЖД

Ермошенко Юлия Владимировна,
к.т.н., декан заочного факультета ИрГУПС

Жмуров Владимир Васильевич,
аспирант БрГУ

Закарюкин Валерий Пантелеймонович,
к.т.н, доцент ИрГУПС

Засядко Анатолий Алексеевич,
к.т.н., доцент, заместитель первого проректора ИрГУПС

Калаш Оксана Александровна,
аспирант кафедры «Строительных конструкций» ИрГТУ

Каштанов Юрий Борисович,
к.т.н., директор центра инноваций и бизнес-образования ИрГУПС

Кноль Владимир Антонович,
д.э.н., Генеральный директор ОАО «Томская судоходная компания»

Кобзов Дмитрий Юрьевич,
к.т.н., доцент БрГУ

Коваленко Галина Владимировна,
к.т.н., доцент, профессор кафедры «Строительных конструкций» ИрГУПС

Колесник Марина Николаевна,
ст. преподаватель кафедры «Управление автомобильным транспортом» Ангарской государственной технической академии

Коптев Антон Владимирович,
аспирант ИрГУПС

Крюков Андрей Васильевич,
д.т.н., проф. ИрГУПС

Кузнецова Анна Николаевна,
к.т.н., уч. секретарь Президиума ИНЦ СО РАН

Кузьмин Михаил Иванович,
академик РАН, председатель президиума ИНЦ СО РАН

Лонцих Павел Абрамович,
д.т.н., проф., зав. кафедрой «Управления качеством и механики» ИрГТУ

Луцкая Нонна Владиславовна,
стажер кафедры «Управления качеством и механики» ИрГТУ

Мартыненко Олег Петрович,
д.т.н., проф. БрГУ

Махутов Николай Андреевич,
член-корр. РАН, зав. Отделом института машиноведения РАН

Меньщикова Надежда Сергеевна,
старший преподаватель кафедры «Строительных конструкций» ИрГТУ

Парфенов Игорь Иванович,
д.т.н., профессор Московской академии рынка труда и информационных технологий

Парфенова Мария Яковлевна,
д.т.н., профессор Московской академии рынка труда и информационных технологий

Петров Виталий Петрович,
к.т.н., Международный институт безопасности сложных технических систем

Плешивцева Светлана Викторовна,
аспирант БрГУ

Пыхтеев Юрий Васильевич,
гл. инженер ПЧ-28 ВСЖД

Рева Марина Александровна,
аспирант кафедры «Управления качеством и механики», ИрГТУ
Резников Дмитрий Олегович,
к.т.н., Международный институт безопасности сложных технических систем
Ситов Игорь Сергеевич,
аспирант БрГУ
Соболев Владимир Иванович,
д.т.н., проф. ИрГТУ
Созинов Валерий Васильевич,
к.т.н., доцент ИрГУПС
Упырь Роман Юрьевич,
аспирант ИрГУПС
Фролов Константин Васильевич,
академик РАН, директор института машиноведения РАН
Хоменко Андрей Павлович,
д.т.н., проф., ректор ИрГУПС
Чарный Семен Михайлович,
стажер кафедры «Управления качеством и механики» ИрГТУ
Черниговская Татьяна Николаевна,
аспирант ИрГУПС
Черных Антонина Борисовна,
к.соц.н., доцент ИрГУПС
Шаманов Виктор Иннокентьевич,
д.т.н., проф. ИрГУПС
Шелестов Сергей Юрьвич,
д.т.н., профессор Московской академии рынка труда и информационных технологий
Шемякин Иван Святославович,
зам. нач. ПЧ-28 ВСЖД

Министерство Образования и Науки Российской Федерации
Министерство Транспорта
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Иркутский государственный университет путей сообщения
Российская инженерная академия

Современные технологии

Системный анализ

Моделирование

№4(16)
2007

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Ответственный за выпуск **С.В.Елисеев**

Подписано в печать 13.10.2007. Формат 60x84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. Печ. л. 19.
Уч.-изд. л. 19,5. Тираж 500 экз. Заказ №___
Подписной индекс по каталогу «Почта России»: 51544
ISSN: 1813-9108
Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.
Сведения о журнале ежегодно
публикуются в международной справочной системе
по периодическим и продолжающимся изданиям
"Ulrich's Periodicals Directory"

ИД №06506 от 26.12.01
Иркутский государственный университет путей сообщения
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15.

Отпечатано в ООО ПО Ангарская городская типография,
г. Ангарск, ул. Мира, 18.

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по
делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ №13-0574 от 24 декабря 2003 г.
Учредитель Иркутский государственный университет путей сообщения
(664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, 15)

© Издательство Иркутского Государственного Университета Путей Сообщения