

-
Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції
Материалы IV Международной научно-практической конференции
Materials of the 4th international scientific and practical conference
-

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ**

**MODERN INFORMATION AND INNOVATION
TECHNOLOGIES IN TRANSPORT**

MINTT-2012

Збірка матеріалів конференції у двох томах

Том 1

Volume 1

**29-31 травня 2012 року
Херсон, Україна**

**29-31 мая 2012 года
Херсон, Украина**

**May 29-31, 2012
Kherson, Ukraine**

Організатори конференції:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗМІСТУ ОСВІТИ
ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ НАН УКРАЇНИ ІМ. В.М.БАКУЛЯ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ЄВРОПЕЙСЬКА АСОЦІАЦІЯ З БЕЗПЕКИ
МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ НАУК ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ
БРЕМЕНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИКЛАДНИХ НАУК
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ НАН БІЛОРУСІ
НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ОБ'ЄДНАННЯ «ЦИКЛОН»
КРЮНГОВА КОМПАНІЯ «MARLOW NAVIGATION»

Програмний комітет:

Беккер Хайнц Р. – проф. (Німеччина);	Мальцев А.С. – д.т.н., проф. (Україна);
Бідюк П.І. – д.т.н., проф. (Україна);	Новіков М.В. – д.т.н., проф., академік НАН України;
Блінцов В.С. – д.т.н., проф. (Україна);	Русак О.М. – д.т.н., проф. (Росія);
Букетов А.В. – д.т.н., проф. (Україна);	Рябінін Л.І. – д.т.н., проф. (Росія);
Варбанец Р.А. – д.т.н., доц. (Україна);	Селіванов С.Є. – д.т.н., проф. (Україна);
Ісаєв Є.О. – д.т.н., проф. (Україна)	Соколова Н.А. – д.т.н., проф. (Україна);
Казак В.М. – д.т.н., проф. (Україна);	Федоровський К.Ю. – д.т.н., проф. (Україна);
Кондратенко Ю.П. – д.т.н., проф. (Україна);	Харченко В.П. – д.т.н., проф. (Україна);
Кривонос Ю.І. – д.т.н., проф. (Білорусь);	Ходаков В.Є. – д.т.н., проф. (Україна);
Коженовски Лешек Ф. – проф. (Польща);	Цимбал М.М. – д.т.н., проф. (Україна).
Леонов В.Є. – д.т.н., проф. (Україна);	
Малигін Б.В. – д.т.н., проф. (Україна);	

Організаційний комітет:

голова	Ходаковський Володимир Федорович – ректор Херсонської державної морської академії.
заступник голови	Бень Андрій Павлович – проректор з науково-педагогічної роботи.
члени комітету:	Настасенко Валентин Олексійович – доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок та загальноінженерної підготовки, Блах Ігор Володимирович – вчений секретар, начальник відділу технічної інформації, Клементьєва Оксана Юріївна – технічний секретар, редактор наукових видань відділу технічної інформації.

У збірнику представлено матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», яка відбулася у м. Херсоні 29-31 травня 2012 р. і була присвячена актуальним питанням застосування сучасних інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2012) : збірка матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції. У 2-х тт. Т. 1. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2012. – 212 с.

ПЕРЕДМОВА

Шановні колеги!

Ви тримаєте в руках збірку тез докладів Четвертої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2012)», метою якої є аналіз та узагальнення нових теоретичних і прикладних результатів щодо застосування сучасних інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі. Конференція проходить у місті Херсоні, що розташоване на мальовничих берегах річки Дніпро, на базі старішого морського навчального закладу нашої держави – Херсонської державної морської академії. В організації та роботі конференції беруть участь провідні науково-дослідні та навчальні заклади України, Росії, Білорусі та зарубіжжя.

Основним завданням конференції є обговорення широкого кола нових наукових і практичних результатів застосування сучасних інформаційних технологій на транспорті; обмін ідеями та пошук нових пріоритетних напрямків наукових досліджень; встановлення та розвиток нових контактів у сфері наукового співробітництва між навчальними закладами, науковими установами та підприємствами України та зарубіжжя. Одна з особливостей конференції – залучення молодих науковців до розробки найбільш актуальних напрямків наукових досліджень у транспортній галузі.

Програмою конференції передбачено проведення пленарного засідання та робота фахівців у секціях: *контроль, діагностика і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами, системний аналіз та математичне моделювання складних об'єктів, інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень, інтегровані комплекси транспортних засобів, тренажерні системи та людський фактор на транспорті, проблеми надійності та енергозбереження, ресурсозберігаючі технології, захист навколишнього середовища, безпека життєдіяльності.*

Для зручності наукові праці конференції розміщено у двох томах. До *першого* тому увійшли праці, присвячені проблемам контролю, діагностики і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами, системного аналізу і математичного моделювання складних об'єктів та функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. У *другому* томі представлено матеріали, в яких розглядаються питання розробки та впровадження інтегрованих комплексів транспортних засобів, тренажерних систем; людського фактору на транспорті, а також матеріали щодо проблем надійності, ресурсозберігаючих технологій, захисту навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності.

Ми впевнені, що досить широка проблематика наукових праць конференції буде сприяти не тільки плідному аналізу та обговоренню вищезазначених питань, а й обміну ідеями та думками, пошуку пріоритетних напрямків наукових досліджень, встановленню нових контактів у сфері наукового співробітництва фахівців галузі, залученню молодих науковців до участі у вивченні найбільш актуальних напрямків досліджень у транспортній галузі.

Організатори щиро дякують усім учасникам конференції та сподіваються, що MINTT-2012 стала добрим продовженням зустрічей та спілкування, початок яких покладено на попередніх конференціях. Ми маємо надію, що традиції, започатковані конференцією, та дана збірка наукових праць стануть корисними не тільки для її учасників, а й для широкого кола науковців, фахівців, молодих учених, які займаються теоретичними та прикладними дослідженнями інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Висловлюємо свою подяку всім авторам доповідей за порозуміння та співпрацю з організаторами.

Бажаємо всім нових наукових ідей та досягнень, плідної роботи, нових відкриттів.

З повагою, Організаційний та Програмний комітети.

СЕКЦІЯ 1:

**КОНТРОЛЬ, ДІАГНОСТИКА І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ
УПРАВЛІННІ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА

Белан С.Н., Моторнюк Р.Л.,

Государственный экономико-технологический университет транспорта
(Украина, г. Киев)

Введение. Современные системы обработки и распознавания изображений объектов широко применяются в автоматизированных системах управления объектами транспорта. Особо актуальным является использование систем идентификации и видеонаблюдения за объектами в реальном времени. Это дает возможность повысить надежность функционирования всех узлов транспортной области с принятием решений в реальном времени. Существующие средства техники связи, оптических средств ввода и эффективной обработки зрительных картин позволяют создавать более эффективные методы, которые позволяют с высокой скоростью осуществлять анализ изображений, принимать решения в различных ситуациях и осуществлять обмен информацией с различными рабочими станциями. В этом плане уже разработано множество различных систем, которые в основном используют последовательный характер обработки и имеют узкоспециализированные задачи. Наиболее эффективным в реализации систем технического зрения является использование клеточных автоматов (КА), позволяющих проводить наиболее оптимальную предварительную обработку изображений в реальном времени.

Актуальность исследований. На данный момент существует множество различных методов и средств предварительной обработки изображений, которые в основном нацелены на обработку стационарных объектов и используют известные подходы для реализации их на компьютерных системах. Широкого развития в этом плане получили системы, построенные на искусственных нейронных сетях. Однако при предварительной обработке изображений существует ряд трудностей, которые обусловлены точностью определения характеристических признаков изображения без потерь информации. Получение высоких положительных результатов в этом направлении позволит использование известного преобразования Радона, реализованного на клеточных автоматах [1].

Постановка задачи. Поскольку в реальных условиях в системах обработки изображений и идентификации объектов присутствуют изображения объектов различной сложности, в работе ставится задача построения системы, которая могла бы обрабатывать и проводить эффективный анализ изображений, среди которых могут присутствовать номерные знаки, различные геометрические формы объектов, их эмблемы и т.п. При этом, объекты могут быть расположены на различных расстояниях и в различной ориентации к входной апертуре системы технического зрения. Поэтому ставится задача выделения характеристических признаков изображений с использованием преобразования Радона на основе технологий клеточных автоматов.

Преобразование Радона как средство выделения характеристических признаков изображения и его аппаратная реализация в клеточных средах. Физическое содержание преобразования Радона для двумерного бинарного изображения заключается в нахождении суммы пикселей, которые формируют данное изображение, вдоль прямой по определенному направлению (по которому проводится преобразование). Результатами таких преобразований будут массивы значений.

Преобразование Радона можно использовать для выделения характеристических признаков изображений (как бинарных, так и многоградационных), которые потом использовать в алгоритмах распознавания и идентификации образов.

Для выделения характеристических признаков достаточно в большинстве случаев применять преобразование только по небольшому набору определенных направлений.

Причем достаточно рассматривать лишь сектор в 180° (π), так как для любого угла его результирующий массив будет зеркальным отображением массива для угла $\alpha+180^\circ$.

Клеточные автоматы представляют собой среду, которая владеет большими возможностями для моделирования совокупности взаимосвязанных однородных объектов. КА по определению являются параллельными структурами и используются для создания параллельных алгоритмов обработки информации и представляют интерес в качестве основы вычислительной техники с высоко параллельной архитектурой.

Широкое применение получили КА с гексагональным покрытием, с помощью которых существует возможность выделить шесть «врожденных» естественных направлений, образованных геометрическими особенностями данной структуры. Направления, которые возможно реализовать на таких КА, отвечают углам 0° , 30° , 60° , 90° , 120° но 150° . Направление 180° является «зеркальным» к направлению 0° .

На основе свойств гексагональной решетки есть возможность построения клеточных автоматов, которые смогут аппаратно выполнять преобразование Радона с дискретным шагом углового деления направлений на 30° (6 направлений) или 60° (3 направления). При этом количество направлений может выбираться в зависимости от характера и типа диапазона входных изображений, характеристические признаки которых нужно выделять.

В случае наличия групп изображений, в которых не хватает 6 направлений, используется 2 и больше клеточных автоматов, которые развернуты по оси, перпендикулярной плоскости КА, друг относительно друга на угол $\angle\beta = 30/n$, где n – количество клеточных автоматов, каждый из которых выполняет преобразование Радона по 6 направлениям.

В работе проведено программное моделирование предложенного КА с гексагональным покрытием, использующего преобразование Радона. Результаты программного моделирования такого КА показали сохранение характерности данных, полученных на выходе, даже при значительных искажениях. Полученные характеристические признаки в дальнейшем используются для распознавания и идентификации данных изображений.

Преобразование Радона также эффективно используется для поиска и выделения прямых линий, присутствующих на исследуемых изображениях. Причем использование КА позволяет (несмотря на высокое зашумление и искажения) определять прямые линии с различными направлениями.

По результатам компьютерного моделирования разработана модель устройства, которое аппаратно реализует преобразование Радона. Устройство состоит из самого КА с гексагональным покрытием, блока управления и шести массивов регистров для сохранения результатов работы. Устройство было промоделировано в AlCive-HDL – среде разработки, моделирования и верификации проектов для программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Результаты программного и аппаратного моделирования показали небольшой разброс и определяются невысокой разрешающей способностью.

Заключение. Реализация преобразования Радона на клеточных автоматах с шестиугольной мозаикой позволило повысить быстродействие обработки изображений. При этом использование нескольких КА дает возможность повысить точность выделения характеристических признаков изображений при высокой зашумленности. Моделирование разработанных КА в среде AlCive-HDL подтверждает возможность реализации их на ПЛИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Radon. Über die Bestimmung von Funktionen durch ihre Integralwerte längs gewisser Mannigfaltigkeiten. Berichte Sächsische Akademie der Wissenschaften, Leipzig, Mathematisch-Physikalische Klasse, 69:262–277, 1917.

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ

Белан С.Н., Южаков С.В.,

Государственный экономико-технологический университет транспорта
(Украина, г. Киев)

Введение. В настоящее время автоматизация работы железнодорожного транспорта требует поиска новых подходов, которые базируются на применении методов искусственного интеллекта. Одной из задач, что ставятся в железнодорожной отрасли, есть задача идентификации подвижных объектов. Для этого применяют системы технического зрения с использованием современных технических достижений.

Разработка систем машинного зрения также является одним из основных направлений построения искусственного интеллекта. Распознавание изображений и определение их параметров необходимы для анализа видеoinформации при создании автоматических систем на производстве, специализированных компьютерных программ, автономных роботов, систем видеонаблюдения, в медицине, космосе и т.п.

Актуальность исследований. Все имеющиеся методы распознавания являются вариациями классификации объекта за избранными характеристиками. Эффективными являются корреляционные методы, которые базируются на полном переборе при сравнении объекта с эталоном. Но они есть и наиболее затратными по времени распознавания, объемами эталонной базы и количеством математических вычислений. Разработка других методов направлена на уменьшение ресурсных и экономических затрат. Поэтому с развитием информационных технологий постоянно осуществляется поиск и разработка новых методов и средств обработки и распознавания изображений.

Постановка задачи. На данном этапе разработчики систем машинного зрения рассматривают использование процесса параллельного сдвига исключительно с целью нормализации изображения для последующего распознавания. То есть, используют данное аффинное превращение лишь на этапе фильтрации.

В настоящее время создано много алгоритмов и методов распознавания, но ни один из них нельзя считать универсальным. Определены многие критерии распознавания образов, которые даже в совокупности не могут, пока еще, использоваться для идентификации всех возможных изображений. Одним из таких критериев может быть площадь фигуры. Площадь фигуры сама по себе несет информацию только о размерах объекта, а не о его форме. Для распознавания образов необходимо ввести динамику изменения плоскости.

Основной задачей данной работы является использование параллельного сдвига на этапе превращения объекта. Предложены в данной работе методы предыдущей обработки и распознавания изображений на базе технологии параллельного сдвига предусматривают превращение входного объекта в набор функций плоскости пересечения.

Принципы обработки и распознавания изображений на основе функции площади пересечения изображения объекта с его копией. Получение функции пересечения площадей (ФПП) проводится с использованием простых алгоритмов обработки, которые не предусматривают выполнения большого количества сложных математических вычислений.

Обобщенная схема предварительной обработки видеoinформации, что используется в данной работе, представленная на рис. 1.

Процессы расслоения входного изображения по градациям серого цвета и бинаризация являются достаточно простыми процессами, которые обстоятельно описаны в разных источниках. Для определенного метода распознавания видеoinформации необходимо избирать способ шумоподавления в зависимости от ожидаемого типа препятствий. Поскольку объектом исследований обработки видеoinформации на основе процесса получения функций плоскости пересечения являются бинаризованные не

контурные изображения, то шумом в данном случае можно считать отрезки и линии толщиной один пиксель и отдельно расположенные одиночные элементы. Для удаления препятствий такого характера достаточно воспользоваться анализом количества элементов окружения каждого из пикселей изображения, что является в сущности вариантом прямоугольного усредняющего фильтра. Только в результате бинаризованности изображения центральному элементу присваивается не среднее значение элементов окружения, а нуль или единица в зависимости от их количества.

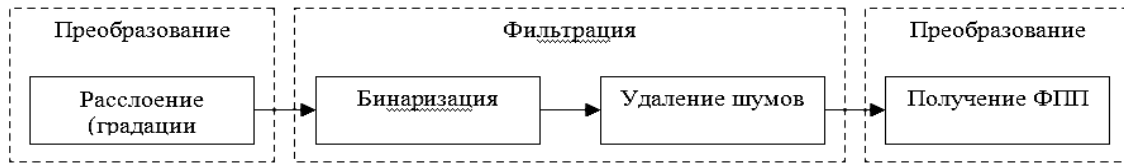


Рисунок 1 – Обобщенная схема предварительной обработки видеоинформации на основе ФПП

Функция площади пересечения (ФПП) – это функция зависимости площади пересечения начального изображения и его копии, которая параллельно сдвигается в избранном направлении. Таким образом, превратив начальное изображение в набор функций, возможно проводить последующий процесс анализа с целью идентификации. Распознавание образов с использованием функций площади пересечения и ее основных параметров можно выполнять многими способами. В программной модели использованный метод сравнения с эталоном.

В этом плане выделяются основные параметры предложенного метода распознавания изображений на основе технологии параллельного сдвига.

1. Характерной чертой способа превращения для данного метода идентификации образов является получение ФПП, вычисления ее основных параметров и разнообразных коэффициентов, которые используются в последующем процессе сравнения.

2. Эталоны хранятся в виде определенных поверхностей, которые созданы функциями плоскости пересечения в направлениях от φ к $\varphi + \pi$.

3. Сравнение реально полученной ФПП с эталонными проводится в два этапа с целью ускорения процесса идентификации.

Основными показателями функции плоскости пересечения при распознавании изображений является начальная площадь изображения (S_0), максимальный сдвиг в направлении φ (X_{\max}), максимальный сдвиг в направлении φ_1 (Y_{\max}). Лишь на базе этих параметров и происходят последующие расчеты. Определение данных параметров легко реализовать аппаратно. Для большинства изображений аналитически определить ФПП не возможно, поэтому необходимо хранить эталонные ФПП для каждого направления сдвига. Таким образом, для каждого изображения должна храниться определенная эталонная поверхность, что состоит из ФПП данной фигуры в направлениях сдвига $0, \pi$. Хранить ФПП в направлениях $0, 2\pi$ не нужно, потому что данная поверхность имеет центральную симметрию.

Распознавание изображений с помощью функций плоскости пересечения нуждается в сравнении реально полученных ФПП с массивами эталонных ФПП, что при большом количестве эталонов требует большого объема времени на выполнение. Возникает необходимость для ускорения этого процесса ввести определенные показатели, которые бы позволили ограничить количество эталонных ФПП, необходимых для сравнения.

Заключение. Реализация системы обработки изображений на основе ФПП позволила повысить быстродействие обработки изображений. При этом повышается процент правильно распознанных изображений без сложной предварительной обработки и подготовки.

АЛГОРИТМ ПОШУКУ ВІДМОВ В СИСТЕМІ «ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ – АЕРОДРОМНИЙ СВІТЛОСИГНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС»

Вакарова А.Й., Гладинюк Л.Л., Гладинюк Б.В.,

Національний авіаційний університет

(Україна, м. Київ)

Вступ. На кожній стадії життєвого циклу, починаючи з етапу математичного зразка, здійснюється визначення технічного стану системи. Для того, щоб розділити схожі процеси пошуку несправностей, виділяють ряд стадій: пошук несправності (дефекту); відладження; налагодження; діагностування.

На кожній з наведених стадій та їх станів несправності носять специфічний характер: відладження пов'язане в основному з виявленням і усуненням похибок розробника; налагодження – з технічними дефектами; діагностування – з відмовами та пошкодженнями у процесі випробувань та експлуатації.

Актуальність досліджень. Надійне забезпечення електроенергією аеродромного світлосигнального комплексу (АСК) є визначальною характеристикою, що забезпечує безперебійну роботу всієї системи живлення. У доповіді пропонується використовувати спосіб половинного розбиття для пошуку відмов в системі «джерело живлення – АСК», який забезпечує високу точність прогнозування.

Постановка задачі. Для підвищення імовірності надійного забезпечення електроенергією АСК може використовуватися сумісна інформація про наявність електроживлення від різних за фізичними принципами джерел енергії. При цьому виникає проблема їх найкращого об'єднання в єдиний комплекс – комплексну систему обробки інформації. Оскільки АСК за вимогами ІСАО до надійності електроживлення відноситься до електроприймачів першої категорії особливої групи.

Результати досліджень. Пошук несправності – це пошук причини, що викликала невідповідність властивостей динамічної системи чи його окремих частин ознакам, що записані в технічній документації. Термін має сенс для будь-якої стадії та їх етапів існування системи.

З точки зору пошуку несправності найважливішим параметром несправності є час її існування.

$$T_{ic} = T_{вияв.} + T_{л}, \quad (1)$$

де T_{ic} – час існування несправності; $T_{вияв.}$ – час виявлення несправності, тобто час, який пройшов з моменту виникнення несправностей до її виявлення; $T_{л}$ – час локалізації джерела несправності.

З точки зору часових параметрів відмови поділяють на постійні існуючі, відмови, які не можуть самовідновлюватись і відмови – несправності, які з часом самоусуваються.

Операція перевірки працездатності має дві несумісні альтернативи, з яких одна відповідає працездатному стану об'єкта, а друга потребує здійснення пошуку і усунення несправності, тобто діагностування.

Існують наступні способи побудови програм пошуків відмов:

- послідовно-функціонального аналізу;
- половинного розбиття;
- «час-ймовірність»;
- алгоритм Синдєєва;
- метод гілок і границь;
- за ієрархічним принципом;
- інженерний спосіб.

Ми використали спосіб половинного розбиття для визначення відмов в системі «джерело живлення – АСК».

У даній системі ймовірності станів кожного складового її елемента не рівнозначні, а задані в табл.1.

Таблиця 1 – Ймовірності станів елементів системи

$P(D_i)$	0,06	0,23	0,15	0,09	0,08	0,14	0,13	0,07	0,05
D_i	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9

$$\sum_{i=1}^9 P(D_i) = 1;$$

$$\sum_{i=1}^4 P(D_i) = 0,53;$$

$$\sum_{i=5}^9 P(D_i) = 0,47$$

З розрахунків видно, що першим для контролю доцільно обирати четвертий параметр. Припустимо, що результат його контролю негативний. Це означає, що відмовив один з елементів першої половини системи.

Перерахувавши в першій половині ймовірності станів, отримали значення $P'(D_i)$, які наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Ймовірності станів першої половини

$P'(D_i)$	0,11	0,44	0,28	0,17
D_i	D_1	D_2	D_3	D_4

Наступним параметром для контролю у разі негативного результату перевірки четвертого параметру обираємо другий параметр, який у ймовірнісному сенсі ділить вузли на дві половини. Після перерахунку ймовірностей стану у разі негативного результату контроль другого параметру отримаємо значення, які наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати розрахунків ймовірностей

$P''(D_i)$	0,2	0,8
D_i	D_1	D_2

Далі контролюється перший параметр, та при негативному результаті контролю фіксується відмова першого елемента, тобто стан D_1 , а при позитивному – відмова другого елемента, тобто стан D_2 .

Висновки. Отже, такий спосіб визначення стану системи потребує значно менше часу на діагностування, але вимагає наявності даних про ймовірність відмов кожного елемента системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Казак В. М. Основи теорії контролю та технічної діагностики. – К. : НАУ, 2011 – 276 с.
2. Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования. / Под. ред. И. М. Синдеева – М. : Транспорт.1976. – 254 с.
3. Буравлев А. И., Доценко Б. И., Казаков И. Е. Управление техническим состоянием динамических систем. – М. : Машиностроение, 1995. – 240 с.

ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗУПИННОГО ПУНКТУ МАРШРУТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ

Василенко Т.Є., Гулак Д.В.,

Автомобільно-дорожній інститут

Донецького національного технічного університету «ДонНТУ»

(Україна, м. Горлівка)

Вступ. Перехід України до ринкової економіки зумовив зміни в організації пасажирських перевезень. В даний час значна частина перевезень здійснюється приватними підприємствами, внаслідок чого спостерігається: використання різнотипного рухомого складу; збільшення кількості маршрутів, внаслідок чого на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі інтенсивність руху міського пасажирського транспорту не відповідає містобудівним і технічним нормам; недотримання графіків руху.

В рамках даної проблеми особливе місце займає організація руху міського пасажирського транспорту на зупинних пунктах (ЗП), пропускна здатність (ПЗ) яких часто не відповідає інтенсивності руху маршрутних транспортних засобів. Зупинні пункти з недостатньою пропускною здатністю створюють значні перешкоди руху транспортних потоків на вулицях і стають причиною виникнення заторів. Підвищення пропускної здатності зупинного пункту пов'язано з її оцінкою. У теперішній час в спеціальній літературі відсутні моделі розрахунку пропускної здатності зупинного пункту адекватні сучасним умовам руху в містах. Тому оцінка пропускної здатності зупинного пункту пасажирського транспорту з урахуванням особливостей організації пасажирських перевезень є актуальною задачею. Для полегшення розрахунків можливо використовувати ЕОМ. На даний момент програми для оцінки ПЗ зупинних пунктів відсутні.

У зв'язку з цим, метою статті є розробка програмного комплексу для оцінки ПЗ ЗП.

Результати досліджень. При розробці програми розрахунку пропускної здатності будемо використовувати Microsoft Visual Basic [1].

На початку розробки програми розрахунку пропускної здатності зупинного пункту необхідно встановити її мету.

По-перше, розрахунок пропускної здатності за запропонованою формулою (1) та існуючою (2) для порівняння отриманих результатів.

$$P = \frac{3600}{(8,9 + 3,0 \cdot Q_{nac} + 26,5 \cdot N_{asm}) + (e^{1,308} \cdot e^{0,411 \cdot \tau} \cdot e^{-0,326 \cdot \mu})}, \quad (1)$$

де τ – час необхідний для вливання в потік, с; τ – середній інтервал у потоці, с; $Q_{i\ddot{a}n}$ – це кількість пасажирів, які вийшли та зайшли в автобус, пас.; $N_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{d}}$ – це кількість автобусів в черзі на обслуговування, од.

Абсолютна пропускна здатність ЗП – це середня кількість автобусів, що можуть бути обслуговані за певний час. Визначається за формулою (2) [2]:

$$A = \lambda \cdot Q. \quad (2)$$

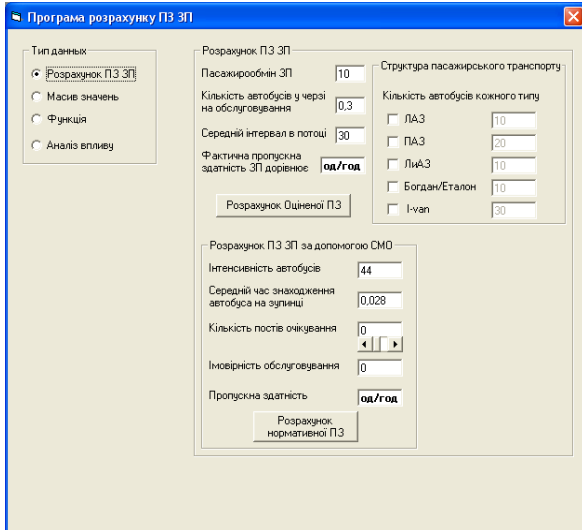
По-друге, розрахунок пропускної здатності за формулою (1) та існуючою (3) при різних значеннях пасажирообміну зупинного пункту [8]:

$$P_o = \frac{3600}{\sum t_1 + \sum t_2 + \sum t_3 + \sum t_4}, \quad (3)$$

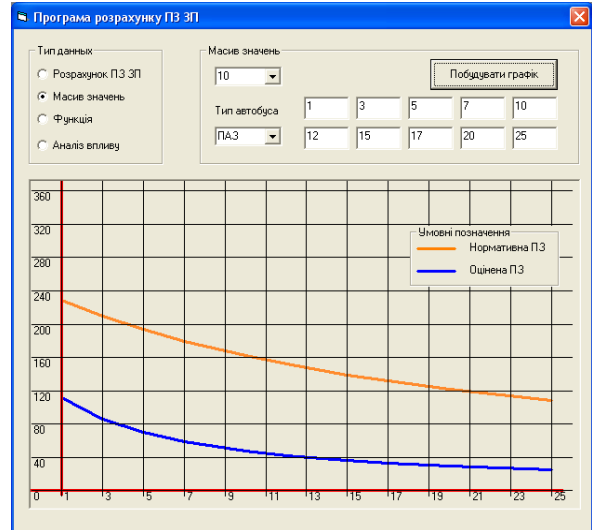
де $\sum t_1$ – час, що витрачається на розгін транспортного засобу з початком руху із зупинки, с; $\sum t_2$ – час гальмування перед зупинкою, с; $\sum t_3$ – час простою на зупинному

пункті, необхідний для входу та виходу пасажирів, с; $\sum t_4$ – час, необхідний для відкриття і закриття дверей, с.

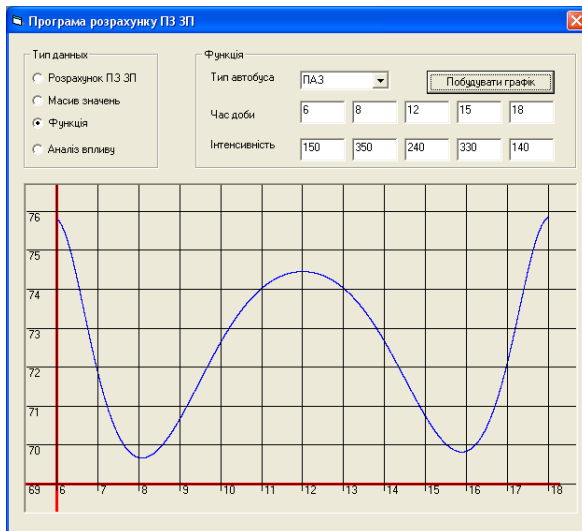
По-третє, визначення зміни інтенсивності руху по крайній правій смузі протягом певних годин доби. Так як запропонована формула (1) для розрахунку пропускної здатності використовує значення середнього інтервалу між автомобілями в потоці, то за значеннями інтенсивності руху для кожної години, з'явиться можливість визначення зміни пропускної здатності зупинного пункту.



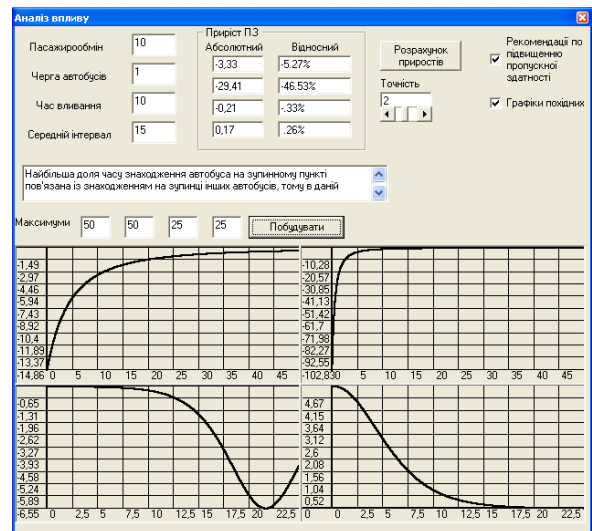
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 – Вікна програми:

а) для розрахунку ПЗ та порівняння; б) розрахунку зміни ПЗ в залежності від пасажирообміну зупинного пункту; в) зміни пропускної здатності зупинного пункту в залежності від інтенсивності руху по крайній правій смузі за годинами доби; г) обчислення приростів пропускної здатності та подальшого аналізу шляхів її підвищення.

По-четверте, аналіз шляхів підвищення пропускної здатності в програмі передбачена можливість обчислення приростів пропускної здатності при зміні будь-якого з показників, що впливають. Ґрунтуючись на значення приростів програма буде давати рекомендації по підвищенню якості функціонування зупинного пункту в конкретних умовах. Для визначення діапазонів доцільної зміни факторів, що впливають, служать графіки приватних похідних, котрі дають можливість судити про те, на скільки значимим буде зміна пропускної здатності.

За допомогою засобів Visual Basic розробимо інтерфейс програмного комплексу з урахуванням поставлених вимог. Вікна програми представлені на рисунку 1.

Таким чином, за допомогою вище зазначеного програмного комплексу, користувач має можливість провести оцінку пропускну здатності зупинного пункту, проаналізувати вплив на її значення типу рухомого складу, що обслуговується, параметрів транспортного потоку, зокрема інтенсивності автомобілів на крайній правій смузі руху протягом певного проміжку часу доби. Та як впливає на пропускну здатність пасажирообмін зупинного пункту. Проаналізувавши ці параметри користувач матиме можливість бачити які саме чинники необхідно змінювати з метою підвищення пропускну здатності зупинного пункту.

Для проведення оцінки пропускну здатності зупинного пункту за допомогою розробленого програмного комплексу, були отримані вихідні данні. Для цього було проведено обстеження зупинних пунктів в основних напрямках перевезень міста Горлівки. Обраними були наступні зупинні пункти: ЗП «ж/м Будівельник», що знаходиться на Проспекті Леніна; ЗП «ТД Веста», що знаходиться на Проспекті Леніна; ЗП «Площа Леніна», що знаходиться на Проспекті Перемоги; ЗП «Лікарня №3», що знаходиться по вулиці Горлівської Дивізії, ЗП «ТЦ Амстор», що знаходиться по вулиці Кузнецова-Зубарева. Ці зупинні пункти мають значний пасажирообмін та обслуговують велику кількість автобусів різних маршрутів.

Оцінимо ПЗ на прикладі ЗП «ТЦ Амстор». Середній пасажирообмін цього зупинного пункту склав 5 чоловік, кількість автобусів у черзі на обслуговування дорівнює 0,32, середній час необхідний для вливання в потік дорівнює 12 секунд, а середній інтервал руху по крайній правій смузі рівний 17 секундам. Оцінена пропускну здатність склала 109 автобусів за годину, коли нормативна, розрахована за допомогою СМО, склала 62 автобуси на годину. Оцінена ПЗ перевищує нормативну майже у два рази.

При аналізі вихідних даних за допомогою програмного комплексу була отримана рекомендація, щодо підвищення пропускну здатності. У зв'язку з тим, що збільшення ПЗ обмежене щільним транспортним потоком, шляхами підвищення будуть: перерозподіл транспортного потоку, зміна геометричних параметрів смуги для розгону автобусів, або заміна рухомого складу на більш динамічний та маневрений.

Таким чином, програмний комплекс дає змогу розрахувати значення ПЗ, порівняти з нормативним, визначити коливання ПЗ протягом пікових та меж пікових годин, провести аналіз впливу чинників та отримати рекомендації стосовно підвищення ПЗ.

Висновки. Розроблено програмний комплекс за допомогою Visual Basic, з метою оцінки пропускну здатності зупинного пункту і формування управлінських рішень по її підвищенню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Браун С. Visual Basic 6.0 : Учебный курс : Пер с английского М.Х. – С. Пб : Питер, 1999. – 576 с.
2. Просветов Г. И., Математические методы в логистике : Учебно-методическое пособие. – М. : Издательство РДЛ, 2006. – 272 с.
3. Пугачёв И. Н. Организация и безопасность движения : Учеб. Пособие / И. Н. Пугачёв. – Хабаровск : Изд-во Хабар. гос. тех. ун-та, 2004. – 232 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ПРОКЛАДКИ

Воробей В.И.,

Киевская государственная академия водного транспорта имени гетмана
Петра Конашевича-Сагайдачного
(Украина)

Проблема предупреждений столкновений судов тесно связана с вопросами обнаружения сигнала в средствах автоматической радиолокационной прокладки (САРП). Известно, что первичную обработку радиолокационной информации в САРП целесообразно реализовать на базе методов построения обучающихся систем с учетом требований [1], главное из которых – это амплитудная селекция, которую необходимо выполнить с помощью надлежащего выбора переменного коэффициента передачи УПЧ приемника.

В процессе решения задач радиолокации, когда период излучения во много раз больше длительности сигнала, в [2] предлагается метод управления пороговым уровнем, реализация которого заключается в периодическом измерении апостериорной вероятности превышения порогового уровня шумов, сравнения с требуемым значением априорной вероятности и использовании разности в качестве сигнала управления. Метод применим в тех случаях, когда шум в каждом периоде излучения можно считать стационарным и требуется сравнительно большое значение априорной информации, а полезный сигнал не учитывается.

В работе [3] рассмотрено два метода управления порогом: управление, основанное на измерении средней частоты выбросов огибающей сигнала на выходе порогового устройства и управление по числу ложных декодирований.

Стабилизация мощности шума на выходе амплитудного детектора радиолокационного приемника чаще всего осуществляется с помощью шумовой автоматической регулировки усиления (ШАРУ). В [4] рассмотрена ШАРУ, которая производит измерение мощности шума путем оценки вероятности появления единицы на выходе квантователя, исходя из того, что распределение шума подчиняется закону Релея.

Вышеизложенные методы стабилизации ложных тревог при построении системы АРУ или АРПК требуют знания априорной информации о законах распределения шума, помехи и не учитывают действие полезного сигнала при анализе информации для определения оптимального режима работы устройств.

Широкие возможности для решения задачи помехозащиты открывает адаптивный подход, при котором для восполнения недостающей априорной информации производится накопление текущей информации. Так, в измерительном усилителе [5] для стабилизации коэффициента передачи применяется принцип самонастройки.

Для решения задач обнаружения применяются различные статистические критерии обнаружения, которые сводятся к выбору такого порогового уровня, который минимизировал бы вероятность той или иной ошибки в зависимости от выбранного критерия. Поскольку зависимость полной вероятности ошибки от порога имеет минимум, то для нахождения оптимального порогового уровня используется поисковый метод управления. Устройство, основанное на этом методе и реализующее, например, критерий минимума полной ошибки [6], определяет среднюю частоту выбросов помехи, т.е. апостериорную вероятность, сравнивает это значение с предыдущим, определяет знак приращения и дает команду на изменение величины порога в сторону уменьшения вероятности ошибки. Методу присущи недостатки: неприемлемое время установления оптимального значения порога, сложность аппаратуры, ошибки установки порога, которые тем больше, чем больше отношение сигнал-шум.

Решение задачи обнаружения сигнала в условиях нестационарной помехи с помощью адаптивной АРПК [7] обладает существенным недостатком, так как требует априорное знание функции, отражающей характер нестационарности входного процесса.

Высокой помехозащищенностью обладает устройство АРПК, работающее при известном временном положении сигнала [8]. В результате анализа алгоритма работы показано, что среднее значение управляющего воздействия асимптотически равно значению, определяемому из условия равенства вероятностей ошибок первого и второго родов. Выполнение этого критерия не требует знания априорных вероятностей приема помехи и сигнала, чем и объясняется помехоустойчивость рассматриваемого устройства АРПК. Применение этого метода ограничено в случае разных стоимостей ошибок и при большом динамическом диапазоне изменения амплитуд входного сигнала или помехи. Последний недостаток устройства, сохранив его преимущества, можно устранить с помощью дискретной системы АРУ приемника, предложенной в [9].

К методам обнаружения сигнала относятся и методы распознавания образов.

В ряде работ, в частности [10], показано, что частным случаем распознавания образов является обнаружение сигнала в шумах, когда по принятому входному сигналу система должна установить, есть в нем полезный сигнал или нет. Применение теории ограничено необходимостью знания априорной плотности распределения вероятностей принадлежности входного сигнала к соответствующему классу.

Принципы и основные методы синтеза оптимальных обучающихся радиоприемных устройств, предназначенных для работы в условиях недостаточной априорной информации, изложены в [11]. Применение этих методов ограничено знанием закона распределения входного процесса.

Вопросам построения обучающихся систем распознавания образов посвящена работа [12], в которой проводится метод обучения правилу равенства вероятностей ошибок первого и второго родов. Метод не отражает такие требования, как разную стоимость ошибок первого и второго родов, обнаружение сигнала с помощью настройки коэффициента передачи УПЧ, нестационарность входного процесса и сложную структуру входного сигнала.

Полностью удовлетворяет требованиям первичной обработки радиолокационной информации в САРП обучающийся обнаружитель, приведенный в [13], реализующий критерий обнаружения – заданное отношение вероятностей ложной тревоги и пропуска сигнала.

Таким образом, исследования, проведенные в данной работе, показывают, что с целью выполнения требований к первичной обработке для решения задачи обнаружения в САРП целесообразно применить метод обучающегося обнаружителя [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробей В. И., Михайлов В. С. Виявлення сигналу у засобах автоматизованої радіолокаційної прокладки // Водний транспорт: Збірник наукових праць Київської державної академії водного транспорту. – К. : КДАВТ, 2000. – № 1. – С. 5-9.
2. Кионини А. Метод автоматической регулировки порогового уровня в РЛС // Зарубежная радиоэлектроника. – 1970. – № II. – С. 18-24.
3. Шахин А. А., Рыбаков К. И., Файзулин Н. А. Оценка двух методов регулирования порогового уровня по защищенности от воздействия сигнала // Вопросы радиоэлектроники : Серия Общетеchnическая. – 1971. – Вып. 21. – С. 41-46.
4. Орнатский П. П., Ниженский Л. Д., Скрипник Ю. А. Самонастраивающиеся измерительные усилители для усиления переменных напряжений искажений формы // Контрольно-измерительная техника. – 1969. – Вып. 7. – С. 47-58.
5. Левин Г. А., Бонч-Бруевич А. М. Пути построения обнаружителей с самооптимизирующимся пороговым уровнем в приемных устройствах систем радиосвязи // Электросвязь – 1965 – № 5. – С. 7-14.

6. Эпштейн Л. Е., Дубина Ю. М., Федин Ю. Н. Адаптивные пороговые устройства приемников импульсных сигналов при нестационарной помехе и управляемые элементы аналоговых моделей : Научно-техн. отчет. – М. : Институт автоматики и телемеханики, 1969. – 20 с.
7. Габидулин Э. М., Пилипчук Н. И. Об автоматической регулировке порога // Радиотехника и электроника. – 1965. – Т. X, № 2. – С. 228 - 234.
8. Грязных И. В., Лобанов В. Д. Статистический анализ дискретной системы АРУ // Радиоэлектроника. – 1978. – № 5. – С.79-83.
9. Лихарев В. А. Цифровые методы и устройства в радиолокации. – М. : Сов. Радио, 1973. – 456 с.
10. Пугачев В. С. Рекуррентное оценивание переменных и параметров в стохастических системах, описываемых разностными уравнениями // Доклады АН СССР. – 1978. – Т. 234, № 5. – С. 131-134.
11. Стратонович Р. Л. Принципы адаптивного приема. – М. : Сов. радио, 1973. – 144 с.
12. Цыпкин Я. З. Основы теории обучающихся систем. – М. : Наука, 1970. – 252 с.
13. Воробей В. И., Кошевой А. А. Обучающаяся система обнаружения сигнала в средствах автоматизированной радиолокационной прокладки : Тезисы докладов Всесоюзного совещания по проблемам управления. – М. : ВИНТИ, 1986. – С. 380-381.
14. Судовые средства автоматизации предупреждения столкновений судов / Ю. Г. Зурабов, Р. Н. Черняев, Е. В. Якшевич, В. Я. Ялокенко. – М. : Транспорт. – 264 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЕЗДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТГНЛ

Егоров О.И.,

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. В.Лазаряна
(Украина)

Данная задача идентификации поездов с использованием ТГНЛ (телеграмма натуральный лист с описанием вагонов, входящих в состав поезда) сводится к следующему: имеется несколько поездов, каждому из которых соответствует своя ТГНЛ, необходимо определить, какой именно из этих поездов прошел контрольный участок.

Решение данной задачи возможно несколькими способами, а именно:

- по подсчитанному количеству осей в поезде;
- по определенному количеству вагонов и их осности;
- по выявленным «опорным» вагонам;
- по рассчитанным межосевым расстояниям, как средствам определения типа вагонов.

При использовании первого из этих способов необходим контрольный участок с одним точечным путевым датчиком, для второго – два и для третьего и четвертого способов – три.

Идентификация поезда с использованием первых трех способов является наиболее простой и более надежной, с точки зрения правильности сбора информации о поезде, проходящем контрольный участок. При этом результаты идентификации поезда менее информативны, так как идентифицируемые параметры часто подходят к разным поездам. Под понятием «опорный» вагон в данном случае необходимо понимать вагон с определенным местом положения в составе поезда и частично распознанными цифрами его номера. Такой вагон должен быть только в одном из возможных поездов. Идентификация по последнему способу имеет вероятностный характер, который зависит от точности расчета межосевых расстояний и правильности определения типа вагонов. Данный способ является наиболее информативным, позволяющий определить до 4 цифр номера каждого вагона в поезде. Поэтому именно алгоритм этого способа идентификации и был выбран в качестве главного.

В качестве параметров, влияющих на процесс идентификации, были выбраны следующие характеристики контрольного участка и поездов:

- скорость движения поезда;
- ускорение движения поезда;
- длина контрольного участка (расстояние между датчиками);
- погрешность фиксации колеса датчиком;
- состав поезда (ТГНЛ);
- набор возможных поездов, подлежащих идентификации (ТГНЛ)

Решение данной задачи в основном выполняется стандартным методом на контрольном участке с тремя датчиками. Однако данный подход имеет достаточно большую погрешность, которая приводит в большинстве случаев к неверным результатам.

Были проведены исследования зависимости погрешности определения межосевых расстояний подвижных единиц от следующих величин: скорость и ускорение движения поезда, среднеквадратическое отклонение ошибки фиксации центра колеса подвижной единицы, расстояние между датчиками на измерительном участке, межосевых расстояний подвижной единицы. На основании проведенных исследований был сделан вывод: наиболее значимыми являются три последние из вышеперечисленных величин. Используя метод планирования эксперимента, была получена функциональная зависимость среднеквадратической ошибки определения межосевых расстояний от

среднеквадратического отклонения ошибки фиксации центра колеса подвижной единицы, расстояния между датчиками на измерительном участке и замеряемых межосевых расстояний подвижной единицы.

Определение межосевого расстояния подвижных единиц производилось на трехточечном контрольном участке. В дальнейшем по замеренным межосевым расстояниям выбирались возможные номинальные подвижные единицы, с присвоением им определенной вероятности, при этом применялось правило «трех сигм» для отсека не значимых объектов идентификации. Полученный массив, возможных подвижных единиц с определенной вероятностью, обрабатывался по критерию максимальной общей вероятности. В результате формировались массив межосевых расстояний и количество подвижных единиц с определенным их типом.

Результаты идентификации поезда позволили получить до 4 цифр номера вагона из 8. Для вагонов, принадлежащих парку грузовых вагонов Укрзалізничці это 1-ая, 2-ая, 3-ья и 7-ая цифры. Для собственных вагонов – 1-ая, 2-ая, 3-ья и 4-ая цифры. На основании полученных данных происходил выбор наиболее подходящего поезда из списка возможных. В алгоритме также учитывалась возможность не соответствия ТГНЛ составу поезда (добавление вагонов в конец поезда без изменения ТГНЛ).

Испытания, проведенные на имитационной модели, показали достаточно высокую вероятность правильной идентификации поездов. В качестве объектов идентификации были собраны ТГНЛ поездов со станции Запорожье-Левое за двое суток.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В ЕЛЕКТРОННІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ АВІАЦІЙНИМИ ГАЗОТУРБІННИМИ ДВИГУНАМИ

Єнчев С.В., Товкач С.С.,
Національний авіаційний університет
(Україна, м. Київ)

Нелінійність характеристик газотурбінних двигунів (ГТД) як об'єкта керування [1] потребує застосування більш складних законів керування для отримання оптимальних значень вихідних параметрів при зміні великого числа зовнішніх дій. Таку можливість надають електронні (цифрові) системи керування. Наявність обчислювальних пристроїв у складі електронних систем автоматичного керування (САК) дозволяє змінювати значення керованого параметра за заздальгідь заданою залежністю від кількох факторів, що характеризують зовнішні умови, забезпечуючи при цьому підтримання тяги двигуна на постійному рівні, близькому до оптимального.

Так, у двигуна ПС - 90А, призначеного для установки на літаках Ту-204 і Іл-96-300, електронна система САК забезпечує зміну частоти обертання ротора високого тиску $n_{\dot{A}0}$ за попередньо заданою залежністю від трьох факторів: температури повітря на вході в двигун T_i^* , тиску повітря на вході в двигун p_i^* і кількості повітря, що відбирається від компресора на потреби літака $G_{i\dot{A}}$ [2].

При цьому електронні САК забезпечують обмеження чотирьох параметрів робочого процесу двигуна: тиску повітря за компресором p_E^* , частоти обертання ротора низького тиску n_{i0} , температури газів за турбіною T_A^* і температури робочих лопаток турбіни T_E .

Закон керування двигуном ПС-90А на максимальному режимі має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} n_{\dot{A}0} &= 12188 K_1 T_A^* K_2 p_A^* K_3 G_{i\dot{A}} \cdot A; \\ p_K^* &\leq p_{K.i\dot{A}}; \\ n_{i0} &\leq n_{i0.i\dot{A}}; \\ T_T^* &\leq T_{T.i\dot{A}} + K_4 T_{\dot{A}0}^* + K_5 p_A^*; T_E \leq T_{E.i\dot{A}} \end{aligned} \right\}$$

де K_1, K_2, K_3, K_4 і K_5 – постійні коефіцієнти.

Структурна схема електронної САК, що забезпечує реалізацію закону керування (1), показана на рис. 1.

Основною відмінністю електронних САК, що забезпечують реалізацію досить складних законів керування, є застосування в їхньому складі бортової цифрової обчислювальної машини (БЦОМ), яка входить до складу електронного регулятора двигуна – РЕД-90. Для перетворення сигналів про значення керованих і обмежуваних параметрів та збудуючих дій до виду, прийняттого для сприйняття БЦОМ, виміряні сигнали перетворюються в числовий код. Для цього в САК вводять аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Для перетворення цифрового коду в аналоговий сигнал служать цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), які встановлюються на виході із електронного регулятора двигуна.

Аналогові електричні сигнали перетворюються в керуючий тиск рідини (палива) за допомогою електрогідравлічних перетворювачів ПС-7-1, ПС-7-2 і ПС-7-3. Перетворені в тиск палива команди від указаних перетворювачів подаються до виконавчого органу (ВО) насоса-регулятора НР-90, а також до механізмів керування (МК) регульованими направляючими апаратами (РНА) і заслонками перепуску повітря за підпорними ступенями (ЗППС) компресора НТ.

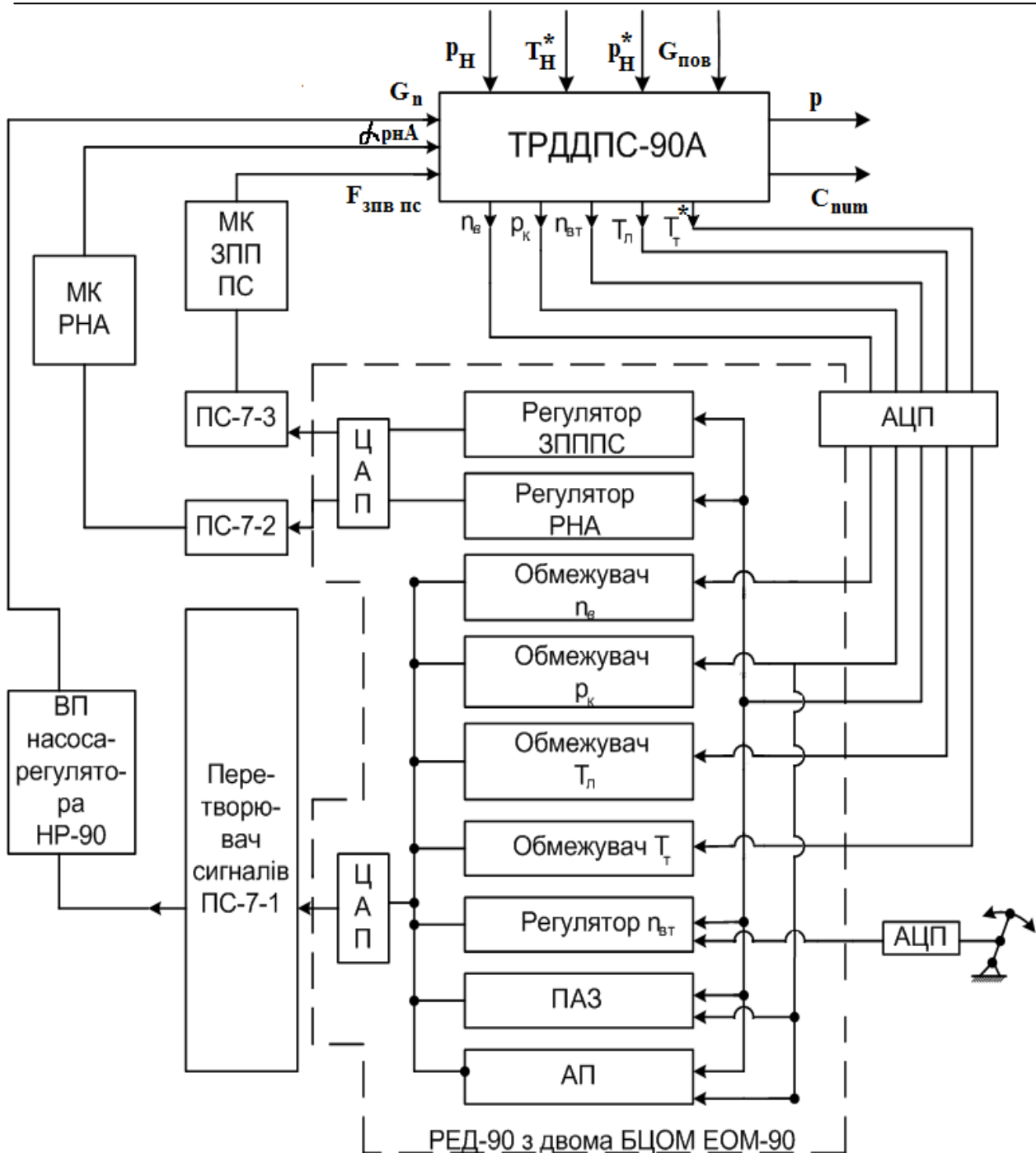


Рисунок 1 – Структурна схема електронної САК двоконтурним двигуном

Окрім регулятора $n_{вт}$ і обмежувачів p_k^* , $n_{нт}$, T_t^* і T_l в електронному регуляторі РЕД-90 є також обчислювачі, що забезпечують керування зміною палива при запуску і при прийомистості двигуна, тобто такі, що виконують функції паливного автомата запуску (ПАЗ) та автомата прийомистості (АП). В зв'язку з низькою надійністю електронних пристроїв при їх роботі в умовах підвищеної вібрації, змінюваних температур і тисків, в складі РЕД-90 передбачені дві обчислювальні машини МЕОМ-90, що працюють паралельно в основному і резервному каналі керування. При відмові основного каналу керування двигуном автоматично передається резервному каналу.

Під час виходу з ладу і основного, і резервного каналів керування передбачено автоматичний перехід двигуна на керування гідромеханічною системою автоматики.

Проте гідромеханічна система керування, що реалізує більш прості закони керування, не дозволяє повною мірою використовувати тягові характеристики двигуна.

Внаслідок цього максимальна тяга двигуна ПК-90 при переході від основної (електронної) САК на резервну САК знижується із 160 до 130 кН [3].

Основним недоліком сучасних електронних систем автоматичного керування є їх невисока надійність. Але, в подальшому, по мірі накопичення досвіду експлуатації таких систем і модернізації елементної бази, надійність цих систем буде зростати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Климентовский Ю. А. Системы автоматического управления силовыми установками летательных аппаратов : Учебное пособие / Под ред. М. М. Митраховича. – К. : КВІЦ, 2001. – 400 с.

2. Березлев В. Ф., Гвоздецкий И. И., Карпов Е. Н., Лаврухин С. Н. Системы автоматического управления ГТД. Ч.1 : Учебное пособие / В. Ф. Березлев, И. И. Гвоздецкий, Е. Н. Карпов, С. Н. Лаврухин. – К. : КМУЦА, 2000. – 140 с.

3. Березлев В. Ф., Гвоздецкий И. И., Карпов Е. Н., Лаврухин С. Н. Системы автоматического управления ГТД. Ч.2 : Учебное пособие / В. Ф. Березлев, И. И. Гвоздецкий, Е. Н. Карпов, С. Н. Лаврухин. – Киев : КНИГА, 1992. – 100 с.

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕТВОРЮВАЧА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ЩО ЖИВИТЬ РУШІЙНІ УСТАНОВКИ БПЛА ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК

Казак В.М., Горбач О.К.,
Національний авіаційний університет
(Україна, м. Київ)

Вступ. Одним з важливіших напрямів у сучасній авіації є розробка безпілотних літальних апаратів (БПЛА). На сьогоднішній день БПЛА різних типів та призначень стоять не тільки на озброєнні багатьох країв світу, але і починають активно використовуватися у цивільній сфері. Широкий спектр практичних застосувань, значно менші витрати на розробку, виготовлення та експлуатацію БПЛА, робить його незамінним у рішенні різноманітних задач, вирішення яких за допомогою пілотованої авіації є недоцільним [1].

Світова тенденція розвитку та впровадження відновлювальних і більш екологічно безпечних джерел енергії показує, що одним із найбільш перспективних напрямків у розвитку літальних апаратів є розробка БПЛА з використанням електричних двигунів. Для забезпечення живлення двигунів і бортового обладнання БПЛА можуть використовувати фотоелектричні перетворювачі сонячної енергії (ФЕП). Вони дозволяють заряджати акумуляторні батареї вдень для збільшення часу польоту. Станом на 2011 рік у світі створено близько ста БПЛА, що використовують енергію сонця. Зокрема, в Україні даний напрям досліджується вже 2 роки у ДП «КБ «Южное» [2]. Отже, активність розробників подібних апаратів та багатомільйонні інвестиції вказують на перспективність розвитку даного напрямку БПЛА.

Постановка задачі. Розглянути математичну модель ФЕП, провести комп'ютерне моделювання ФЕП за допомогою пакету програм Matlab та побудувати світові вольт-амперні характеристики (ВАХ) та ватт-вольтові характеристики (ВВХ). Проаналізувати основні фактори, що впливають на ВАХ та ВВХ.

Основна частина. ФЕП перетворює енергію фотонів сонячного світла у електричну, тобто виробляє постійний електричний струм під час їх освітлення сонячними променями. Таким чином, електрична енергія може бути використана для живлення силової установки обладнання БПЛА або використана для заряджання акумуляторної батареї.

Перетворення енергії у ФЕП ґрунтується на фотоелектричному ефекті, який виникає у неоднорідних напівпровідникових структурах під час дії на них світлового випромінювання. Під дією світла у р-n переході ФЕП генерується напруга 0.5-0.7 В [3].

Найпростіша еквівалентна електрична схема (рис.1), що описує ФЕП, є паралельною схемою джерела постійного струму та діоду. Схемі представленої на рис. 1. відповідає рівняння:

$$I = I_{\phi} - I_{\Delta} - \frac{U + IR_{\Gamma}}{R_{\phi}}; \quad (1)$$

$$I_{\Delta} = I_{\phi} \left(e^{\frac{q(U + IR_{\Gamma})}{nKT}} - 1 \right),$$

де: I – загальний струм ФЕП на навантаженні, I_{ϕ} – фотострум, величина якого пропорційна до кількості світла G , I_{Δ} – темновий струм, що протікає крізь ФЕП при відсутності світла та з'єднанні з навантаженням, I_0 – струм насичення діоду, $I_{\text{ш}}$ – струм, що протікає крізь шунтуючий опір $R_{\text{ш}}$, R_{Γ} – послідовний опір, n – фактор ідеальності р-n переходу, K – постійна Больцмана, T – температура ФЕП, q – заряд електрону, U – напруга навантаження.

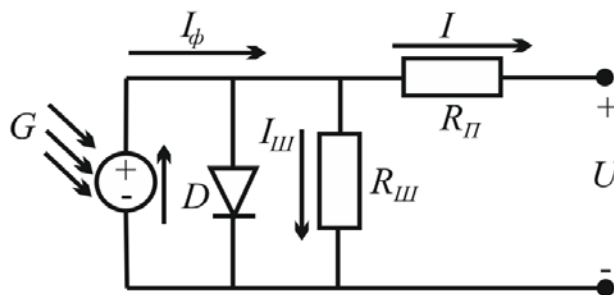


Рисунок 1 – Еквівалентна електрична схема ФЕП

Головними параметрами, що описують модель ФЕП: темновий струм I_D , фотострум I_ϕ , напруга холостого ходу $U_{x.x.}$ та послідовні і паралельні опори R_Π , $R_\text{ш}$.

ВАХ має три робочі точки. При замиканні контактів ФЕП фотострум визначається як $I_{к.з.}$ – струм короткого замикання. Це є точкою короткого замикання на ВАХ: $U=0$, $I=I_{к.з.}$. При розімкненні контактів струм буде рівний 0, а напруга визначається як $U_{x.x.}$. Ця точка є точкою холостого ходу: $U=U_{x.x.}$, $I=0$. Третя робоча точка, це точка максимальної потужності: $U=U_{\text{ТМП}}$, $I=I_{\text{ТМП}}$. У цих точках рівняння (1), набуває вигляду:

$$0 = I_\phi - I_0 \left(e^{\frac{qU_{x.x.}}{nKT}} - 1 \right) - \frac{U_{x.x.}}{R_\phi};$$

$$I_{\phi.c.} = I_\phi - I_0 \left(e^{\frac{qI_{\phi.c.} R_\Pi}{nKT}} - 1 \right) - \frac{I_{\phi.c.} R_\Pi}{R_\phi};$$

$$I_{\phi} = I_\phi - I_0 \left(e^{\frac{q(U_{\phi} + I_{\phi} R_\Pi)}{nKT}} - 1 \right) - \frac{U_{\phi} + I_{\phi} R_\Pi}{R_\phi}.$$

Головними факторами, що впливають на якість ВАХ та ВВХ є:

- кількість сонячного випромінювання G , яке за нормальних умов рівне 1000 Вт/м^2 ;
- температури ФЕП, яка за нормальних умов рівна $25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- величина опорів R_Π та $R_\text{ш}$.

Для здійснення комп'ютерного моделювання та побудови ВАХ та ВВХ (рис.2) використовується ітераційний чисельний метод Ньютона, алгоритм якого описується співвідношенням :

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, \quad (2)$$

де: $f(x)$ – задана функція, $f'(x)$ – похідна ладанної функції, x_n – значення параметра, x_{n+1} – наступне значення параметра.

Приймаємо $x=I$ та з виразу (1) отримаємо:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \quad f(I) = I_{\phi.c.} - I_0 \left(e^{\frac{q(U + I R_\Pi)}{nKT}} - 1 \right) - \frac{U + I R_\Pi}{R_\phi} = 0.$$

Для ітераційного розрахунку вихідного струму з урахуванням (2) отримаємо:

$$I_{n+1} = I_n - \frac{I_{\phi.c.} - I_0 \left(e^{\frac{q(U + I_n R_\Pi)}{nKT}} - 1 \right) - \frac{U + I_n R_\Pi}{R_\phi}}{-1 - I_0 \frac{q R_\Pi}{nKT} e^{\frac{q R_\Pi}{nKT}} - \frac{R_\Pi}{R_\phi}}$$

ФЕП з'єднуються між собою у групи з $N_{\text{пар}}$ паралельних та $N_{\text{пос}}$ послідовних елементів з метою підвищення електричних параметрів струму та напруги. Тоді вираз (1) прийме вигляд:

$$I_{\text{sc}} = N_{\text{ia}\delta} I_{\text{sc}0} - N_{\text{ia}\delta}^2 \left(a \frac{q \left(\frac{U}{N_{\text{ii}\bar{n}}} + \frac{IR_{\text{f}}}{N_{\text{ia}\delta}} \right)}{nKT} - 1 \right) - \frac{N_{\text{ia}\delta} U + IR_{\text{f}}}{R_{\text{e}}}$$

До розгляду були взяті ФЕП виробництва ПАТ «Квазар» на основі монокристалічного кремнію. Характеристики більшості ФЕП (гнучких та легких або трьохшарових ФЕП), представлені у звіті NREL [4].

Побудовані ВАХ та ВВХ та їх залежності від рівня сонячного випромінювання та температури наведені на рис. 2. відповідно.

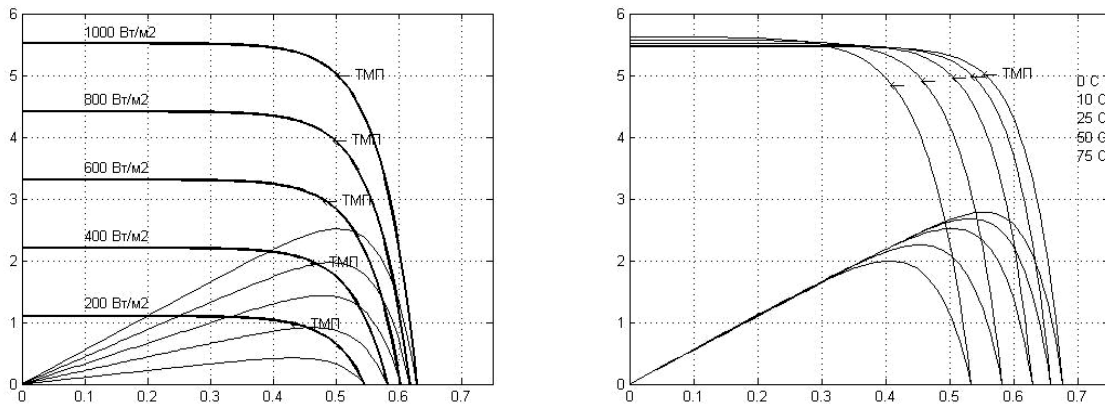


Рисунок 2 – ВАХ та ВВХ ФЕП при різних значеннях сонячного випромінювання та температури

Моделювання окремих ФЕП сонячного випромінювання здійснюється за одиначною експоненціальною моделлю. Для моделювання групи ФЕП необхідно використовувати подвійну експоненціальну модель. Це пояснюється тим, що при з'єднанні ФЕП у групу до електричної схеми додатково вводять шунтуючі діоди. Головна їх функція, це усунення ефекту темного струму під час затінення частини ФЕП.

Висновки. За допомогою представлених математичних моделей ФЕП були проведені розрахунки їх параметрів та побудовані ВАХ та ВВХ. Розрахункові ВАХ та ВВХ дають змогу оцінити залежність параметрів електричних ФЕП від температури ФЕП, рівня сонячної активності, послідовного та шунтуючого опору. Розрахунки можуть бути використані для підвищення КПД сонячної енергетичної установки, яка використовується для живлення силової установки та обладнання БПЛА.

ЛІТЕРАТУРА

1. Казак В. М., Самков О. В. Безпілотні літальні апарати / В.М. Казак, О.В. Самков – К. : НАУ, 2010. – 600 с.
2. Макаров А. Беспилотный летательный аппарат на солнечных батареях / А. Макаров // Бизнес класс. – ООО РКЦ «Злат». – 2011. – 26(2). – С. 46-49.
3. Хрипко С. Л. Моделювання електричних характеристик сонячного елемента на основі кремнію / С. Л. Хрипко, Г. К. Жолудев // Ж. нано- електрон. фіз. – СумДУ – 2011. – Т. 3(3). – С. 90-99.
4. Solar cell efficiency tables (version 37) [Електронний ресурс] / М. Green, К. Emery, Y. Hishikawa and W. Warta // Progress in photovoltaics: research and applications. – 2011. – №37. – С. 84-92. – Режим доступу: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pip.1088/abstract>

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ ВЕРТОЛЕТОВ С ОБЫЧНЫМ РУЛЕВЫМ ВИНТОМ И ФЕНЕСТРОНОМ

Казак В.Н., Огырь А.Г.,

Национальный авиационный университет
(Украина, г. Киев)

Вступление. Одним из наиболее распространенных видов вертолетов являются одновинтовые вертолеты с рулевым винтом. Они составляют около 90% всех вертолетов благодаря простоте конструкции и системы управления.

Одним из вариантов конструкции вертолета с рулевым винтом является вертолет с фенестроном. В сравнении с рядом преимуществ у вертолетов с фенестроном имеется и существенный недостаток – значительно большая в сравнении с рулевым винтом необходимая мощность на режиме висения, чем у вертолетов с рулевым винтом.

Актуальность исследования. Интерес к вертолетам с фенестроном вызван стремлением преодолеть ряд эксплуатационных недостатков. Актуальность данного исследования связана со сравнением таких характеристик вертолетов с рулевым винтом и фенестроном, как необходимая мощность на рулевые устройства, вес конструкции и, как следствие, величина перевозимого груза на заданную дальность.

Постановка задания. Для дальнейшего исследования необходимо сравнить энергетические затраты винта фенестрона и привода рулевого винта при десантировании груза на движущуюся платформу. Данный анализ и будет одним из критериев выбора типового вертолета для десантирования груза на движущуюся платформу.

Результаты исследования. В некоторых вертолетах одновинтовой схемы применяют фенестрон – многолопастной винт в кольцевом канале, который устанавливается непосредственно в киле вертолета [1].

Основные отличия характеристик вертолета с фенестроном и вертолета с обычным рулевым винтом определяются уровнем затрат энергии на приводы рулевых устройств на режиме висения.

На графике (рис. 1) представлена зависимость отношения необходимой мощности на привод винта фенестрона к мощности, необходимой на привод несущего винта в режиме висения на статическом потолке $\dot{I}_{\text{н0}} = 2000$ м вертолета массой $m_0 = 2500$ кг. Здесь же представлена аналогичная зависимость для рулевого винта.

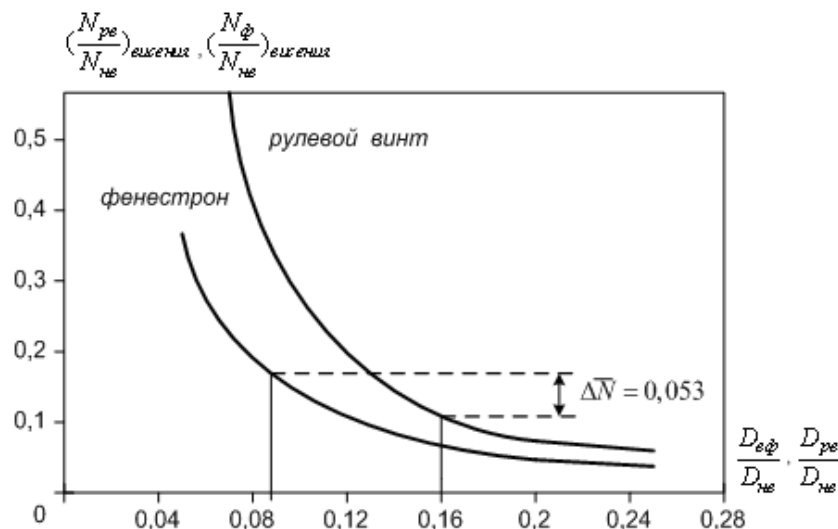


Рисунок 1 – Зависимость отношения необходимой мощности на привод винта фенестрона к мощности, необходимой на привод несущего винта вертолета массой $m_0 = 2500$ кг

Мощность, потребная на привод несущего винта в работе определялась по формуле [3]:

$$N_{i\dot{a}} = m_e \frac{\rho}{2} (\omega R)^3 \pi R^2, \quad (1)$$

где m_e – коэффициент крутящего момента винта.

При равных диаметрах винта фенестрона и рулевого винта мощность, затрачиваемая на привод винта фенестрона на режиме висения, всегда меньше чем мощность, затрачиваемая на привод обычного рулевого винта. Это следствие того, что фенестрон, при больших габаритных размерах как частная система «винт в кольце», имеет более высокое энергетическое совершенство, чем изолированный рулевой винт [3].

Если сравнивать характеристики фенестрона и рулевого винта при их оптимальных размерах, то фенестрон всегда в энергетическом отношении будет проигрывать обычному рулевому винту. В частности, для представленного примера на рис. 1 для вертолета $m_0 = 2500$ кг оптимальное значение относительного диаметра винта фенестрона

$\frac{D_{\dot{a}\dot{o}}}{D_{i\dot{a}}} = 0,085$, а рулевого винта $\frac{D_{\delta\dot{a}}}{D_{i\dot{a}}} = 0,16$. При этих параметрах энергетические потери на

фенестрон $\frac{N_{\dot{o}}}{N_{i\dot{a}}} = 0,179$, а потери на рулевой винт $\frac{N_{\delta\dot{a}}}{N_{i\dot{a}}} = 0,126$. Соответственно разность

$\Delta\bar{N} = \frac{N_{\dot{o}}}{N_{i\dot{a}}} - \frac{N_{\delta\dot{a}}}{N_{i\dot{a}}} = 0,053$, то есть потери на фенестрон на 5,3% выше, чем потери на обычный рулевой винт.

В расчетах установлено, что с увеличением размерности вертолета эта разность резко уменьшается.

Следует заметить, что на больших скоростях полета, близких к крейсерским и максимальным, фенестрон имеет значительную разгрузку килем. При этом затраты мощности на вращение винта фенестрона невелики [4]. Они значительно меньше чем мощность, требуемая рулевому винту на тех же режимах.

Мощность, потребная рулевому устройству с фенестроном и килем определялась по формуле [4]:

$$(N_{\delta\dot{o}})_{\delta\dot{a}\Sigma} = N_{\dot{a}\dot{o}} + \Delta N_{\dot{e}\dot{i}\dot{o}\dot{r} \cdot \dot{o}} + \Delta N_{\dot{e}\dot{i}\dot{i} \cdot} + \Delta N_{\dot{e}\dot{e}\dot{e}\dot{y} \cdot}, \quad (2)$$

где $N_{\dot{a}\dot{o}}$ – мощность винта фенестрона, $\Delta N_{\dot{e}\dot{i}\dot{o}\dot{r} \cdot \dot{o}}$ – мощность на преодоление сопротивления корпуса фенестрона, $\Delta N_{\dot{e}\dot{i}\dot{i} \cdot}$ – мощность на преодоление импульсного сопротивления фенестрона, $\Delta N_{\dot{e}\dot{e}\dot{e}\dot{y} \cdot}$ – мощность на преодоление сопротивления килея.

Мощность, потребная рулевому устройству с обычным рулевым винтом рассчитыва по формуле [3]:

$$(N_{\delta\dot{o}})_{\delta\dot{a}\Sigma} = N_{\delta\dot{a}} + \Delta N_H + \Delta N_{\dot{e}\dot{e}\dot{e}\dot{y} \cdot}, \quad (3)$$

где ΔN_H – мощность на преодоление сопротивления продольной силы на рулевом винте.

Сравнивая изменение по скорости величин $(N_{\delta\dot{o}})_{\delta\dot{a}\Sigma}$ и $(N_{\delta\dot{o}})_{\delta\dot{a}\Sigma}$, можно сделать вывод, что затраты мощности, определяемые установкой на вертолет фенестрона практически на всех скоростях полета больше, чем аналогичные потери мощности у вертолета с обычным рулевым винтом и килем (рис. 2).

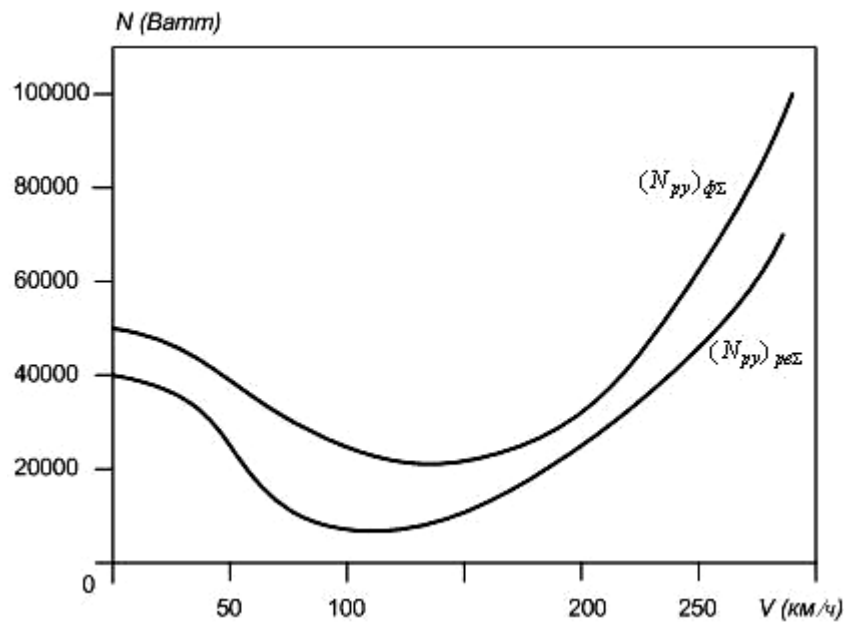


Рисунок 2 – Изменение по скорости мощностей, необходимых рулевым устройствам вертолетов с фенестроном и рулевым винтом

Таким образом при равной размерности и параметрах при фиксированной скорости полета вертолету с фенестроном и килем требуется большая мощность силовой установки, чем вертолету с обычным рулевым винтом. Анализируя полученный результат, можно прийти к выводу, что если у сравниваемых вертолетов на борту одинаковая располагаемая мощность силовой установки, то вертолет с фенестроном и килем будет иметь меньшую крейсерскую скорость полета.

Выводы. Установлено, что при равных мощностях, затрачиваемых на привод несущего винта, у вертолета с фенестроном за счет увеличенных потерь мощности на рулевое устройство, потребная мощность силовой установки на режиме висения всегда больше, чем у вертолета с обычным рулевым винтом. Исследования показали, что с увеличением размерности вертолета разность в потребных мощностях вертолета с фенестроном и вертолета с рулевым винтом уменьшается. Также установлено, что если у сравниваемых вертолетов на борту одинаковая располагаемая мощность силовой установки, то вертолет с фенестроном и килем будет обладать меньшей крейсерской скоростью полета.

Полученный результат, позволяет сделать заключительный вывод о том, что для перевозки и десантирования грузов на движущуюся платформу целесообразно использовать вертолет с обычным рулевым винтом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Ю. С., Михеев Р. А., Скулков Д. Д. Конструкция вертолетов. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с.
2. Вильдгрубе Л. С. Вертолеты. Расчет интегральных аэродинамических характеристик и летно-технических данных. – М. : Машиностроение, 1977. – 152 с.
3. Завалов О. А., Шайдаков В. И., Манучехриффар А.А. Энергетический анализ фенестрона // Доклад третьего форума российского вертолетного общества, 1998.
4. Тищенко М. Н., Некрасов А. В., Ради А. С. Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. – М. : Машиностроение, 1976. – 222 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА И ВРЕМЕНИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Константинова Н.Ю., Терлыч С.В.,

Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени
адмирала Макарова
(Украина)

Эффективность функционирования автомобильных перевозок зависит от многих взаимосвязанных факторов, а именно целенаправленного проектирования маршрута, оптимального расчёта времени поездки, учёт состояния автомобильных дорог, особенностей Правил дорожного движения в государствах и регионах по маршруту следования, особенностей пересечения государственных границ и прохождения таможи (контрольных или карантинных постов). В наши дни для решения вышеперечисленных задач разработано ряд программных продуктов, часть из них представлены на сайтах Internet (www.sit-trans.com, www.texnoservis.us). В то же время при использовании данных программ, выявлено целый ряд недостатков и неточностей, которые обсуждались как на internet-форумах, так и на международных конференциях.

Основными недостатками при использовании программ расчёта расстояний и выбора оптимального маршрута и скорости движения являются:

- несоответствие расстояния между населёнными пунктами фактическим;
- несоответствие скоростных режимов, предлагаемыми программами;
- отсутствие вариантов прокладки маршрутов по автомобильным дорогам областного, районного и местного значения;
- учёт времени для прохождения таможи, паспортно-пограничного контроля, карантинных и контрольных постов во всех случаях предусматривает одно и то же время;
- покрытие дорог не всегда соответствует введённым в базу данных программ.

Актуальность темы заключается в отсутствии доступной базы данных и программного пакета (комплекса) с помощью которого возможно определить наименьшее расстояния между началом и концом маршрута; маршрут, где скоростной режим максимальный, время пересечения государственной границы.

Соответствие расстояний указанных на картах и атласах автодорог, дорожными знаками, порказателями навигаторов и одометров автомобилей производились на участке дороги М23 Херсон-Одесса. Если воспользоваться таблицей расстояний, которая прилагается к карте автодорог Украины, разработанная Киевской военно-картографической фабрикой, то расстояние между Херсоном и Одессой составляет 186 км. Воспользовавшись сайтом wikimaria.org кратчайшее расстояние между этими населёнными пунктами составляет 201 км. Расчёт на сайте www.sit-trans.com показал цифру 198 км. Во время измерения расстояния с помощью одометра на автомобиле Audi 100 avant Quattro эта цифра составила 210 км, при этом навигатор указал расстояние 214 км. Воспользовавшись internet-сайтом www.texnoservis.us вышеуказанное расстояние составило 208 км. Если ориентироваться по километровым знакам (дорожный знак 5.60 «Километровый знак» ДСТУ 4100-2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування») расстояние между выездом из Херсона и въездом в Одессу соответствует 212 км. Таким образом физическая разность между расстояниями составляет до 25 км или 8%.

При автоматизированном приложении маршрута на сегодняшний день не существует программного комплекса, который учитывает все особенности автомобильных дорог. В качестве примера, используя сайт www.texnoservis.us, был получен кратчайший по времени и по расстоянию маршрут между Херсоном и Новой Каховкой по автодороге М23. В действительности же кратчайший маршрут, как по времени, так и по расстоянию

проходить по автодороге республиканского значения Т-2206. По состоянию покрытия и скоростному режиму автодороги абсолютно идентичны.

Подводя итог можно с полным убеждением констатировать, что для перевозки грузов и пассажиров автомобильным транспортом на дальние расстояния с использованием современных программных продуктов с достаточной точностью рассчитать время рейса не представляется возможным.

Но многая бухгалтерская отчётность относительно автомобильных перевозок зависит именно от «километража», расчётной скорости движения и времени пересечения границы. Зачастую для составления договоров о перевозке эти данные нужны до выезда транспортного средства.

Основные задачи, которые, рассмотрены в настоящей статье сконцентрированы в следующих пунктах:

1. Собрать информацию о современном состоянии автомобильных дорог Украины и пограничных областей других государств.
2. Уточнить имеющуюся информацию об условиях пересечения границы с Украиной.
3. Создать базу данных основных пересечений европейских и государственных автомобильных дорог в виде JPS-координат.
4. Смоделировать сетку основных пунктов пропуска через государственную границу Украины, постов ДПС, постов экологического контроля, участков, где движение реверсивное либо периодическое (например, горные перевалы в Крыму и Карпатах).
5. Учесть отличия в Правилах дорожного движения Украины и пограничных государствах.
6. Связать модель и базу данных с существующими цифровыми географическими картами (maps google, yandex maps и других).
7. Создать доступный программный пакет с возможностью использования с помощью мобильных телефонов, поддерживающих GPS.

Цель статьи – разработать программный продукт для расчёта минимального расстояния между населёнными пунктами отправки и доставки груза (пассажиры), оптимальной скорости движения и времени доставки с учётом покрытия автодорог, запланированных остановок, прохождения пограничного и таможенного контроля.

Анализ последних публикаций и исследований показал, что проблемам навигации автомобильного транспорта с применением цифровых и спутниковых технологий посвящено значительное количество научных трудов, имеющих прикладной характер. Но в, то же время они имеют конкретные цели и программный продукт невозможно обобщить для выполнения других задач. К примеру, программы, разработанные для прокладки маршрута грузовых автомобилей с полуприцепами не всегда эффективны для движения легковых автомобилей и мотоциклов. Программы совершенно не предусматривают возможность пересечения границы Украины для жителей Украины и пограничных областей других государств через специальные терминалы, где прохождение таможни и пограничного контроля упрощено.

При постановке задач исследования применялись результаты, основанные на изучении клеточных технологий Моторнюка Р. Л. (ГЭТУТ) для правильности контроля сетки данных важных координатных точек, ряд информационных технологий Нефёдова Л. И. (ХНАДУ) для контроля точности расчётов и логическую теорию конфликта и сотрудничества в сложных системах Левина В. И. (ПГТА).

При проектировании маршрута движения автомобиля и нормировании скорости движения создана база данных для автомобильных дорог Украины и участков автострад в соседних государствах. При этом была собрана и обработана информация относительно состояния дорог, максимальных скоростей движения, разрешённых Законом о дорожном движении Украины и законодательством пограничных государств (таблица 1).

Таблиця 1 – Максимально допустимі швидкості руху на дорогах України та прикордонних держав

Государство	Максимально допустимая скорость движения, км/ч											
	Автомостраль	Дорога для автомобилей	Автомобильная дорога вне населённого пункта с разделительной полосой	«Автобан»	Движение автомобиля с прицепом	Движение при буксировке транспортного средства	Движение автобусов	Движение мотоциклов и мопедов	Движение водителей со стажем до 2-х лет	Движение на мостах и в тоннелях	Движение в населённом пункте	Допускаемое превышение*
Украина	130	110	110	-	70	50	80	80	70	-	60	19
Российская федерация	110	110	90	-	70	50	70	70	-	-	60	9
Республика Беларусь	110	130	110	110	70	-	80	70	70	-	60	-
Приднестровская Молдавская Республика	100	130	110	-	-	40	-	70	-	-	60	-
Республика Молдова	110	130	130	-	-	40	-	70	-	60	50	9
Румыния	130	130	130	180	-	-	80	-	70	60	50	-
Польша	130	130	100	180	70	-	80	-	-	-	60	19
Словакия	130	130	110	180	70	-	80	80	-	-	60	-
Венгрия	120	110	110	-	-	60	90	-	-	-	-	-

* Примечание: Допускаемое превышение скорости указано согласно местному законодательству. За превышение скорости на указанную величину штраф не предусматривается, но в Украине, Российской Федерации и Республике Молдова предусматривается административное наказание в виде предупреждения.



Рисунок 1

Расчет расстояний:

Город откуда*: Херсон Город куда*: Одесса

Критерий поиска: Самый быстрый маршрут (мин время)

Через города*:
Объезд стран*:
Объезд городов*:
Объезд трасс*: Очистить Объезды

Скорость на дороге (км/ч):
Дорога доступна если помечена: 110 90 70 60

Расход топлива (л/100км): 30 Цена топлива (уе): 4

* - города и страны через запятое

Длина Пути: **198 км**; Время Пути: **2:12** Топливо: 59,4 л (237,6 уе)

Рисунок 2 – Расчет расстояний

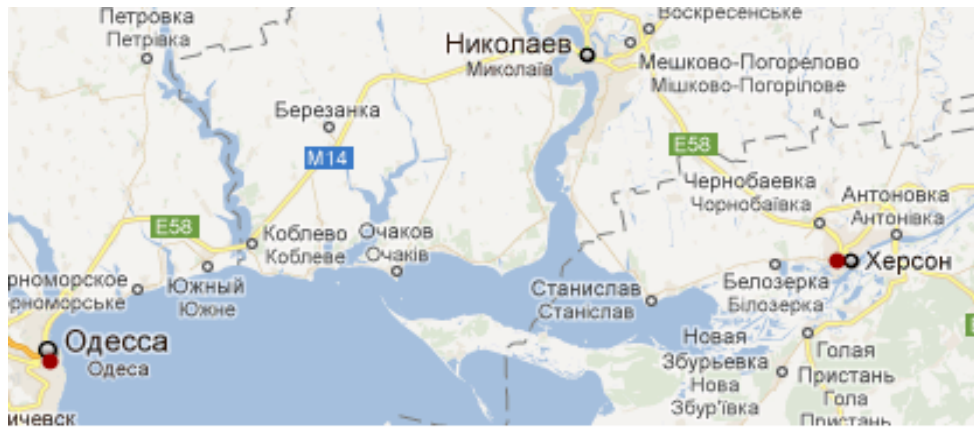


Рисунок 3 – Расчет расстояния по маршруту: Херсон (Украина) – Одесса (Украина). Общее расстояние: 204 км

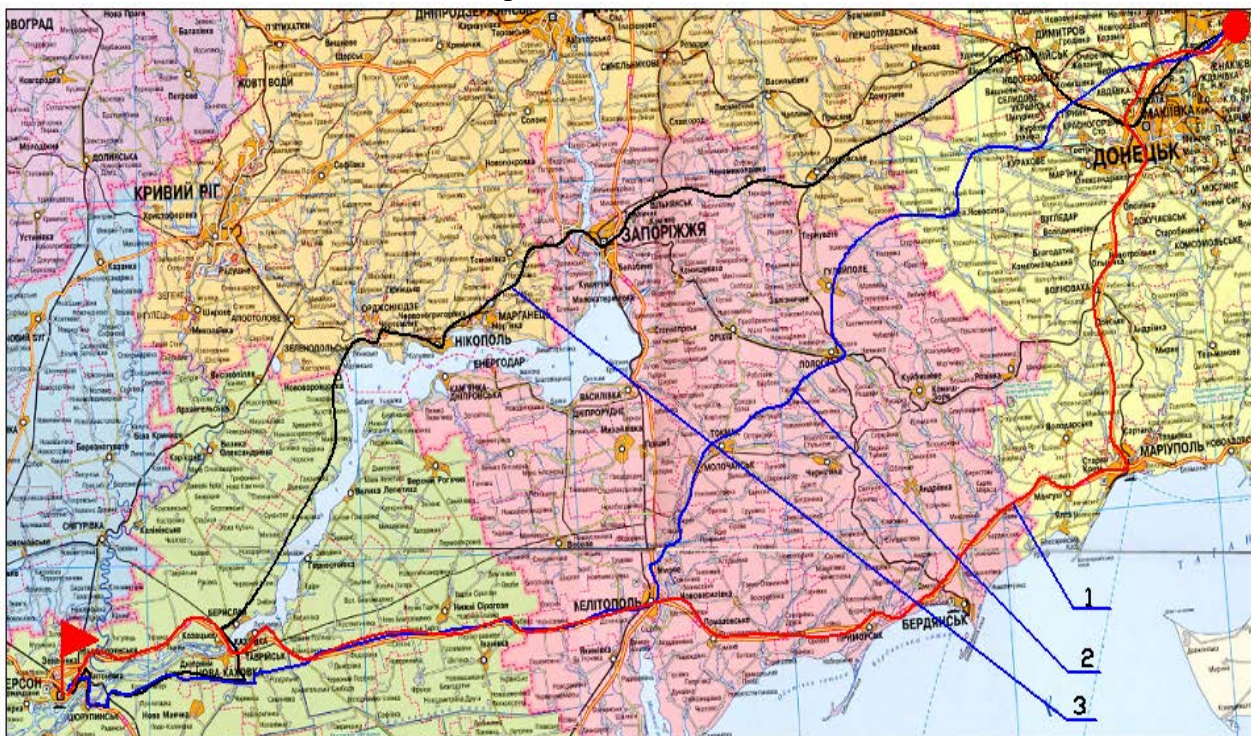


Рисунок 4 – Возможные варианты движения по автодорогам

В исследовании учтены также особенности скоростного режима Украины:

1. Временное ограничение скорости, предусмотренное правилами дорожного движения Украины (пункт 12.10) обязывает водителя снизить скорость только в случае, если установлен дорожный знак «Дорожные работы» вместе со знаком «Ограничение максимальной скорости».

Законодательство Украины не предусматривает наказание за превышение скорости в случае, если дорожные работы не проводятся, либо знак не убран после завершения дорожных работ. Учитывая, что проведение ремонта дорог предусмотреть невозможно, в расчётах максимальная скорость учтена, указанная на знаках ограничения скорости.

2. Время прохождения таможни принято без изменений по рекомендациям и комментариям форума forum.awd.ru.

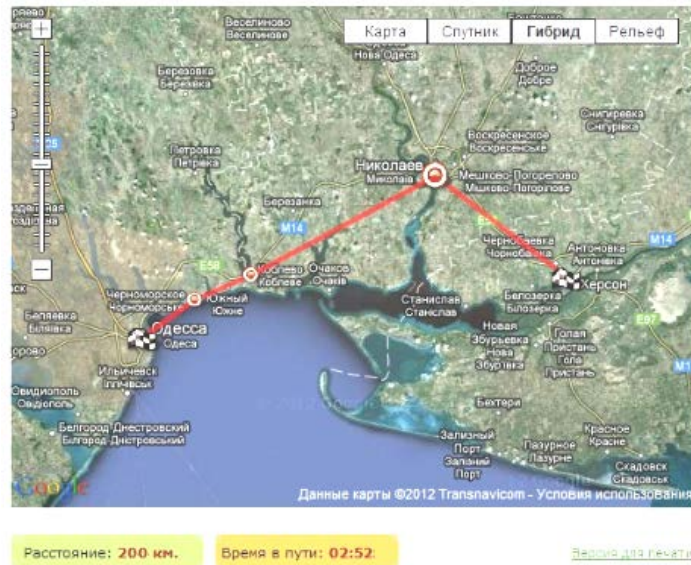


Рисунок 5

Таблица расстояний между городами Украины. Все расстояния приведены в километрах.

Город	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1 Винница	0	645	868	125	748	366	256	316	1057	382	360	471	428	593	311	844	602	232	575	734	521	120	343	312	396
2 Днепропетровск	645	0	252	664	81	901	533	294	394	805	975	343	468	196	957	446	430	877	1130	213	376	765	324	891	672
3 Донецк	868	252	0	858	217	1171	727	520	148	1111	1221	611	731	390	1045	591	706	1100	1391	335	560	988	547	1141	867
4 Житомир	125	664	858	0	738	431	131	407	1182	257	423	677	557	468	187	803	477	298	671	690	624	185	321	389	271
5 Запорожье	748	81	217	738	0	1119	607	303	365	681	833	377	497	270	925	365	477	977	1488	287	297	875	405	957	747
6 Ивано-Франковск	366	901	1171	431	1119	0	561	618	1402	328	135	747	627	898	296	1070	908	134	280	1040	798	246	709	143	701
7 Киев	256	533	727	131	607	561	0	298	811	388	550	490	489	337	318	972	346	427	806	478	551	315	190	538	149
8 Кировоград	316	294	520	407	303	618	298	0	668	664	710	174	294	246	627	570	506	547	883	387	225	435	126	637	363
9 Луганск	1057	394	148	1182	365	1402	811	668	0	1199	1379	857	977	474	1129	739	253	1289	1539	333	806	1177	706	1292	951
10 Луцк	382	805	1111	257	681	328	388	664	1199	0	152	780	856	725	70	1052	734	159	413	866	869	263	578	336	949
11 Львов	360	975	1221	423	833	135	550	710	1379	152	0	850	970	891	232	1173	896	128	261	1028	1141	240	740	278	690
12 Николаев	471	343	611	677	377	747	490	174	857	780	850	0	120	420	864	282	681	754	999	556	51	590	300	642	640
13 Одесса	428	468	731	557	497	627	489	294	977	856	970	120	0	540	741	392	800	660	1009	831	171	548	420	515	529
14 Полтава	593	196	390	468	270	898	337	246	474	725	891	420	540	0	665	635	261	825	1149	141	471	653	279	892	477
15 Ровно	311	957	1045	187	925	296	318	627	1129	70	232	864	741	665	0	1157	664	162	484	805	834	193	508	331	458
16 Симферополь	844	446	591	803	365	1070	972	570	739	1052	1173	282	392	635	1157	0	896	1097	1363	652	221	964	696	981	1112
17 Сумы	602	430	706	477	477	908	346	506	253	734	896	681	800	261	664	896	0	774	1138	190	732	662	540	883	350
18 Тернополь	232	877	1100	298	977	134	427	547	1289	159	128	754	660	825	162	1097	774	0	338	987	831	112	575	176	568
19 Ужгород	575	1130	1391	671	1488	280	806	883	1539	413	261	999	1009	1149	484	1363	1138	338	0	1299	1065	455	984	444	951
20 Харьков	734	213	335	690	287	1040	478	387	333	866	1028	556	831	141	805	652	190	987	1299	0	576	854	420	1036	608
21 Херсон	521	376	560	624	297	798	551	225	806	869	1141	171	171	171	834	221	732	831	1065	576	0	641	351	713	691
22 Хмельницкий	120	765	988	185	875	246	315	435	1177	263	240	591	548	653	193	964	662	112	455	854	641	0	463	190	455
23 Черкассы	343	324	547	321	405	709	190	126	706	578	740	300	420	279	508	696	540	575	984	420	351	463	0	660	330
24 Черновцы	312	891	1141	389	957	143	538	637	1292	336	278	642	515	892	331	981	883	176	444	1036	713	190	660	0	695
25 Чернигов	396	672	867	271	747	701	149	363	951	949	690	640	529	477	458	1112	350	568	951	608	691	455	330	695	0

Рисунок 6 – Таблица расстояний между городами Украины

Разработанный программный комплекс даёт возможность определить расстояние между населёнными пунктами Украины и государств, граничащих с ней.

В качестве апробации программы были рассчитаны расстояния и время перемещения между г. Херсоном и пересечением автодорог М-04 и М-03 (Донецкая область). На рисунке 4 указаны возможные варианты движения по автодорогам. Маршрут 1 соответствует результатам, выданным сайтом <http://www.sit-trans.com>. Маршрут 2

получен разработанной программой. Маршрут 3 соответствует результатам интернет-опроса <http://www.geoid.ru>.

39	ХАРКІВ	493	583	443	749	958	228	333	624	305	III	910	987	790	475	938	305	653	265	379	279	331	881	118	454	850	567	711	887	338
40	ХЕРСОН	542	460	381	490	949	331	592	592	273	814	409	646	488	240	987	741	702	378	184	513	740	872	859	470	493	66	679	186	558
41	ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ	376	288	955	120	675	675	936	199	772	261	777	101	156	428	351	616	270	568	546	578	1084	278	249	1080	180	544	159	554	531
42	ЧЕРКАСИ	228	207	602	354	693	322	592	359	419	678	901	574	904	130	673	346	388	138	248	146	876	596	723	639	421	302	566	422	132
43	ЧЕРНІВЦІ	145	235	818	401	616	538	849	276	635	763	855	622	107	478	590	193	305	377	567	266	847	533	686	970	579	622	383	532	221
44	ЧЕРНІВЦІ	584	485	1085	317	422	769	987	442	769	145	871	96	122	522	487	824	629	660	640	784	1135	434	282	989	189	638	368	648	739
45	ШЕПЕТІВКА	281	252	1005	208	313	725	926	134	822	310	883	207	1204	519	233	521	164	616	637	481	1074	164	282	1042	286	650	63	660	436
46	ШОСТКА	386	396	1403	564	77	694	903	437	1000	924	1144	783	1485	596	751	95	466	458	615	323	676	694	847	1220	717	770	524	929	288
ТАБЛИЦЯ ВІДСТАНЕЙ МІЖ МІСТАМИ УКРАЇНИ		КИЇВ	БІЛА ЦЕРКВА	БЕРДЯНСЬК	ВІННИЦЯ	ВОЛОДИМИР-ВОЛИНСЬКИЙ	ДНІПРОПЕТРОВСЬК	ДОНЕЦЬК	ЖИТОМИР	ЗАПОРІЖЖЯ	ІВАНО-ФРАНКІВСЬК	ІЗМАЇЛ	КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ	КЕРЧ	КІРОВОГРАД	ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ	КОНОТОП	КОРОСТЕНЬ	КРЕМЕНЧУК	КРИВИЙ РІГ	ЛУЇНЬ	ЛУГАНСЬК	ЛЬВІВ	ЛЬВІВ	МАРІУПОЛЬ	МУГІЛЯЧІВСЬКИЙ	БІРЖАЙ	НОВОГРАД-ВОЛИНСЬКИЙ	ОДЕСА	ПІРЯТИН

Рисунок 7

Следует отметить, что маршрут, выбранный разработанной программой, имеет наименьшее расстояние, не проходит через крупные населённые пункты, качество покрытия автодорог и скоростной режим не хуже, чем для вариантов 1 и 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власенко Л. А. Про розв'язання еволюційного рівняння з виродженою матрицею при старшій похідній / Л. А. Власенко, П. С. Кабелянц // Математическое моделирование : Сб. науч. тр. – Киев : Ин-т математики НАН Украины, 1996. – С. 57–60.
2. Кабелянц П. С. О единственности и существовании гладких решений сингулярного дифференциального уравнения с запаздываниями / П. С. Кабелянц // Интегральні перетворення та їх застосування до крайових задач : Зб. наук. пр. – Київ : Ін-т математики НАН України, 1997. – Вип. 15. – С. 57–61.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА МЕТОДОМ ТЕПЛОВОГО МОНИТОРИНГА

Лаврич Ю.Н.,

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины
(Украина, г. Днепропетровск)

Традиционные системы контроля современного поколения радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) являются информационно-измерительными системами (ИИС), построенные по принципу контроля физических параметров, установленных в соответствующей конструкторской документации. Реализация контроля традиционными ИИС невозможна без прекращения применения РЭА по целевому назначению и сопровождается значительными материально-временными затратами.

Применение магнитной левитации для создания ВСНТ позволило решить многие недостатки традиционного, колесного транспорта, но высокие скорости, малые расстояния левитации, быстропротекающие процессы реализации заданных функций, широкий диапазон внешних воздействующих факторов обнаружили необходимость нового подхода к построению системы контроля надежности ВСНТ [1].

Как и большинство современной техники, радиоэлектронное оборудование ВСНТ проектируется на изделиях электронной техники (ИЭТ) с использованием микроэлектронных полупроводниковых технологий.

Изготовители ИЭТ декларируют высокие показатели надежности, но, невзирая на это, в эксплуатации они продолжают отказывать и величина отказов ИЭТ составляет 50%. Современные технологии изготовления ИЭТ основаны на полупроводниковых материалах, в которых изначально неизбежно наличие дефектов, плотность которых обратно пропорциональна минимальному размеру. Установленная номенклатура параметров, характеризующих качество современной элементной базы, обладает низкой чувствительностью к физико-химическим процессам, протекающих в полупроводниковых материалах. Контролируя установленные физические параметры ИИС не способны заметить изменение состояния ИЭТ, тем более оценить кинетику процесса и приближения аварийного состояния. Такая система контроля может лишь констатировать факт работоспособности или отказа, причем измеренные параметры не являются функциями времени и отражают состояние РЭА в данный момент времени.

В современных изделиях большинство важнейших физических параметров не изменяют своих значений вплоть до отказа – в то же время параметры являются отражением состояния структуры и эволюции. Скорость, протекающих в ИЭТ большинства химико-физических процессов, зависит от энергии активации и температуры. Энергия активации основных используемых полупроводниковых материалов составляет 0,1-0,25 эВ, чем объясняется высокая чувствительность применяемой элементной базы к малым изменениям температуры.

Природа всех отказов ИЭТ одинакова и в ее основе лежат необратимые процессы деградации, протекающие в материалах, из которых они изготовлены [2]. Неважна природа возникновения градиента температуры, важно то, что температура является тем параметром, который может контролировать состояние системы.

Многолетний опыт контроля различной РЭА, изготовленной в микроэлектронном исполнении, показал высокую информативность температуры, как параметра оценки состояния изделия различного конструктивно-иерархического уровня, когда оценка температуры лицевой панели одного из ТЭЗов, размещенного в шкафу, произведенная пальцем руки, позволила обнаружить причину отказа шкафа на прогоне. При всей кажущейся нелепости, этот метод дал неплохую точность и достоверность, и, уже используя датчики температуры, был локализован источник повышенной температуры на уровне ИМС. Современные ИЭТ являются совокупностью большого количества взаимосвязанных компонентов, изготавливаемых в едином технологическом процессе на

одной несущей конструкции, размещенных на столь малых расстояниях, на которых существенные различие электрофизических свойств материалов маловероятно. Между тепловыми и электрическими характеристиками существует аналогия и взаимосвязь, электрическим параметрам (ток, напряжение, сопротивление) соответствуют термодинамические (тепловой поток, разность температур, тепловое сопротивление).

Тепловые явления отличаются от других тем, что законы тепловых явлений необратимы и тепловые процессы идут лишь в одном направлении, а 90% всех форм энергий превращается в тепло [3] и 60% контролируемых параметров в современной микроэлектронной аппаратуре связаны с температурой. Появление нового поколения элементной базы – систем на кристалле (СнК, SoC), позволило решить задачу непосредственных прямых измерений температуры элемента.

Датчик температуры, размещенный прямо на кристалле, осуществляет непрерывные измерения независимо от реализации целевых функций.

Конструктивно ВСНТ состоит из подвижного экипажа (ПЭ) и наземного стационарного диспетчерского пункта (СДП), на котором размещены аппаратные средства обеспечивающие сбор, накопление, обработку, анализ поступающей информации и автоматизацию процесса функционирования. Размещение вычислительных средств на СДП, позволяет проводить обработку информации в объеме, достаточном для построения законов распределения с заданной точностью, не имея строгих конструктивно-технических ограничений к аппаратным средствам СДП и ПЭ. В ходе проектирования разработчик разрабатывает критерии оценки состояния изделия путем установления рабочего T_r , допустимого значений температур T_d , значений скоростей V_p и V_d , ускорений A_p и A_d , закон распределения контролируемого параметра для каждого уровня укрупнения. Первоначально система контроля осуществляет измерение температуры в фиксируемые моменты времени и изменения отслеживаются, такт за тактом в заданные моменты времени, которые по беспроводными линиями передаются на СДП. Для накопления статистики, измерения осуществляются установленное число тактов, и как только температура перестает изменяться в пределах установленной точности, то есть, построена кривая распределения и она соответствует установленной, формируется сигнал прекращения накопления информации. С этого момента первичная информация о температуре изделия контролируется на установленных уровнях только на ПЭ.

В случае, когда температура соответствующего уровня превысит установленное значение, на СДП начинается анализ и выработка сигнала на включение режимов диагностирования и прогнозирования на основе значений измеренных скорости и ускорения изменения температуры. Процесс диагностики заключается в обнаружении факта изменения состояния изделия, а прогноз заключается в оценке кинетики процесса деградации.

Для уменьшения времени работы и исключения ошибок, на время установления режима теплового равновесия РЭА, процедура измерения блокируется.

Использование температуры изделий различных конструктивно-иерархических уровней в качестве параметра контроля процессов деградации, позволяет повысить эффективность системы контроля ВСНТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плаксин С. В., Соколовский И. И. Физические основы построения быстродействующих информационно-управляющих систем на базе полупроводниковых элементов с горячими электронами. – Севастополь : Вебер, 2006. – 320 с.
2. Федухин А. В. Прогнозирование параметрической надежности полупроводниковых приборов с использованием дифференциального распределения наработки до отказа // Математичні машини і системи. – 1999. – № 2. – С. 117-122.
3. Дульнев Г. Н. Тепло и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М. : Высшая школа, 1984. – 247 с.

ПОВЕДІНКА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДАХ

Меженков А.В., Пархоменко К.О.,

Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу
«Донецькій національній технічній університет»
(Україна, м. Горлівка)

Вступ. На сьогодні пішоходи – найменш захищена категорія учасників дорожнього руху. Серед постраждалих у всіх дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) частка пішоходів складає біля 40% (в містах – до 60%). Основним способом забезпечення безпеки пішоходів є розподіл у просторі і у часі транспортних та пішохідних потоків у місцях їх перетинання.

Актуальність. Останнім часом досить розповсюдженим технічним засобом організації дорожнього руху на пішохідних переходах є «лежачі поліцейські». Однак їх застосування має багато й негативних наслідків та працюють вони досить часто не так як то було передбачено інженерами з організації дорожнього руху, а відповідно й невірно впливають на поведінку учасників дорожнього руху на пішохідних переходах

Постановка задачі. Отже, є задача визначити негативні наслідки роботи «лежачих поліцейських», тобто невірний вплив на поведінку учасників дорожнього руху, та зменшити їх.

Результати досліджень. Для пішоходів виокремлюють спеціальні шляхи руху – тротуари, пішохідні доріжки, пішохідні переходи (наземні, підземні та надземні). У місцях інтенсивного руху в цілях примусового зниження швидкості транспортних засобів споруджують штучні нерівності (так звані «лежачі поліцейські»). В інтересах пішоходів в Правилах дорожнього руху (ПДР) [1] включені вимоги як до водіїв, так і до пішоходів, взаємне виконання яких забезпечить безпечне «існування» цих категорій учасників руху. Невиконання вимог ПДР тягне за собою відповідальність. Так згідно Кодексу України про адміністративні правопорушення (КУпАП) [2] порушення водіями правил проїзду пішохідних переходів, ненадання переваги у русі пішоходам на нерегульованих пішохідних переходах, тягне за собою накладення штрафу від п'ятнадцяти до двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Правила [1] регламентують порядок руху пішоходів як повздовж дороги (пункти 4.1 – 4.6), так і поперек (пункти 4.7 – 4.9, 4.13 – 4.14, 4.16). Пішоходи повинні переходити проїзну частину на пішохідних переходах, у тому числі підземних і надземних, а при їх відсутності – на перехрестях по лінії тротуарів або узбіч. При відсутності в зоні видимості переходу або перехрестя дозволяється переходити дорогу під прямим кутом до краю проїзної частини на дільницях без розділової смуги і огорожень там, де вона добре проглядається в обидві сторони [1].

Таким чином, Правила допускають перетин пішоходами проїзної частини в основному у місцях, позначених спеціальними засобами організації руху. Виконання цього Правила – запорука забезпечення безпеки пішоходу. Порядок руху залежить від обраного в кожному конкретному випадку способу організації руху. Наземні пішохідні переходи можуть бути регульованими (з ручним регулюванням або за допомогою світлофора) і нерегульованими. Незалежно від типу переходу вони повинні бути позначені відповідними знаками і розміткою. Правила дозволяють при відсутності зазначених пішохідних переходів переходити дорогу на перехрестях по лінії тротуарів або узбіч, якщо, звичайно, в цих місцях не встановлено огороження, що перешкоджають переходу. Ширина смуги проїжджої частини, яку можна використовувати пішоходам для переходу дороги на перехресті за відсутності пішохідних переходів, визначається шириною відповідних тротуарів чи узбіч. При цьому забороняється рухатися по діагоналі перехрестя або за іншою траєкторією, що виходить за межі названої смуги.

Критерієм для пристрою пішохідного переходу є в більшості випадків досить висока і стійка інтенсивність пішохідних потоків, тобто масова потреба в перетині дороги в конкретному місці. Але навіть якщо ця потреба явно виражена, нормативні документи наказують створювати пішохідні переходи на значних відстанях, наприклад, згідно СНиП 2.07.01-89* на магістральних вулицях регульованого руху не ближче ніж через 200-300 м. Складніша ситуація, коли інтенсивність пішохідного потоку не досягає величини, необхідної для організації пішохідного переходу. Правилами в цьому випадку дозволено неорганізований рух пішоходів через проїзну частину, але за певних умов, зазначених у цьому пункті Правил. Головною умовою є гарна видимість для пішоходів: дорога повинна бути добре видна в обидві сторони.

Правила вимагають від пішохода «експертної» оцінки цих умов при ухваленні рішення про можливість переходу дороги в конкретному місці. Дорога має переглядатися на такій відстані, щоб поява автомобіля не створювало небезпеку для пішохода. Безпечним як у містах, так і за межами населених пунктів можна вважати відстань 300 м (див. термін «Недостатня видимість» і пункт 6.25 СНиП 2.07.01-89*). Це орієнтовне значення, а на практиці пішоходу рекомендується крім зазначеного враховувати швидкість руху автомобіля і можливу швидкість власного руху (1,5-2,0 м/с). Природно, що при наявності на дорозі розділових смуг, пішохідних огорожень або дорожніх бар'єрних огорожень перетин пішоходами проїзної частини не допускається.

Згідно п. 4.16 [1] пішохід має право на перевагу під час переходу проїзної частини позначеними нерегульованими пішохідними переходами, однак не всі пішоходи використовують це право на першочерговий рух. Це пояснюється тим, що згідно п. 4.14. [1] Пішоходам забороняється виходити на проїзну частину, не впевнившись у відсутності небезпеки для себе та інших учасників руху, а транспортні засоби, що наближаються, являють собою небезпеку для пішоходів (небезпека для руху – зміна дорожньої обстановки (у тому числі поява рухомого об'єкта, який наближається до смуги руху транспортного засобу чи перетинає її) або технічного стану транспортного засобу, яка загрожує безпеці дорожнього руху і змушує водія негайно зменшити швидкість або зупинитися), та останні утримуються від переходу.

Водночас, згідно з п. 18.1 водій транспортного засобу, що наближається до нерегульованого пішохідного переходу, на якому перебувають пішоходи, повинен зменшити швидкість, а в разі потреби зупинитися, щоб дати дорогу пішоходам, для яких може бути створена перешкода чи небезпека. Згідно [1] пішохідний перехід – це ділянка проїзної частини або інженерна споруда, призначена для руху пішоходів через дорогу. Наземні пішохідні переходи позначаються дорожніми знаками 5.35.1, 5.35.2, дорожньою розміткою 1.14.1 – 1.14.3, пішохідними світлофорами. При цьому знак 5.35.1 встановлюється зліва від дороги, а знак 5.35.2 – праворуч. Отже, якщо пішохід утримався від переходу та не знаходиться на проїзній частині, а стоїть біля неї, то водій транспортного засобу, що наближається до нерегульованого пішохідного переходу, не повинен зменшувати швидкість. Це також викриває й термін дати дорогу – вимога до учасника дорожнього руху не продовжувати або не відновлювати рух, не здійснювати будь-яких маневрів (за винятком вимоги звільнити займану смугу руху), якщо це може примусити інших учасників дорожнього руху, які мають перевагу, змінити напрямок руху або швидкість, а оскільки пішохід стоїть біля проїзної частини, то він не може змінити швидкість руху або напрямок.

Використання «лежачих поліцейських» повинно допомагати пішоходам реалізовувати своє право на першочерговий рух, змушуючи водіїв зменшувати швидкість. В той же час, водії, що наближаються до переходу з «лежачим поліцейським», вимушені зменшувати швидкість навіть за відсутності пішоходів. Також, та частка пішоходів, що не використовують своє право на першочерговий рух, очікують проїзд автомобіля значно довше, ніж за відсутності «лежачого поліцейського». До того ж, за натурними

обстеженнями, останнє явище досить поширене. Таким чином, використання «лежачих поліцейських» має й негативні наслідки.

Для зменшення негативного впливу «лежачих поліцейських» на рух пропонується впровадження керованих «лежачих поліцейських», представлених у попередніх статтях [3] та [4], які не змушують водіїв зменшувати швидкість за відсутності пішоходів, а також дадуть впевненості пішоходам в тім, що перехід буде безпечним, і своїм правом на першочерговий рух скористається більша частка пішоходів. Застосування керованих «лежачих поліцейських» робить пішохідний перехід регульованим. Істотною відміною від переходу зі світлофорним регулюванням є те, що водії мають змогу ігнорувати заборонний сигнал світлофора, за що несуть адміністративну відповідальність. Використання керованих «лежачих поліцейських» змушує водіїв підкорятися вимогам ПДР, та саме це надає впевненості пішоходам у реалізації свого права на першочерговий рух.

Висновки. Отже, зменшення негативного впливу на поведінку учасників дорожнього руху на пішохідних переходах можна досягти застосуванням керованих «лежачих поліцейських». Таким чином, на наземних пішохідних переходах поведінка учасників дорожнього руху буде максимально наближена до вимог ПДР, що істотно підвищить безпеку руху.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила дорожнього руху: Введені в дію з 1 січня 2002р. постановою Кабінету Міністрів України № 1306 від 10 жовтня 2001 року з урахуванням змін та доповнень, внесених до Правил згідно з постановами Кабінету Міністрів України: №16 від 06.01.2005, №538 від 30.06.2005, №263 від 21.02.2007, №879 від 27.06.2007, №634 від 09.07.2008, №876 від 01.10.2008, №76 від 11.02.2009, №124 від 11.02.2009, №395 від 22.04.2009, №934 від 03.09.2009, №435 від 20.04.2011, №620 від 09.06.2011, №1029 від 26.09.2011 – К.:А.С.ІС, 2011. – 64 с.
2. Кодекс України про адміністративні правопорушення (із змінами, внесеними згідно із Законами № 4444-VI від 23.02.2012) / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2012.
3. Меженков А. В. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2010) : матеріали другої Міжнародної науково-практичної конференції. Том 2 / А. В. Меженков, К. О. Пархоменко. – Херсон : ХДМІ, 2010. – С. 52-54
4. Меженков А. В. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2011) : матеріали третьої Міжнародної науково-практичної конференції. Том 1 / А. В. Меженков, К. О. Пархоменко. – Херсон : ХДМІ, 2011. – С. 257-260.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нестеренко В.Б., Завальнюк О.П.,

Херсонская государственная морская академия
(Украина)

Введение. В настоящее время в эксплуатации находится большое число судов типа «река-море», которые выработали свой расчетный ресурс, тем не менее, продолжают работать далее, т.к. их замена требует значительных капитальных вложений.

Техническое состояние таких судов различно, поэтому требуется способ и методика экспертной оценки их состояния для подтверждения возможности их безопасной эксплуатации или проведения восстанавливающего ремонта либо для принятия решения относительно вывода судна из эксплуатации для утилизации.

Актуальность исследований. Согласно правилам технической эксплуатации РТМ 31.2003-77 [1] судовой экипаж обязан регулярно наблюдать за корпусом и конструкциями, восстанавливать покрытие металла, выполнять ремонт поврежденных элементов конструкции. Класс приводит в [2] нормы износа элементов конструкции, обшивки и палуб, по изменениям которых устанавливают районы и объемы замены металла. Однако, на сегодняшний день приборный контроль напряженно-деформированного и усталостного состояний корпуса судна – как основного несущего элемента сложного инженерного сооружения – отсутствует.

Постановка задачи. Используя один из методов неразрушающего контроля, выполнить экспертную оценку технического состояния корпуса судна типа «река-море», проанализировать его напряженно-деформированное состояние во время грузовых операций и степень усталости металла судовой конструкции.

Результаты исследований. Согласно [3] под техническим состоянием корпуса судна (корпусных конструкций) понимают совокупность параметров, определяющих прочность, жесткость и непроницаемость корпуса (корпусных конструкций), подверженных изменению в процессе эксплуатации. Техническое состояние корпусов судов устанавливается в зависимости от степени износа их основных связей, от характеристик остаточных деформаций и других дефектов.

Для выполнения поставленной задачи был выбран, как наиболее оптимальный [4, 5], магнитный метод неразрушающего контроля по измерениям магнитной характеристики материала конструкции – коэрцитивной силы.

Эксперименты осуществлялись на одном и том же судне типа «река-море» в процессе погрузки семян подсолнечника. Грузовые операции проводились в пресноводном порту – на терминале с. Львово (Херсонская обл., р. Днепр). Исследуемое судно имело около 1200 т балласта и 1800 т груза.

Измерения выполнялись согласно временной методике экспертной оценки и технического диагностирования судовых конструкций коэрцитиметрическим методом [6]. Тактика оценки технического состояния судна предполагала измерение коэрцитивной силы в различных точках на поверхности горизонтальной пластины комингса трюмов, как верхней поверхности объемного бруса. Сплошной комингс грузовых трюмов является одной из важнейших несущих продольных связей и поэтому может использоваться в качестве объекта контроля прочностно-усталостных характеристик судна.

Таким образом, наблюдения и измерения выполнялись по верхней поверхности горизонтального листа сплошного комингса люка с правого и левого бортов. Комингс исследуемого судна простирается от шпангоута №50 до шпангоута №210. Материал контрольного листа – сталь 09Г2С.

По результатам коэрцитиметрических измерений получены следующие числовые характеристики: математическое ожидание (МО); наибольшее выявленное в данной зоне

значение Hc^{max} ; среднеквадратическое отклонение (СКО) в каждом сечении шпангоута, характеризующее степень разброса состояний металла относительно его текущего усредненного состояния, характеризуемого величиной МО. С течением срока службы числовые значения МО и СКО очевидно будут возрастать. Скорость их роста по годам будет означать скорость исчерпания ресурса. Это численная характеристика величины накопленной усталости и скорости ее роста.

Выводы:

1. Используя метод коэрцитиметрии, выполнена экспертная оценка технического состояния корпуса судна типа «река-море».

2. Измерения не установили перенапряжений в корпусе судна, по-видимому, осуществляемый вариант погрузки может считаться наиболее благоприятным с позиции сохранности корпуса.

3. С помощью измерений коэрцитивной силы по горизонтальным поверхностям комингсов трюмов установлено, что наибольшие напряжения корпус испытывает в сечениях шпангоутов № 50; 135; 190-185; 205-210. В районе шпангоута № 50 наблюдается повышенная напряженность главной палубы в месте перехода от комингсов люка к рубке. Значительные напряжения сконцентрированы в районе 132-142 шпангоутов правого и левого бортов.

4. Для данного судна, судя по его обзорной коэрцитиметрической экспертизе, наиболее характерен линейный вариант развития и накопления поврежденности. Корпус судна не имеет выраженных слабых мест с недопустимым уровнем накопленной усталости. Неравномерность деградации металла вполне адекватна его сроку службы. Если организовывать «режим эксплуатационного управления ресурсом», который в части состояния корпуса судна предполагает слежение в ручном режиме за выявленными зонами с самыми высокими значениями величины коэрцитивной силы, например, один раз в полгода, то график динамики изменений в этих точках покажет скорость нарастания деградации металла, если она будет иметь место. По этой скорости легко определить время, когда состояние металла станет несовместимым с безопасной эксплуатацией судна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящий технический материал. РТМ 31.2003-77 «Корпус, помещения, устройство и системы судна. Правила технической эксплуатации». ЦРИА «Морфлот». Министерство морского флота СССР, 1988. – 97 с.

2. Правила классификации и постройки морских судов : в 2 т. / Рос. мор. регистр судоходства. – СПб. : [б. и.]. Т. 1. – 2003. – 492 с.

3. Сборник нормативно-методических материалов. Книга четвертая / Регистр СССР. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1986. – 136 с.

4. Безлюдько Г. Я. Применение коэрцитиметрии для мониторинга продольной прочности корпуса судна в условиях эксплуатации / Г. Я. Безлюдько, Е. И. Елкина, Р. Н. Соломаха, О. П. Завальнюк, В. Б. Нестеренко // В мире неразрушающего контроля. – СПб, 2011. – № 3(53). – С. 19-23.

5. Завальнюк О. П. Мониторинг прочности судна как один из путей обеспечения безопасности мореплавания / О. П. Завальнюк, В. Б. Нестеренко // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2011. – № 4. – С. 53-56.

6. Методика експертної оцінки і технічного діагностування суднових конструкцій коерцитиметричним методом (тимчасове видання) / В. Б. Нестеренко, О. П. Завальнюк – Херсон : ХДМА. Науково-дослідна лабораторія «Експертна оцінка і моніторинг загальної міцності суден для забезпечення безпеки мореплавства», 2012. – 36 с.

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Пахомова В.М., Казаков О.І.,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені В. Лазаряна
(Україна)

Вступ. Сьогодні складні об'єднані системи складаються з великої кількості мереж і маршрутизаторів (рис. 1). При цьому кожен маршрутизатор повинен володіти інформацією про топологію об'єднаної системи, що знаходиться за межами тієї мережі, до якої він підключений. З погляду користувача така об'єднана мережа виглядає як єдина віртуальна мережа, до якої підключаються всі комп'ютери. При цьому деталі конкретного фізичного підключення не мають значення. Для реалізації такого підходу недостатньо маршрутизаторів, що зв'язують фізичні мережі. На кожному комп'ютері об'єднаної мережі повинно бути встановлено також спеціальне програмне забезпечення, за допомогою якого прикладні програми зможуть використовувати об'єднану мережу так, як якби це була одна фізична мережа [1].

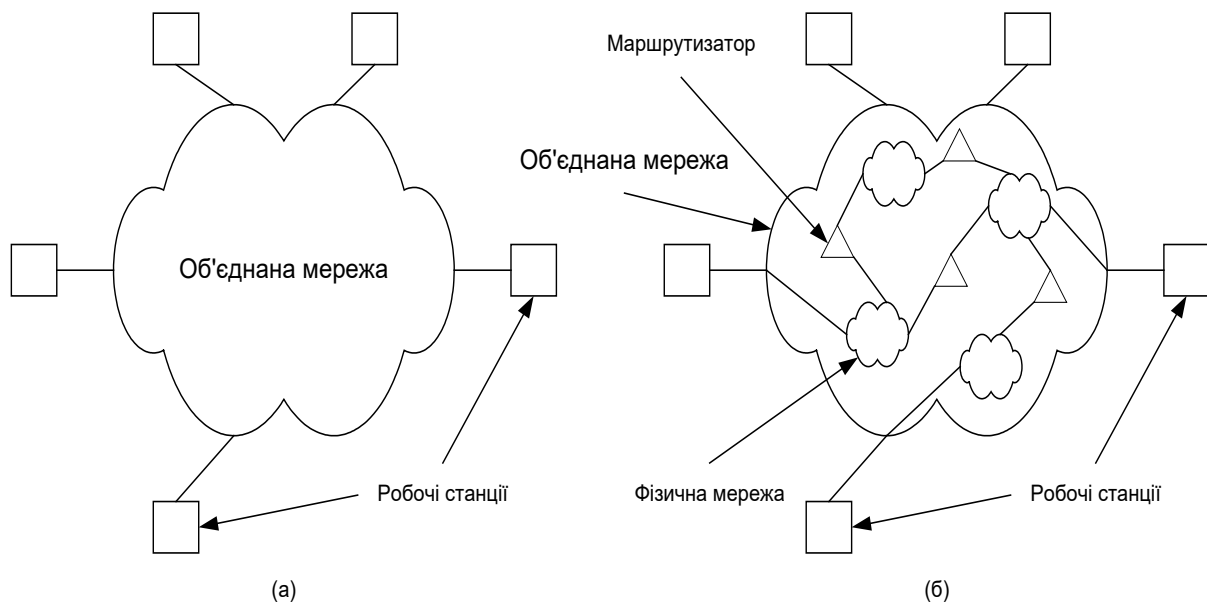


Рисунок 1 – Об'єднана мережа: (а) – кожен комп'ютер підключений до однієї великої мережі; (б) – схема підключення фізичних мереж за допомогою маршрутизаторів

Актуальність досліджень. Кожен маршрутизатор виконує пересилку дєйтаграм між мережами. Дєйтаграма переходить від одного маршрутизатора до іншого до тих пір, поки не досягне маршрутизатора, безпосередньо підключеного до тієї ж мережі, що і її кінцевий одержувач. Таким чином, система маршрутизаторів створює структурну основу об'єднаної мережі і управляє всім трафіком, за винятком безпосередньої доставки пакетів від одного вузла до іншого. Створення системи маршрутизації відбувається в два етапи [2]: ініціалізація та оновлення. Для полегшення процесу визначення маршруту, алгоритми маршрутизації ініціалізують і підтримують таблиці маршрутизації, в яких міститься маршрутна інформація. Маршрутна інформація змінюється залежно від використовуваного алгоритму маршрутизації. Ефективність алгоритму маршрутизації визначає ефективність функціонування мережі у цілому.

Постановка задачі. Складні алгоритми маршрутизації при виборі маршруту можуть базуватися на великій кількості показників, комбінуючи їх таким чином, що в результаті виходить один гібридний показник. Серед таких показників, які використовуються в алгоритмах маршрутизації, можуть бути [3]: довжина маршруту; затримка; ширина смуги пропускання; навантаження; вартість зв'язку та інші.

Бурхливе зростання кількості та розмірів об'єднаних мереж привело до виявлення великої кількості проблем, пов'язаних з маршрутизацією [3]: продуктивність протоколів маршрутизації значно знизилася; розмір повідомлень, якими обмінюються маршрутизатори для підтримки своїх таблиць маршрутизації росте, що потребує все більших ресурсів маршрутизаторів і все більшої пропускної спроможності мережі; велика кількість маршрутизаторів, що працюють з протоколами маршрутизації, роблять підтримку механізмів виявлення та ізоляції збоїв практично неможливою. У зв'язку з чим необхідний детальний аналіз існуючих алгоритмів маршрутизації.

Результати аналізу. Виділяють два *типи маршрутизації* [2]: пряму і непряму. При прямій маршрутизації відправник в певній мережі може безпосередньо передавати кадри будь-якому одержувачу в тій же мережі. При цьому не потрібна функціональність протоколів маршрутизації. Для передачі дейтаграми з використанням прямої маршрутизації, відправник інкапсулює цю дейтаграму в кадр канального рівня, визначає за допомогою протоколу ARP (Address Resolution Protocol) фізичну адресу одержувача по відомій адресі і, використовуючи мережеве апаратне забезпечення, доставляє дейтаграму.

Непряма маршрутизація відбувається в тому випадку, якщо відправник і одержувач знаходяться в різних мережах. Непряма маршрутизація вимагає, щоб відправник передавав дейтаграми маршрутизатору для доставки їх через розподілену мережу, тобто [2]: відправник повинен визначити маршрутизатор, якому необхідно адресувати дейтаграми для доставки; а маршрутизатор повинен уміти доставляти дейтаграми до цільової мережі, в якій розташований одержувач. Перед відправкою пакету відправник перевіряє мережевий префікс адреси одержувача, порівнюючи його з префіксом своєї мережі. Збіг означає, що дейтаграма може бути послана безпосередньо. Якщо номери мереж не співпадають, відправник повинен послати дейтаграму маршрутизатору. Маршрутизатор ухвалює рішення про передачу кожної дейтаграми на підставі своєї таблиці маршрутизації. Якщо одержувач розташовується в мережі, підключеній до одного з портів маршрутизатора, то він може доставити дейтаграму безпосередньо, не посилаючи її іншим маршрутизаторам. Інакше маршрутизатор повинен відіслати дейтаграму іншому маршрутизатору, який знаходиться ближчим до одержувача.

Існує два *підходи до вибору маршруту* [2]: маршрутизація від джерела; однокроковий підхід. При маршрутизації від джерела вибір маршруту проводиться кінцевим вузлом або першим маршрутизатором на шляху проходження дейтаграми. Вся решта маршрутизаторів тільки відпрацьовує вибраний маршрут.

Згідно методу однокрокової маршрутизації кожен маршрутизатор і кінцевий вузол бере участь у виборі тільки одного кроку передачі дейтаграми. У кожному рядку таблиці маршрутизації вказується не весь маршрут (у вигляді послідовності адрес маршрутизаторів, через які повинна пройти дейтаграма), а тільки одна адреса наступного маршрутизатора (адреса першого на шляху маршрутизатора, по якому потрібно передати дейтаграму). Разом з дейтаграмою цьому маршрутизатору передається і відповідальність за вибір наступного кроку. Такий підхід розподіляє завдання вибору маршруту і знімає обмеження на максимальну кількість маршрутизаторів в дорозі. Крім того, за рахунок використання маршрутизатора за умовчанням істотно скорочується об'єм таблиці. Всі дейтаграми, номери мереж яких відсутні в таблиці маршрутизації, передаються маршрутизатору за умовчанням. Тобто, маршрутизатор за умовчанням передає дейтаграму в магістральну мережу, а маршрутизатори, підключені до магістральної мережі, мають повну інформацію про її топологію.

Алгоритми маршрутизації виконують наступні завдання [3]: зменшують об'єм робіт, що виконується мережевим адміністратором, оскільки динамічно вводять в таблиці маршрутизації маршрути до всіх мереж; за наявності більше одного маршруту до деякої мережі додають в таблицю найкращий маршрут; додають в таблицю декілька маршрутів і забезпечують розподіл навантаження по цих маршрутах; дозволяють автоматично видаляти з таблиці недійсні маршрути при виникненні відмови каналу; після отримання

інформації про кращий маршрут вводять дані про нього в таблицю; усувають маршрутні цикли з максимально можливою оперативністю. Схема класифікації алгоритмів маршрутизації представлена на рис. 2.

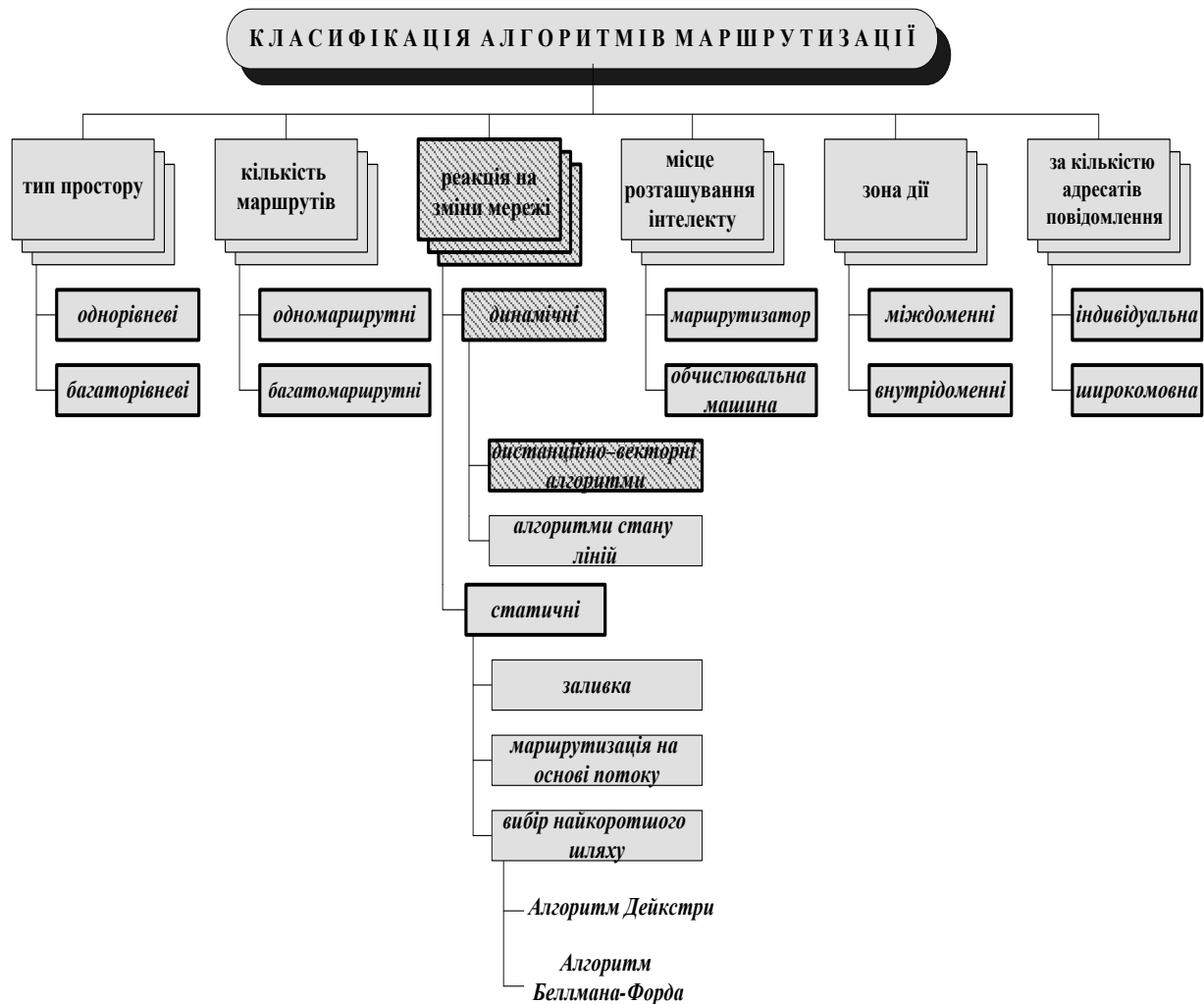


Рисунок 2 – Схема класифікації алгоритмів маршрутизації

Алгоритми маршрутизації розподіляють за *типом простору*, що вони охоплюють [5] на: однорівневі та багаторівневі (ієрархічні). У однорівневій системі маршрутизації всі маршрутизатори рівні по відношенню один до одного. Ієрархічна маршрутизація – це метод, що базується на схемі розбиття більшої мережі на ієрархічну систему підмереж з власною маршрутизацією усередині кожного рівня. При використанні ієрархічної маршрутизації маршрутизатори розбиваються на окремі так звані регіони. Кожен маршрутизатор має інформацію про маршрути тільки в своїй області. Тобто кожен маршрутизатор знає топологію тільки своєї мережі і не знає топологію інших. Пакети з небазових маршрутизаторів переміщуються до базових маршрутизаторів і переміщуються через них до тих пір, поки не досягнуть загальної області пункту призначення. Починаючи з цього моменту, вони переміщуються від останнього базового маршрутизатора через один або декілька небазових маршрутизаторів до кінцевого пункту призначення. Окрім того базові маршрутизатори займаються побудовою таблиць маршрутизації для небазових маршрутизаторів своєї області. Ієрархія може мати два і більше рівнів [5].

Ще один тип за яким класифікують алгоритми маршрутизації *кількість маршрутів* [5]. Деякі складні протоколи маршрутизації забезпечують безліч маршрутів до одного й того ж пункту призначення. Такі багатомаршрутні алгоритми роблять можливою мультіплексну передачу трафіку по численних лініях; одномаршрутні алгоритми не

можуть робити цього. Переваги багатомаршрутних алгоритмів очевидні - вони можуть забезпечити значно більшу пропускну здатність і надійність.

Місце розташування інтелекту: у головній обчислювальній машині або в маршрутизаторі. Деякі алгоритми маршрутизації припускають, що кінцевий вузол визначає весь маршрут. Зазвичай це називають маршрутизацією від джерела. У системах маршрутизації від джерела маршрутизатори діють просто як пристрої зберігання та пересилання пакета, без всяких роздумів відсилаючи його до наступної зупинки [5]. Інші алгоритми припускають, що головні обчислювальні машини нічого не знають про маршрути. При використанні цих алгоритмів маршрутизатори визначають маршрут через об'єднану мережу, базуючись на своїх власних розрахунках. У першій системі, розглянутій вище, інтелект маршрутизації знаходиться в головній обчислювальній машині. У системі, розглянутої в другому випадку, інтелектом маршрутизації наділені маршрутизатори. Системи з інтелектом у головній обчислювальній машині частіше обирають найкращі маршрути, оскільки вони, як правило, знаходять всі можливі маршрути до пункту призначення, перш ніж пакет буде дійсно надіслано. Потім вони обирають найкращий маршрут, ґрунтуючись на визначенні оптимальності даної конкретної системи. Однак акт визначення всіх маршрутів часто вимагає значного трафіку пошуку і великого обсягу часу [5].

За зоною дії алгоритми поділяють на внутрідоменні та міждоменні. Деякі алгоритми маршрутизації діють тільки в межах доменів, інші – як у межах доменів, так і між ними. Природа цих двох типів алгоритмів різна. Тому зрозуміло, що оптимальний алгоритм внутрідоменної маршрутизації не обов'язково буде оптимальним алгоритмом міждоменної маршрутизації [5].

За кількістю адресатів повідомлення: індивідуальна та ширококомовна маршрутизація (відсилання повідомлень на всі хости одразу) [5]. Прості методи ширококомовної маршрутизації полягають в індивідуальній відправці пакетів кожному одержувачу, що пред'являє певні вимоги до мережі. Дуже багато пакетів повторюється, це викликає зайву витрату смуги пропускання, необхідність відправнику знати всіх одержувачів. Багатоадресна маршрутизація – це розсилання пакетів не всім абонентам мережі, а лише деякій групі. Для її реалізації кожен пакет містить або список адресатів, або бітову карту з хостами призначення. Коли пакет, що містить такі дані прибуває на маршрутизатор, маршрутизатор визначає набір вихідних ліній, на які необхідно далі відіслати пакет. Лінія вибирається, якщо вона входить в оптимальний шлях до одного з адресатів списку. Створюється відповідна кількість дублікатів пакету і розсилається далі. Зв'язне дерево – це частина мережі, що містить всі маршрутизатори, але не містить замкнених шляхів. Пакет, що приходить на маршрутизатор відправляється на всі лінії, що належать зв'язному дереву, окрім лінії – джерела повідомлення. Проблема лише в тому, щоб маршрутизатори мали інформацію про зв'язне дерево. Просування по зустрічному шляху має місце, коли на маршрутизатор прибуває ширококомовний пакет він робить перевірку чи використовується лінія, з якої він прибув для нормальної передачі пакетів джерелу ширококомовлення [5].

За реакцією на зміни в мережі виділяють статичні та динамічні алгоритми. Динамічні передбачають періодичний вимір характеристик каналів і постійне дослідження топології маршрутів. Вибір того або іншого маршруту проводиться на підставі цих вимірів. Статичні, здійснюючи вибір маршруту, не беруть до уваги існуючу в цей момент топологію або завантаження каналів [4].

Динамічні алгоритми маршрутизації підлаштовуються до мінливих обставин мережі в масштабі реального часу. Вони виконують це шляхом аналізу повідомлень про оновлення маршрутизації. Якщо в повідомленні вказується, що мала місце зміна мережі, програми маршрутизації перераховують маршрути і розсилають нові повідомлення про коректування маршрутизації. Такі повідомлення пронизують мережу, стимулюючи маршрутизатори заново прогонять свої алгоритми і відповідним чином змінювати таблиці

маршрутизації. Динамічні алгоритми маршрутизації можуть доповнювати статичні маршрути там, де це доречно [4].

Динамічні алгоритми бувають з урахуванням стану каналу та дистанційно-векторні. Алгоритми стану каналу (відомі також як алгоритми «першочерговості найкоротшого маршруту») направляють потоки маршрутної інформації у всі вузли об'єднаної мережі. Однак кожен маршрутизатор посилає тільки ту частину маршрутної таблиці, що описує стан його власних каналів [4]. Алгоритми стану каналів трохи менше схильні до утворення петель маршрутизації, ніж алгоритми вектору відстані. З іншого боку, алгоритми стану каналу характеризуються більш складними розрахунками в порівнянні з алгоритмами вектора відстаней, вимагаючи більшої процесорної потужності та пам'яті, ніж алгоритми вектора відстаней. Внаслідок цього, реалізація та підтримка алгоритмів стану каналу може бути більш дорогою. Незважаючи на їхні відмінності, обидва типи алгоритмів добре функціонують при різних обставинах.

Алгоритми вектору відстані (довжини вектора) вимагають від кожного маршрутизатора посилки всієї або частини своєї маршрутної таблиці, але лише своїм сусідам. Алгоритми стану каналів фактично направляють невеликі коректування по всіх напрямках, в той час як алгоритми вектору відстані відсилають більш великі коректування тільки в сусідні маршрутизатори. Метрикою для дистанційно-векторної маршрутизації є число відрізків мережі (хопів) між відправником і одержувачем [4].

Динамічні алгоритми для оцінки оптимальності шляху використовують механізм метрик. Метрикою для дистанційно-векторної маршрутизації є число відрізків мережі (хопів) між відправником і одержувачем. Можлива і інша метрика, яка враховує затримку, пропускну здатність між сусідніми маршрутизаторами, кількість пакетів, що знаходяться в черзі.

Статичні алгоритми маршрутизації, на відміну від динамічних, не враховують топологію мережі, що постійно змінюється. Замість цього таблиці маршрутизації задаються адміністратором, або розраховуються програмно при ініціалізації і в процесі роботи не змінюються. Це робить її непридатною для використання в більшості мереж. Алгоритми, що використовують статичні маршрути, прості для розробки і добре працюють в оточенні, де трафік мережі можна передбачити, а схема мережі відносно проста [4]. В свою чергу статичні алгоритми реалізуються декількома методами: заливки, маршрутизацією на основі потоку, вибір найкоротшого шляху [5]. Алгоритм заливки є найбільш надійним та швидким з усіх існуючих алгоритмів. Принцип функціонування полягає в розсиланні пакету, що прийшов, в усі лінії, крім тієї, по якій він прийшов. Але його єдиний і головний мінус – неприпустимо велике значення трафіка. Даний алгоритм є оціночним при тестуванні нових розробок [5]. Алгоритм маршрутизації на підставі потоку ґрунтується на припущенні про те, що трафік усередині мережі можна описати статистичним законом, на підставі якого й вибираються оптимальні схеми маршруту.

Якщо класифікувати *алгоритми пошуку найкоротшого шляху*, то можна виділити такі методи: метод рельєфів і метод матриць. В методі рельєфів найкоротшим вважається маршрут, що проходить через найменшу кількість транзитних вузлів. В методі матриць мінімізація шляху ведеться по критерію довжини шляху без врахування числа транзитів в ньому. Всі алгоритми використовують одну з трьох математичних моделей – Дейкстра, Беллмана-Форда, Флойда-Уоршелла; складена відповідна програмна модель DemoRoute (Borland Delphi 7) з п'яти модулів: один з яких відповідає за інтерфейс користувача, другий – за графічний вивід, три останні за реалізацію конкретного алгоритму. Схема взаємодії методів моделі DemoRoute представлена на рис. 3. У всіх трьох алгоритмах остаточне рішення знаходиться методом ітерацій, але в кожному алгоритмі ітеруються різні величини: в алгоритмі Беллмана-Форда – число дуг у шляху, в алгоритмі Дейкстра – довжина шляху, в алгоритмі Флойда-Уоршалла – число вузлів, які допускається мати в якості проміжних вузлів на шляхах.

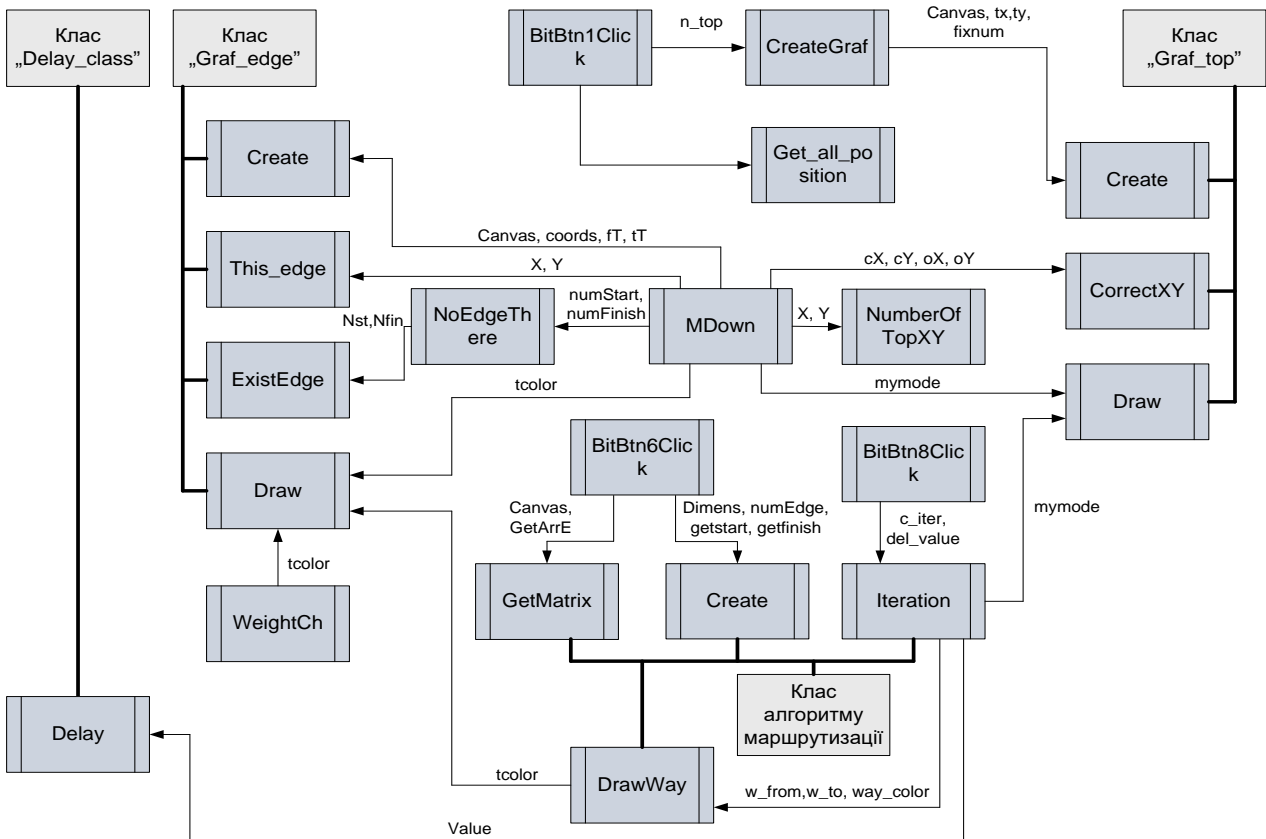


Рисунок 3 – Схема взаємодії методів моделі DemoRoute

На моделі DemoRoute проведені дослідження. Кожний варіант даних задавався для пошуку трьома алгоритмами, при цьому змінювалась кількість вершин і ребер у графі. Так, наприклад, результат роботи програмної моделі DemoRoute, що здійснила моделювання за алгоритмом Беллмана-Форда, представлений на рис. 4.

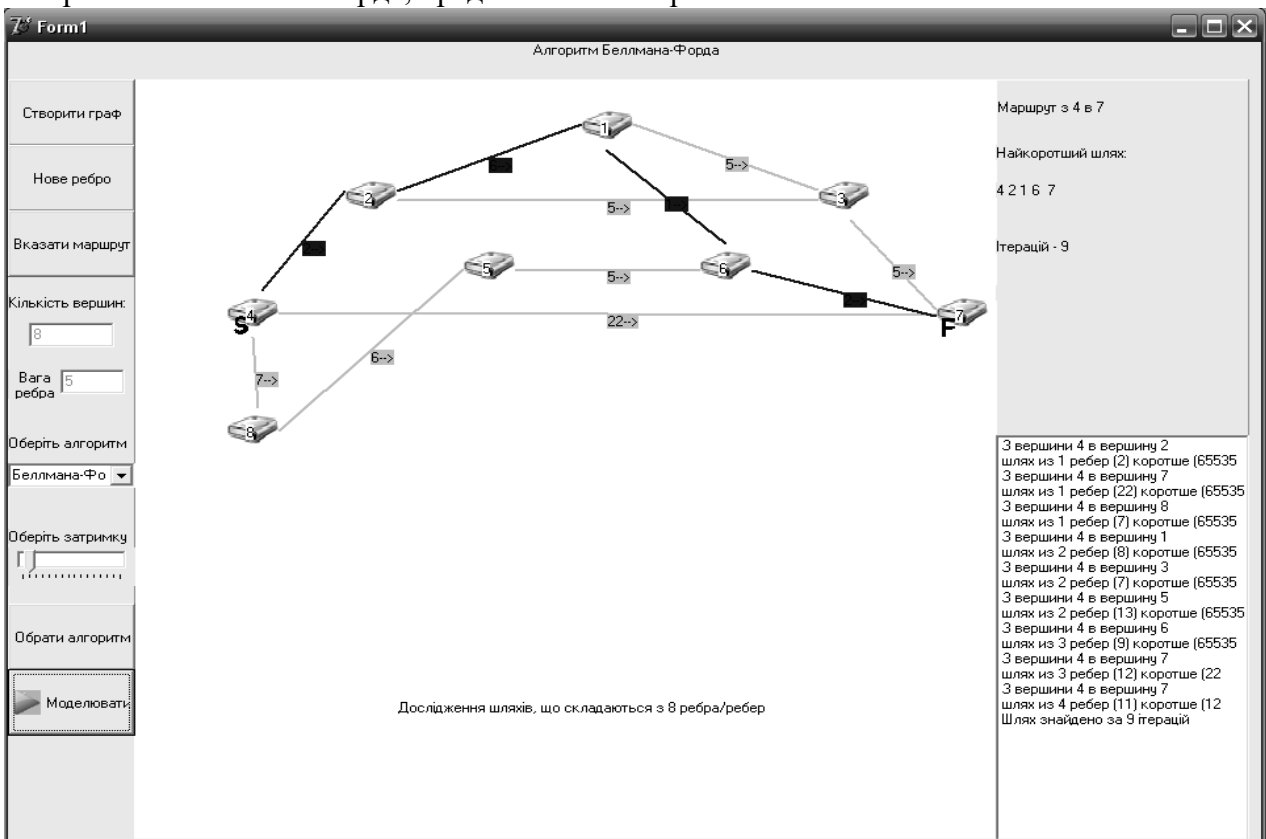


Рисунок 4 – Результат роботи моделі DemoRoute за алгоритмом Беллмана-Форда

Оброблені дані що одержані на моделі DemoRoute та представлені в табл. 1. Середнє значення ітерацій за алгоритмами: Дейкстри – 10,2; Беллмана-Форда – 15,6 і Флойда-Уоршалла – 48,9.

Таблиця 1 – Дослідження алгоритмів на моделі DemoRoute

Кількість вершин	Беллмана-Форда				Дейкстри				Флойда-Уоршалла			
	Ребер / Ітерацій			Середнє	Ребер / Ітерацій			Середнє	Ребер / Ітерацій			Середнє
6	6	6	6		6	6	6		6	6	6	
	5	9	6	6,66667	4	5	5	4,66667	5	12	8	8,33333
	8	8	8		8	8	8		8	8	8	
	7	6	10	7,66667	5	5	7	5,66667	9	7	13	9,66667
10	10	10	10		10	10	10		10	10	10	
	8	11	12	10,33333	7	8	8	7,66667	25	21	28	24,66667
	9	9	9	9	8	8	8	8	12	20	35	22,33333
	15	15	15		15	15	15		15	15	15	
14	13	14	17	14,66667	10	11	11	10,66667	39	10	57	35,33333
	20	20	20		20	20	20		20	20	20	
	11	24	22	19	9	12	13	11,33333	31	49	71	50,33333
	14	14	14		14	14	14		14	14	14	
14	14	11	14	13	12	10	12	11,33333	30	63	51	48
	22	22	22		22	22	22		22	22	22	
	16	14	39	23	15	10	17	14	93	63	157	104,333
	30	30	30		30	30	30		30	30	30	
	23	29	59	37	16	17	23	18,66667	56	180	174	136,667

Висновки.

1. На основі проаналізованих алгоритмів маршрутизації складена схема їх класифікації за різними ознаками: типом простору, кількістю маршрутів, реакцією на зміни мережі, місцем розташування інтелекту, зоною дії та кількістю адресатів повідомлення. Найбільш поширеною серед яких являється реакція на зміни мережі, відповідно до якої алгоритми маршрутизації підрозділяються на статичні та динамічні.

2. В мережах розповсюджені динамічні протоколи маршрутизації, які основані на векторних алгоритмах та алгоритмах з урахуванням стану зв'язків. Алгоритми маршрутизації з урахуванням стану зв'язків істотно перевершують алгоритми вектору відстані, але алгоритми вектору відстані мають деякі переваги: істотне зменшення витрат пропускнуої смуги каналів в невеликих мережах та зниження витрат часу на обслуговування і настройку.

3. Розроблена програмна модель DemoRoute, на якій проведені дослідження алгоритмів пошуку найкоротшого шляху: Дейкстра, Беллмана-Форда, Флойда-Уоршалла. Алгоритм Дейкстри може використовуватися тільки в графах з додатними вагами ребер, а Беллмана-Форда і Флойда-Уоршалла з будь-яким значенням ваги ребер. Алгоритм Флойда-Уоршалла знаходить відстань між всіма вершинами, а Дейкстри і Беллмана-Форда – лише від вказаної вершини до всіх інших. Середнє значення ітерацій за алгоритмами: Дейкстри – 10,2; Беллмана-Форда – 15,6 і Флойда-Уоршалла – 48,9.

ЛІТЕРАТУРА

1. Камер Дуглас Э. Сети TCP/IP, Том 1. Принципы, протоколы и структура / Э. Дуглас Камер. – М. : Вильямс, 2003. – 880 с.
2. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей : Энциклопедия [Текст] / М. Кульгин. – СПб : Питер, 2000. – 704 с.
3. Хилл Брайан. Полный справочник по Cisco : Пер. с англ. [Текст] / Брайан Хилл. – М. : Вильямс, 2004. – 1088 с.
4. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 2006. – 958 с.
5. Таненбаум Э. Компьютерные сети [Текст] / Э. Таненбаум. – Харьков : Альфа, 2005. – 1120 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ «ПНЕВМАТИЧНА ШИНА – ОПОРНА ПОВЕРХНЯ, ЩО ДЕФОРМУЄТЬСЯ»

Пелевін Л.Є., Балака М.М.,

Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА)

(Україна),

Аржасєв Г.О.,

Миколаївський будівельний коледж КНУБА

(Україна)

Вступ. Одним із перспективних напрямів удосконалення математичного опису взаємодії пневматичної шини (еластичного колеса – ЕК) з опорною поверхнею, що деформується – ПДОП (грунтом, землею, сніговою цілиною тощо) є перехід від механічних моделей тіл, що контактують, [1] до їх реологічних аналогів [2].

Актуальність досліджень. Для опису силової взаємодії шини з опорною поверхнею в [3] запропоновано моделі ЕК (великогабаритної пневматичної шини – ВГШ і ПДОП (піщано-глинистого ґрунту типу суглинок), що складаються з нескінченно великого числа елементів різної реологічної природи, тобто паралельно розташованих тіл Гука, Ньютона і Сен-Венана для ЕК та Гука і Ньютона для ПДОП, що одночасно деформуються у радіальному напрямі (рис. 1), а в [4] – залежності для переходу від параметрів механічної моделі ЕК до її реологічних аналогів.

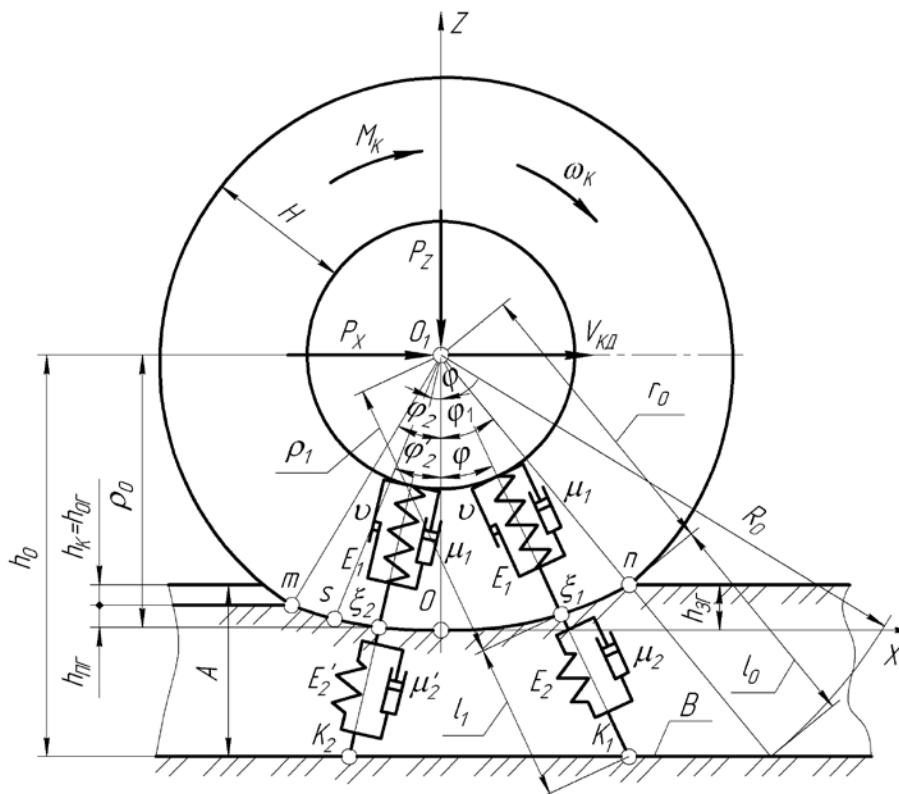


Рисунок 1 – Схема силової взаємодії ЕК з ПДОП при коченні колеса:

E_1, μ_1 – відповідно модуль деформації та коефіцієнт в'язкості шини (ЕК); E_2, μ_2, E'_1, μ'_1 – відповідно модулі деформації і коефіцієнти в'язкості ґрунту (ПДОП) в зонах завантаження (no) і розвантаження (om); ν – коефіцієнт, що показує, яку частину модуля деформації шини E_1 складають контактні напруження, що обумовлені постійним внутрішнім тертям у шині; A – величина шару ґрунту, що зазнає деформації; B – шар ґрунту, який не деформується

Що стосується параметрів реологічних моделей опорних поверхонь руху позашляхових технологічних засобів (ПТЗ), то в [5, 6] розроблено методику та інформаційно-вимірювальне забезпечення їх визначення.

Постановка задачі. Задача полягає у експериментальному визначенні параметрів реологічних моделей колеса з пневматичною шиною (ЕК) розміром 27.00-33 моделі В-71 за результатами його статичних та динамічних випробувань, а також ПДОП у вигляді зв'язного щільного (свіжозрізаного) піщано-глинистого ґрунту типу суглинок.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження параметрів реологічних моделей ЕК і ПДОП було проведено авторами за програмою Міждержавної співпраці в галузі виробництва та випробувань ВГШ для ПТЗ різного призначення в країнах СНД у липні – вересні 2011 року в умовах Полігону будівельно-дорожніх машин Воронежського державного архітектурно-будівельного університету під загальним керівництвом канд. техн. наук Василенка А. В. (Росія).

В якості об'єкта досліджень було прийнято пневматичну шину розміром 27.00-33 (760-838) моделі В-71 за ГОСТ 8430-2003 «Шины пневматические для строительных, дорожных, подъемно-транспортных и рудничных машин. Технические условия», яка є найбільш характерним представником ВГШ індексів навантаження (LI) від 200 до 205 для будівельно-дорожньої, підйомно-транспортної та рудничної техніки з максимальною швидкістю руху до 50 км/год, що застосовується, зокрема, на самохідних скреперах ДЗ-13Б і ДЗ-115А типорозміру СС-15.

Визначення параметрів реологічної моделі ЕК. При отриманні характеристик нормальної жорсткості – $P_z = P_z(h_z)$, тобто при статичних випробуваннях ЕК, що не обертається ($\omega_k = 0$), і загасаючих коливань – $h_z = h_z(t)$, тобто при динамічних випробуваннях на плоскій опорній поверхні, що не деформується (ПНОП), передня (nO) і задня (Om) ділянки контакту симетричні та їх реологічні моделі працюють однаково.

Плоский напружено-деформований стан у контакті ЕК з ПНОП при $\omega_k = 0$ має вид [4]:

$$\sigma_1 = \varepsilon_1 E_1 + \dot{\varepsilon}_1 \mu_1 + \nu E_1 \operatorname{sgn} \varepsilon_1, \quad (1)$$

де ε_1 , $\dot{\varepsilon}_1$ – відповідно відносні деформації та швидкості деформацій ЕК; sgn – функція Кронекера.

Використовуючи рівняння рівноваги колеса $P_z = 2 \int_0^{\varphi_1} \sigma_1 \cos \varphi B_f \rho d\varphi$, отримаємо

$$P_z = 2 B_f r_0 E_1 \cos \varphi_1 \left(\frac{\lambda}{2 \cos \varphi_1} \cdot \frac{r_0}{H} \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau \dot{h}_z}{H} \ln \frac{(1 + \sin \varphi_1)}{(1 - \sin \varphi_1)} \pm \nu \varphi_1 \operatorname{sgn} h_z \right), \quad (2)$$

де h_z – нормальна деформація шини; \dot{h}_z – швидкість нормального деформування шини; λ – безрозмірний множник; φ_1 – центральний кут половини довжини контакту ЕК з ПНОП.

Вираз для λ має вид

$$\lambda = 2 \cos \varphi_1 \left[\varphi_1 - \frac{1}{2} \ln \frac{(1 + \sin \varphi_1)}{(1 - \sin \varphi_1)} \cdot \cos \varphi_1 \right] \approx 0,551 \varphi_1^{2,88}. \quad (3)$$

Тоді залежності для визначення E_1 , ν і μ_1 відповідно до [4] мають вид:

$$\dot{A}_1 = \frac{(P_z - P_{zv}) H}{B_f r_0^2 \lambda}; \quad (4)$$

$$v = \frac{P_{Zv}}{2B_f E_1 r_0 \varphi_1 \cos \varphi_1}; \quad (5)$$

$$\mu_1 = \frac{(P_Z \cdot \ddot{h}_{z0} / g - P_{Zv}) H}{B_f r_0 \dot{h}_{z0} \ln \left[\frac{(1 + \sin \varphi_1)}{(1 - \sin \varphi_1)} \right] \cos \varphi_1}. \quad (6)$$

де P_{Z0} – доля вертикального (нормального) навантаження P_Z , що врівноважується силами постійного внутрішнього тертя; \dot{h}_{z0} , \ddot{h}_{z0} – відповідно швидкість та прискорення нормального деформування на момент, коли $h_z = h_{z0}$; B_f – ширина профілю шини; g – прискорення вільного падіння.

На рис. 2 наведені експериментальні характеристики статичної нормальної жорсткості (а) і вільних загасаючих коливань (б) колеса з пневматичною шиною розміром 27.00-33 моделі В-71 при внутрішньому тиску повітря $p_w = 0,35$ МПа.

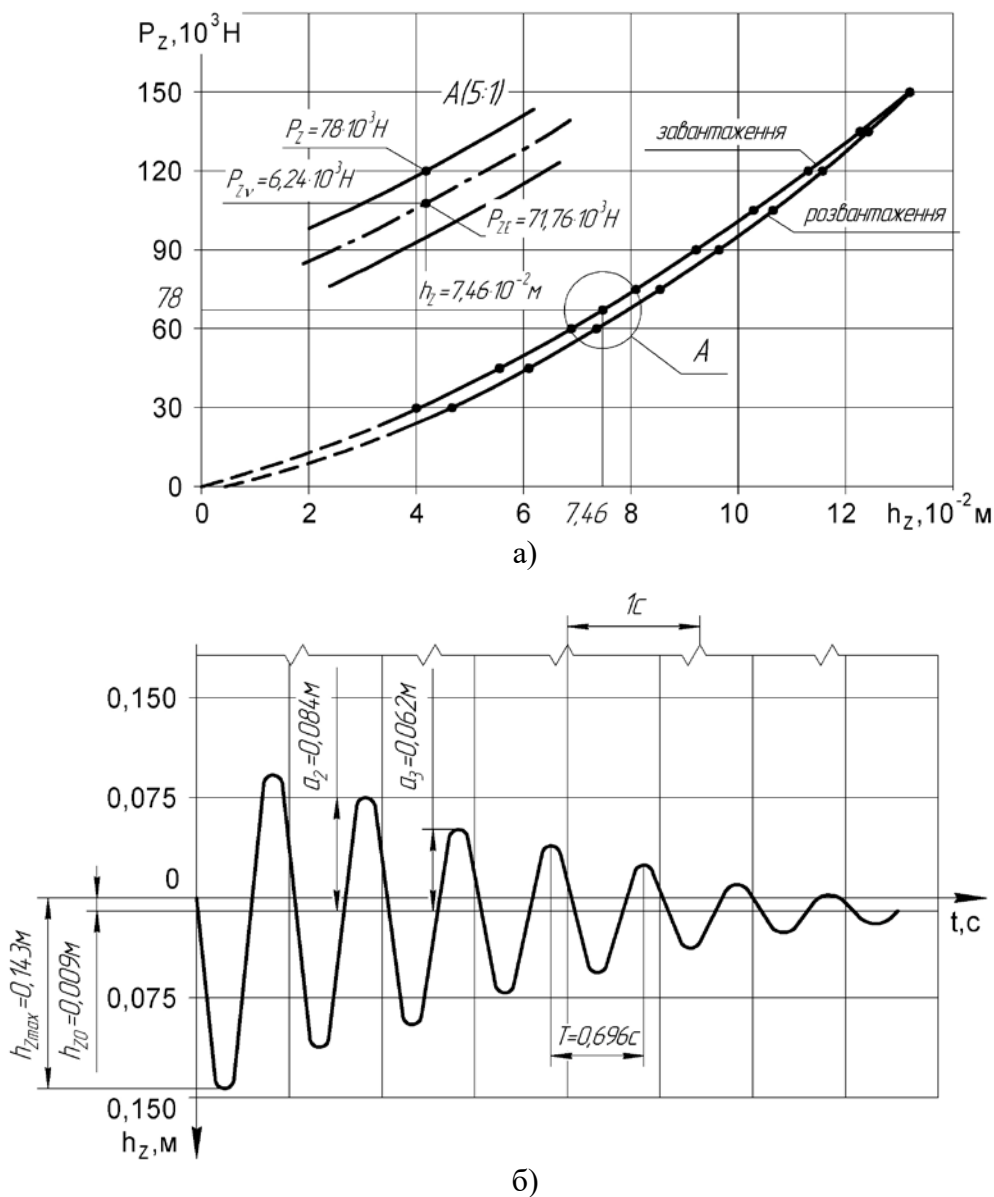


Рисунок 2 – Експериментальні характеристики статичної нормальної жорсткості (а) і вільних загасаючих коливань (б) колеса з пневматичною шиною розміром 27.00-33 моделі В-71 при $p_w = 0,35$ МПа і висоті скидання $H = 1,0$ м

Експериментальні характеристики $P_z = P_z(h_z)$ і $h_z = h_z(t)$ отримані на стенді для дослідження криволінійного руху колеса [7] на цементобетонній поверхні за допомогою пристрою для вимірювання деформацій пневматичної шини (однокомпонентний варіант) [8] і світлопроменевого осцилографа К20-22.

При відомих геометричних і вагових параметрах вертикального навантаження ЕК – $r_0 = 1,115$ м, $H = 0,696$ м, $B_f = 0,725$ м, $P_z = 78 \cdot 10^3$ Н і експериментально визначених параметрів контакту $\varphi_1 = 21^\circ$, що відповідає нормальній жорсткості $C_z = 1045 \cdot 10^3$ Н/м і $P_{zv} = 6,24 \cdot 10^3$ Н, за допомогою виразів (4) і (5) отримані значення $E_1 = 1811 \cdot 10^3$ Н/м² і $\nu = 6,229 \cdot 10^{-3}$.

Використання залежності (6) для отримання коефіцієнту в'язкості ЕК – μ_1 ускладнюється тим, що необхідні експериментальні дані щодо швидкості \dot{h}_{z0} і прискорення \ddot{h}_{z0} на момент, який відповідає нормальній деформації ЕК, тобто h_{z0} . Задача може бути розв'язана або шляхом графічного диференціювання осцилограм коливань, тобто залежності $h_z = h_z(t)$ [4], що, однак, вносить значну похибку до визначення μ_1 , або за рахунок використання спеціальних датчиків (диференційних ланок), що ускладнює експериментальні дослідження.

Тому визначення μ_1 здійснювалося за формулою [9]

$$\mu_1 = -\frac{2m}{TL_K} \cdot \ln \frac{a_{i+1}}{a_i}, \quad (7)$$

де m – приведена маса ЕК, включаючи масу шини – m_ϕ і обода – m_{fA} , кг; T – період коливань, с; L_K – довжина контакту при h_{z0} , м; a_i, a_{i+1} – будь-які дві послідовні амплітуди загасаючих коливань, м.

При відомих $m = m_\phi + m_{fA} = 795 + 168 = 963$ кг і експериментально визначених $T = 0,696$ с, $L_K = 0,195$ м, $\ln \frac{a_3}{a_2} = \ln \frac{0,062}{0,084} = -0,3037$ за виразом (7) отримано значення $\mu_1 = 4,31 \cdot 10^3$ Н·с/м².

Визначення параметрів реологічної моделі ПДОП. Для ПДОП, з якими взаємодіє пневмоколісне ходове обладнання ПТЗ, деформованість її елементарних об'ємів достатньо коректно відображає механічна модель тіла Кельвіна (паралельно з'єднаних фундаментальних тіл Гука і Ньютона, див. рис. 1), якій відповідає реологічне рівняння

$$\sigma_2 = \varepsilon_2 E_2 \pm \dot{\varepsilon}_2 \mu_2, \quad (8)$$

де $\varepsilon_2, \dot{\varepsilon}_2$ – відповідно відносні деформації та швидкості деформацій ПДОП.

Рівняння (8) для відповідних ділянок контакту ЖК з ПДОП (nO – індекс «21», Om – індекс «22», див. рис. 3) мають вид:

$$\sigma_{21} = \varepsilon_{21} E_2 + \dot{\varepsilon}_{21} \mu_2; \quad \sigma_{22} = \varepsilon_{22} E_2' - \dot{\varepsilon}_{22} \mu_2',$$

де E_2' і μ_2' визначаються за формулами $E_2' = k_{fD} \cdot E_2$ і $\mu_2' = k_{fD} \cdot \mu_2$ (тут k_{fD} – коефіцієнт пружності ПДОП).

За умовою рівномірного розподілу контактних напружень по ширині протектора B_f у сучасних пневматичних шин [10] рівняння рівноваги ЖК на веденому режимі його силового навантаження мають вид:

$$P_z = B_i r_0 \left(\int_0^{\varphi_1} \sigma_{21} \cos \varphi d\varphi + \int_0^{\varphi_2} \sigma_{22} \cos \varphi d\varphi \right); \quad (9)$$

$$P_x = B_i r_0 \left(\int_0^{\varphi_1} \sigma_{21} \sin \varphi d\varphi - \int_0^{\varphi_2} \sigma_{22} \sin \varphi d\varphi \right). \quad (10)$$

У результаті спільного розв'язання (9) і (10) отримані вирази для визначення E_2 і μ_2 :

$$E_2 = \frac{P_x + P_z \cdot C / D}{B_i r_0 (A + r_0 \cos \varphi_1) (F + CK / D)}; \quad (11)$$

$$\mu_2 = \frac{r_0}{V_{E\ddot{A}}} \cdot \frac{P_z / [B_i r_0 (A + r_0 \cos \varphi_1)] - E_2 K}{\omega_K D}, \quad (12)$$

$$\text{де } C = \frac{\cos \varphi_1 (\operatorname{tg} \varphi_1 - \varphi_1)}{A} + k_{iD} \frac{\cos \varphi_2 (\operatorname{tg} \varphi_2 - \varphi_2)}{A + r_0 (1 - \cos \varphi_1 \cos \varphi_2) \cos \varphi_1};$$

$$D = \frac{\cos \varphi_1 \ln(\cos \varphi_1)}{A} - k_{iD} \frac{\cos \varphi_2 \ln(\cos \varphi_2)}{A + r_0 (1 - \cos \varphi_1 \cos \varphi_2) \cos \varphi_1};$$

$$F = \frac{(\cos \varphi_1 - 1)^2}{2A} - k_{iD} \frac{(\cos \varphi_2 - 1)^2}{2(A + r_0 (1 - \cos \varphi_1 \cos \varphi_2) \cos \varphi_1)};$$

$$K = \frac{\sin \varphi_1 - \varphi_1 \cos \varphi_1}{A} + \frac{\sin \varphi_2 - \varphi_2 \cos \varphi_2}{A + r_0 (1 - \cos \varphi_1 \cos \varphi_2) \cos \varphi_1}; \quad k_{iD} = \frac{h_{iD}}{h_z} = \frac{1 - \cos \varphi_2}{1 - \cos \varphi_1}.$$

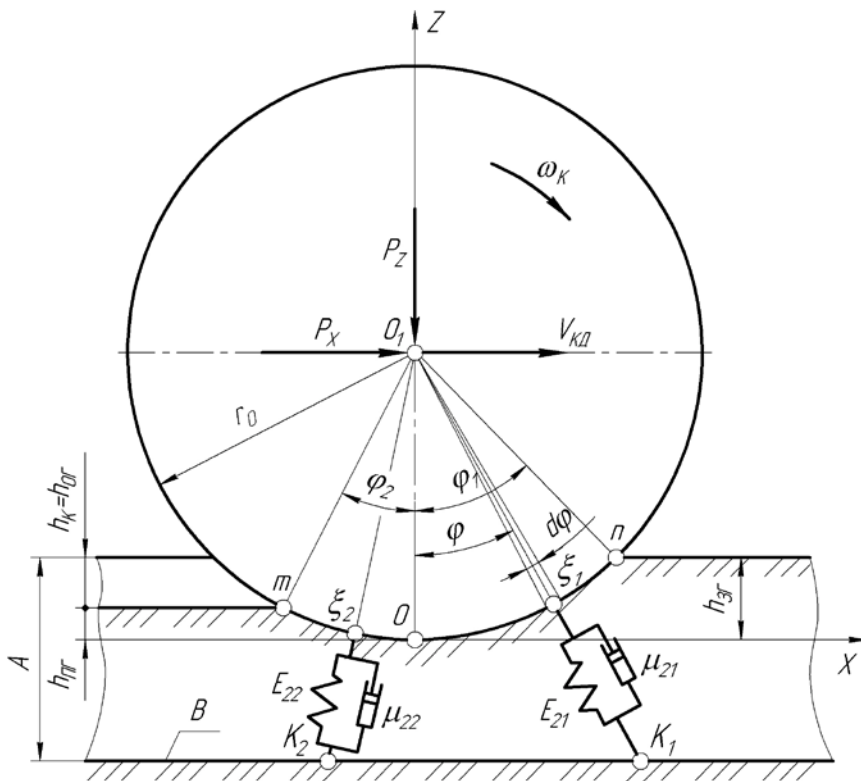


Рисунок 3 – Схема силової взаємодії ЖК з ПДОП

Експериментальне визначення параметрів контакту ЖК з ПДОП – φ_1 і φ_2 , а також сили опору коченню P_x проведено за методикою та інформаційно-вимірювальним

забезпеченням [6] на стенді для дослідження прямолінійного руху колеса [7]. Величина шару ґрунту – A , що зазнає деформації, визначалася за допомогою пристрою [11].

При відомих геометричних, вагових і швидкісних параметрах ЖК – $r_0 = 1,115$ м, $B_f = 0,725$ м, $P_z = 78 \cdot 10^3$ Н, $V_{\dot{E}\dot{A}} = 0,75$ м/с та експериментально визначених параметрів контакту – $\varphi_1 = 23^\circ$, $\varphi_2 = 20^\circ$, ґрунту – $A = 0,145$ м та сили опору коченню – $P_x = 4,68 \cdot 10^3$ Н за допомогою виразів (11) і (12) визначені реологічні параметри ПДОП, тобто $E_2 = 448 \cdot 10^3$ Н/м², $E'_2 = 340 \cdot 10^3$ Н/м², $\mu_2 = 21,36 \cdot 10^3$ Н·с/м², $\mu'_2 = 16,21 \cdot 10^3$ Н·с/м².

Висновки. На стендах [7] з використанням методик [4, 5] і за допомогою інформаційно-вимірювального забезпечення [6, 8, 11] експериментально визначені параметри реологічних моделей пневматичної шини розміром 27.00-33 мод. В-71 і зв'язного щільного (свіжозрізаного) ґрунту типу суглинок. Отримані дані дозволяють аналітично визначити тягово-зчіпні властивості ЕК при його взаємодії з ПДОП з урахуванням комплексу геометричних, кінематичних і силових факторів [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Баловнев В. И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / В. И. Баловнев. – М. : Высш. шк., 1981. – 335 с.
2. Водяник И. И. Воздействие ходовых систем на почву / И. И. Водяник. – М. : Агропромиздат, 1990. – 172 с.
3. Пелевин Л. Е. Силовое взаимодействие эластичного колеса с деформирующейся опорной средой / Л. Е. Пелевин, М. Н. Балака, Г. А. Аржаев // Интерстроймех-2007 : материалы междунар. науч.-техн. конф., 11-14 сентября 2007 г. – Самара, 2007. – С. 205-209.
4. Водяник И. И. Определение параметров реологической модели пневматической шины / И. И. Водяник. – М., 1981. – 7 с.
5. Аржаев Г. Визначення параметрів реологічних моделей опорних поверхонь руху позашляхових транспортно-технологічних засобів / Г. Аржаєв, Л. Пелевін, М. Балака // Машинознавство. – 2008. – № 10 (136). – С. 22-24.
6. Аржаев Г. Методика й інформаційно-вимірювальне забезпечення експериментального визначення параметрів реологічної моделі піщано-глинистих ґрунтів / Г. Аржаєв, Л. Пелевін, М. Балака // Машинознавство. – 2008. – № 12 (138). – С. 40-42.
7. Стенды для испытания крупногабаритных пневматических шин / Н. А. Ульянов, П. И. Никулин, Н. П. Куприн, А. В. Василенко // Строит. и дор. машины. – 1982. – № 6. – С. 21-22.
8. А. с. 1158887 СССР, кл. G 01 M 17/02. Устройство для измерения деформаций пневматической шины / Г. А. Аржаев, А. Н. Кузьмин, П. И. Никулин, Ю. Н. Спасибухов. – № 3678025/27–11 ; заявл. 23.12.83 ; опубл. 30.05.85, Бюл. № 10.
9. Малиновский Е. Ю. Динамика самоходных машин с шарнирной рамой / Е. Ю. Малиновский, М. М. Гайцгори. – М. : Машиностроение, 1974. – 176 с.
10. Ульянов Н. А. Колесные движители строительных и дорожных машин : теория и расчет / Н. А. Ульянов. – М. : Машиностроение, 1982. – 279 с.
11. Пат. 50440 У Україна, МПК G 01 L 1/00, E 02 D 1/00. Пристрій для дослідження внутрішніх напружень у ґрунтового напівпросторі / Аржаєв Г. О., Балака М. М., Пелевін Л. Є., Цепляєв А. С.; заявник і патентовласник Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – № u2009 12724 ; заявл. 07.12.09 ; опубл. 10.06.10, Бюл. № 11.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ НА СУДНОРЕМОНТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Терещенкова О.В., Пуляєва Г.В.,
Херсонська державна морська академія
(Україна)

Вступ. Століття інформаційних технологій диктує нові підходи до вирішення завдань планування та управління виробництвом. На даний момент, управління практично будь-яким підприємством являє собою суміш з теорії західного менеджменту (яка багато в чому не є адекватною існуючим на українському ринку реалій), і пострадянського досвіду, який хоча і багато в чому гармоніє з сучасними життєвими принципами, але вже не відповідає жорстким вимогам ринкової конкуренції.

Прибуток – найважливіший показник, який характеризує фінансовий результат діяльності підприємства, в збільшенні прибутку зацікавлені всі учасники виробництва. Щоб управляти прибутком, необхідно розкрити механізм його формування, визначити вплив і частку кожного фактора його зростання або зниження.

Один з таких факторів – визначення оптимальної кількості працівників судноремонтного підприємства. Це дозволяє скоротити витрати на заробітну плату працюючих і на відрахування у фонди, збільшуючи прибуток підприємства.

Основна частина. Для прогнозування оптимальної кількості робітників на судноремонтному підприємстві в умовах економічної кризи необхідно сформулювати матрицю рішень, виходячи з такої формули:

$$E = C * K - C_1 * K - C_2 * K - C_3 * N - C_4 * N_1 - \begin{cases} C_6 * (N - N_1), \text{ якщо } N_1 < N \\ C_5 * (N_2 - N), \text{ якщо } N_2 > N \end{cases}, \quad (1)$$

де E – прибуток заводу за рік;
 C – середнє значення бюджету на ремонт одного судна;
 C_1 – вартість матеріалів та запасних частин;
 C_2 – транспортні витрати;
 C_3 – відрахування до фондів;
 C_4 – середня заробітна плата робітників заводу за рік;
 C_5 – середня заробітна плата робітників підрядчиків за рік;
 C_6 – середня заробітна плата робітників під час простою за рік;
 K – кількість суден, що ремонтується за рік;
 N – кількість робітників заводу;
 N_1 – кількість робітників заводу, які приймають участь у даному ремонті;
 N_2 – кількість робітників, яка необхідна для ремонту.
При цьому

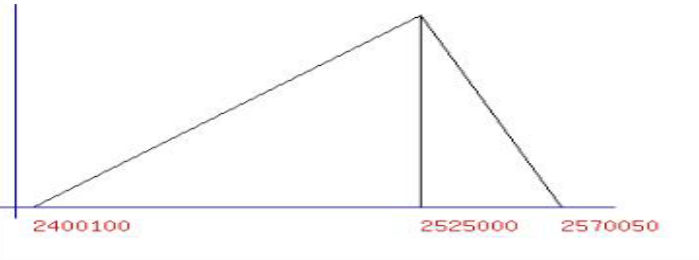
$$N_2 = N_1 + dN_2,$$

де dN_2 – кількість найманих працівників.

N1 - кількість робітників на заводі, які приймали участь у даному ремонті,
 N2 - кількість робітників, які необхідно для ремонту,
 K - кількість суден, що ремонтується за рік

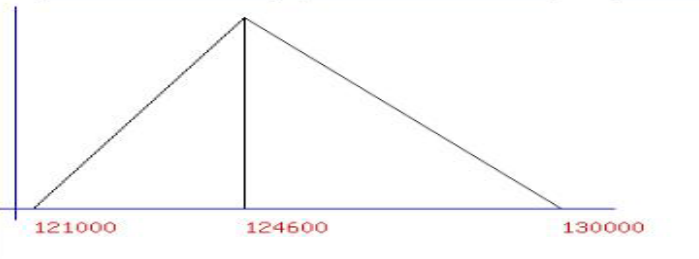
Введення даних :

C - середнє значення бюджету на ремонт одного судна (мін та мах значення):
 від до



C1 - вартість матеріалів та запасних частин на ремонт одного судна (мін та мах значення):
 від до

C2 - транспортні витрати (мін та мах значення):
 від до



C4 - мінімальна, середня, максимальна заробітна плата робітників заводу за рік:
 мін: мах:

C5 - мінімальна, середня, максимальна заробітна плата робітників підрядчиків за рік:
 мін: мах:

C6 - мінімальна, середня, максимальна заробітна плата робітників під час простою за рік:

Рисунок 1 – Форма для побудови нечіткої матриці рішень

Середнє значення бюджету на ремонт одного судна обраховується за формулою:

$$C = \left(\sum r / K_1 \right) \cdot \text{inf} , \quad (2)$$

де r – сума вартості усіх робіт (у гривнях), що були виконані на заводі за період минулого року;

K_1 – кількість суден, що ремонтувалися за поточний рік;

inf – коефіцієнт інфляції на поточний рік.

Вартість матеріалів та запасних частин обраховується за формулою:

$$C = \left(\sum m / K_1 \right) \cdot \text{inf} , \quad (3)$$

де m - сума вартості усіх матеріалів (у гривнях), що були використані під час ремонту на заводі за період минулого року;

K_1 - кількість суден, що ремонтувалися за минулий рік;

inf - коефіцієнт інфляції на поточний рік.

Відрахування до фондів обраховується наступним чином:

$$C_3 = N * C_4 * 0,35. \quad (4)$$

Для керівника судноремонтного підприємства розроблено інформаційну систему. На рис. 1 відображено форму для вхідних даних.

Після розрахунків отримали наступну нечітку матрицю рішень $\|e_{ij}\|$:

Перерахувати класичним критерієм:		Перерахувати покінцієм критерієм:		Перерахувати комбінованим критерієм:		Змінити початкові дані для матриці рішень																
(MM)						Матриці рішень(E):																
(BL)						F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20
(S)						4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	E1	-566000	292000	1492000	11412000	11612000	-3948000	-3748000	-4628000	-3780000	-3580000	-7124000	-8508000	-8020000	-8828000	-10068000	-10228000	-9208000	-9900000	-9340000	-8420000	-6120000
75	E2	-532000	898000	1482000	12402000	12602000	-2958000	-2758000	-3638000	-2790000	-2590000	-6134000	-7518000	-7030000	-7838000	-9078000	-9238000	-8318000	-8910000	-8350000	-7430000	-5130000
100	E3	-892000	538000	1764000	13284000	13592000	-1968000	-1768000	-2648000	-1800000	-1600000	-5144000	-6528000	-6040000	-6848000	-8088000	-8248000	-7328000	-7920000	-7360000	-6440000	-4140000
125	E4	-1252000	178000	1404000	12924000	14144000	-978000	-778000	-1658000	-810000	-610000	-4154000	-5538000	-5050000	-5858000	-7098000	-7258000	-6338000	-6930000	-6370000	-5450000	-3150000
150	E5	-1612000	182000	1544000	1254000	13784000	11200	112000	-668000	180000	1380000	-2164000	-4548000	-4060000	-4868000	-6108000	-6268000	-5348000	-5940000	-5380000	-4460000	-2160000
175	E6	-1972000	1542000	1684000	12204000	13424000	2784000	1202000	322000	1177000	1370000	-2174000	-3558000	-3070000	-3878000	-5118000	-5278000	-4358000	-4950000	-4390000	-3470000	-1170000
200	E7	-2322000	1902000	1324000	11844000	13064000	2424000	2192000	1312000	1216000	1236000	-1184000	-2568000	-2080000	-2888000	-4128000	-4288000	-3368000	-3960000	-3400000	-2480000	-180000
225	E8	-2692000	1262000	136000	11484000	12704000	2064000	3182000	2302000	3150000	3350000	-194000	-1578000	-1090000	-1898000	-3138000	-3298000	-2378000	-2970000	-2410000	-1490000	-180000
250	E9	-3052000	1622000	1396000	11124000	12344000	1704000	3364000	3292000	4140000	4340000	1796000	1588000	1100000	-908000	-2148000	-2308000	-1388000	-1980000	-1420000	1500000	1800000
275	E10	-3412000	1982000	1756000	1764000	11984000	12344000	3104000	4024000	5130000	5330000	1796000	402000	1890000	182000	-1158000	-1318000	-398000	-990000	-430000	490000	1480000
300	E11	-3772000	2342000	1116000	1404000	1624000	1984000	12744000	3664000	5250000	6320000	12776000	11392000	1880000	1072000	-168000	-328000	592000	0	560000	1480000	3780000
325	E12	-4132000	2702000	1476000	144000	11264000	1624000	2384000	3304000	4890000	6116000	3766000	12382000	2870000	2062000	822000	662000	1582000	990000	1550000	2470000	4770000
350	E13	-4492000	3062000	1836000	1316000	1904000	264000	1264000	2044000	2944000	4500000	4756000	13722000	3860000	3052000	1812000	1652000	12572000	1980000	2540000	3460000	8780000

Висновок. За отриманими даними керівник має можливість проаналізувати складні ситуації та прийняти раціональне рішення. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що використання розглянутої моделі дозволяє підвищити ефективність і якість управлінських рішень, пов'язаних з виробничими процесами.

ЕТАПИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУДНОРЕМОНТУ

Терещенко О.В., Пуляєва Г.В., Камінська Н.Г.,
Херсонська державна морська академія
(Україна)

Для ефективної роботи судноремонтного підприємства велике значення має організація прийняття оперативних рішень щодо процесу судноремонту та стабільного завантаження ремонтних ділянок.

Відомо, що при виборі методів і підходів автоматизації планування судноремонтної діяльності необхідно враховувати багато основних факторів, які оптимізують процес судноремонту, враховують критерії оптимальності та наявні обмеження. Задача управлінням судноремонтом вирішується в умовах часткової невизначеності вхідних даних.

Виникає необхідність створення автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (СППР) для управління судноремонтом. Якість СППР залежить від даних, на підставі яких приймаються рішення; аналітичних методів, що використовуються, і моделей обробки й аналізу даних; адекватності використання інструментальних засобів задачам прийняття рішень.

Недоліки існуючих інформаційних систем управління судноремонтом обумовлюють необхідність створення для вказаних цілей нових спеціалізованих інтелектуальних інформаційних систем управління.

Для створення системи підтримки прийняття рішень управління судноремонтом, необхідно формалізувати процес прийняття рішень при управлінні судноремонтом, який складається з декількох етапів. На першому етапі формується модель технологічного циклу виконання судноремонтного замовлення.

Аналіз завдань прийняття рішень на судноремонтному підприємстві дозволяє стверджувати, що найточніше їх можна представити у вигляді задач математичного програмування, але при цьому необхідно брати до уваги неповноту та неточність вихідних даних про стан судна, що ремонтується [1, 2].

Другий етап включає формалізацію задачі управління судноремонтним процесом на різних управлінських рівнях, на яких виникає необхідність прийняття рішень з вибору оптимальних ремонтних графіків (альтернатив) для виконання замовлень.

Кожне ремонтне замовлення розглядається як система, що будується із двох складових – набором робіт та технологічних переходів між ними.

Третій етап включає розробку алгоритмів вирішення задач багатокритеріального вибору побудованих альтернатив, представлених графіками ремонтів. Система критеріїв повинна мати комплексний характер порівняння альтернатив, виходячи з особливостей графіків ремонту. Таке порівняння проводиться за наявності великої кількості якісних та кількісних критеріїв і показників, що може бути реалізовано у рамках застосування методу аналізу ієрархій Т.Сааті [4]. Для вирішення завдання знаходження ефективності альтернатив (графіків ремонту), упорядкованих у процесі методу аналізу ієрархій, використовуємо метод скалярних згорток [5]. У процесі формування графіків устанавлюється баланс у пріоритетах за різними напрямками з урахуванням ресурсних та термінових обмежень, визначаються пріоритети та вносяться відповідні зміни до графіків ремонтів.

Висновки. Розробка СППР дозволяє здійснювати адаптивне управління ходом виконання ремонтних робіт згідно з інформацією, що отримується в процесі дефектації вузлів і агрегатів суден. СППР забезпечує раціональне завантаження ремонтних підрозділів підприємства у відповідності із змінами, необхідність внесення яких обумовлена зовнішніми чинниками та потребою одночасного виконання кількох ремонтних замовлень.

Впровадження запропонованої інформаційної технології підтримки прийняття рішень спрощує планування процесів судноремонту на підприємстві. Практичне впровадження розробленої СППР дозволило скоротити терміни виконання ремонтних робіт та підвищити рівень завантаження ремонтних підрозділів підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Терещенкова О. В. Модель вибору альтернативних ремонтних графіков судноремонтного підприємства / О. В.Терещенкова // Проблеми інформаційних технологій, 2010. – № 1 (007). – С.57-61.
2. Терещенкова О. В. Моделирование процессов управления производством на судноремонтном предприятии / О. В.Терещенкова, А. П.Бень, Т. В.Маломуж // Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій : Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції ISDMIT–2005, Євпаторія.– Т. 4. – С. 50-53.
3. Филипс Д. А. Методы анализа сетей / Д. А.Филипс. – М. : Гарсиа Диас, 1984. – 190 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 316 с.
5. Воронин А. Н. О формализации выбора схемы компромиссов в задачах многокритериальной оптимизации // Извн. АН СССР. Техн. кибернет. – 1984. – № 2.

СЕКЦІЯ 2:

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

МЕХАНІЗМ КОЛИВАННЯ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНОГО ВОЛОКНА ПРИ СТАЦІОНАРНОМУ ОБЕРТАННІ ЩІТКИ

Абрашкевич Ю.Д., Мачишин Г.М., Пелевін Л.Є.,
Київський національний університет будівництва і архітектури
(Україна)

Полімерно-абразивні щітки (ПАЩ) застосовуються для очищення металевих і неметалевих поверхонь від лакофарбових покриттів, іржі та забруднень при виконанні будівельно-монтажних робіт (рис. 1.) [1]. Зачищають друковані плати в приладобудуванні, деталі будівельних і гірських машин при діагностиці, в автосервісі та інших галузях. Це пояснюється їх універсальністю, здатністю обробляти складні по профілю геометричні поверхні, високою експлуатаційною стійкістю. ПАЩ безпечні в роботі, а для їх приводу використовуються малопотужні ручні машини, що мають невелику масу.

У процесі подальшого вдосконалення, як самого інструменту, так і визначення оптимальних параметрів його експлуатації при різних конкретних умовах, ставилися і вирішувалися різні технологічні, конструктивні та інші завдання. Одним із завдань є дослідження процесу коливання пружного волокна при його стаціонарному обертанні.



Рисунок 1 – Полімерно-абразивна щітка

Розглянемо ротор (диск щітки), який складається з диска й жорстко приєднаних до нього радіально-спрямованих волокон (рис. 2.) [2]. Волокна представляють собою прямі не скручені стрижні з постійним по довжині розподілом маси жорсткості. Ротор обертається з постійною кутовою швидкістю ω навколо своєї вісі симетрії.

Введемо наступні праві прямокутні системи координат:

$OXYZ$ – інерційна система координат з початком у центрі ротора ;

$Oxuz$ – система координат, жорстко зв'язана з ротором. Вісі OX й Ox сумістимі з віссю власного обертання ротору. Виділимо для розгляду одну зі складових системи – конкретне волокно й систему координат $Oxuz$ замінюємо так, щоб її вісь Oz співпадала з поздовжньою віссю стрижня. Система координат $OXYZ$ розміщена так, щоб вісь власного обертання здійснювала обертання у площині OXZ (рис. 2.). Центри мас та інерції поперечних перерізів волокна лежать на вісі Oz . Поперечні перерізи волокна симетричні відносно вісей Oy й Ox .

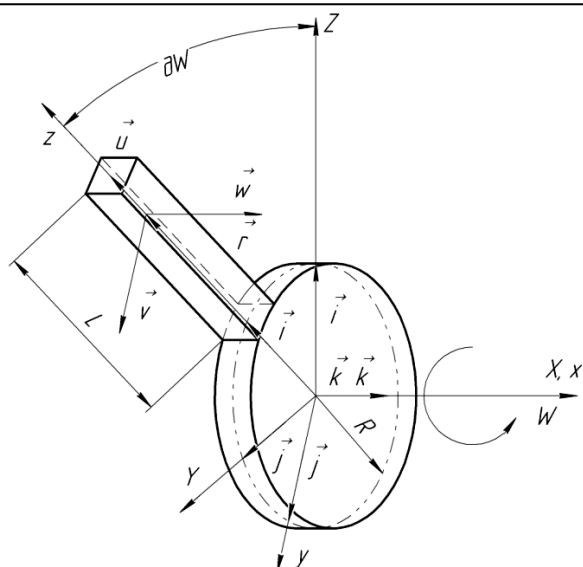


Рисунок 2 – Розрахункова схема механічної полімерно-абразивної щітки

Користуючись принципом Даламбера, дослідимо рівновагу елементу волокна положення котрого у системі $Oxyz$ визначається координатою z . Використаємо лінійну теорію прямолінійних стрижнів. Проектуючи на вісі системи координат $Oxyz$ діючі на елемент сили пружності та інерційні сили, отримаємо рівняння поздовжніх та змінних у двох площинах коливань волокна:

$$\begin{cases} E \times F \times \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \rho \times F \times a_z = 0, \\ -E \times I_x \times \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} - \rho \times F \times a_y + \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{\partial v}{\partial z} \times T(z) \right] = 0, \\ -E \times I_y \times \frac{\partial^4 w}{\partial z^4} - \rho \times F \times a_x + \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{\partial w}{\partial z} \times T(z) \right] = 0. \end{cases} \quad (1)$$

де E , ρ – відповідно модуль пружності й щільність (густина) матеріалу волокна;
 F , I_x , I_y – відповідно площа поперечного перерізу та його момент інерції відносно вісі Ox й Oy ;
 u , v , w – компоненти вектора переміщення елементу волокна вздовж вісей Ox , Oy , Oz ; a_x , a_y , a_z – відповідні компоненти вектора абсолютного прискорення елементу.

Поздовжня сила (T_z), обумовлена власним обертанням ротора з кутовою швидкістю ω й діє у поперечному перерізі волокна з координатою x , обчислюється за наступною формулою:

$$T(z) = \rho \int_{z-R}^L (R+s) \times F \times ds, \quad (2)$$

де R – радіус диска ротору; L – довжина волокна; $s = (x - R)$ – поздовжня координата елементу волокна, яка обраховується від краю диску.

Вектор навантаження та обумовлене інерцією руху волокна (інерційне навантаження), компоненти, які діють на елемент волокна обчислюються за формулами:

$$\begin{aligned} q_x^{(l)} &= -\rho \times F \times a_x, \\ q_y^{(l)} &= -\rho \times F \times a_y, \\ q_z^{(l)} &= -\rho \times F \times a_z. \end{aligned} \quad (3)$$

Вектор абсолютного прискорення \vec{a} , з котрим рухається елемент волокна при обертанні, визначається за теоремою Коріоліса:

$$\vec{a} = \vec{a}^e + \vec{a}^r + \vec{a}^c, \quad (4)$$

де як і вище, $\vec{a}^e, \vec{a}^r, \vec{a}^c$ - вектори переносного, відносного та Коріолісового прискорення елемента відповідно.

Вектор переносного прискорення \vec{a}^e визначається за формулою:

$$\vec{a}^e = [\vec{\lambda} \times [\vec{\lambda} \times \vec{r}]] \quad (5)$$

де $\vec{\lambda}$ - вектор абсолютної кутової швидкості рухомої системи координат $Oxyz$; \vec{r} - радіус-вектор елемента волокна у системі координат $Oxyz$.

У базисі $(\vec{i}_1, \vec{j}_1, \vec{k}_1)$ системи координат $OXYZ$ вектори $\vec{\lambda} = \vec{\omega}$ має вид (рис.2.):

$$\vec{\lambda} = 0 \times \vec{i}_1 + 0 \times \vec{j}_1 + \omega \times \vec{k}_1. \quad (6)$$

Ведемо фазову координату $\tau = \omega \times t$ (див. рис. 2.) й визначимо радіус-вектор елемента стрижня у системі координат $OXYZ$:

$$\vec{r} = z \times \cos \tau \times \vec{i}_1 + z \times \sin \tau \times \vec{j}_1 + 0 \times \vec{k}_1. \quad (7)$$

Виконавши відповідні векторні операції, отримаємо проєкції вектору переносного прискорення \vec{a}^e на вісі системи координат $OXYZ$:

$$a_x^e = 0, \quad a_y^e = -z \times \omega^2 \times \sin \tau, \quad a_z^e = -z \times \cos \tau \times \omega^2. \quad (8)$$

У рухомій системі координат $Oxyz$ компонент вектора \vec{a}^e визначаємо наступним чином:

$$\begin{cases} a_x^e = a_x^e = 0, \\ a_y^e = -a_z^e \times \sin \tau + a_y^e \times \cos \tau = 0, \\ a_z^e = a_z^e \times \cos \tau + a_y^e \times \sin \tau = -z \times \omega^2. \end{cases} \quad (9)$$

Складові вектору відносного прискорення \vec{a}^r у напрямку вісей системи координат $Oxyz$:

$$a_x^r = \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}, \quad a_y^r = \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}, \quad a_z^r = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}. \quad (10)$$

Вектор Коріолісового прискорення \vec{a}^c елемента стрижня обчислюється за формулою:

$$\vec{a}^c = [2\vec{\lambda} \times \vec{V}^r] \quad (11)$$

де \vec{V}^r - вектор відносної швидкості елемента зі складовими:

$$\begin{aligned} V_x^r &= \frac{\partial w}{\partial t}, \\ V_y^r &= \frac{\partial v}{\partial t}, \\ V_z^r &= \frac{\partial u}{\partial t}. \end{aligned} \quad (12)$$

Вектор кутової швидкості рухомої системи координат $Oxyz$ у базисі $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ виражається формулою:

$$\vec{\lambda} = 0 \times \vec{i} + 0 \times \vec{j} + \omega \times \vec{k} \quad (13)$$

Складаючи відповідні складові з виразів (9)-(11), отримуємо проєкції вектору абсолютного прискорення \vec{a} елемента стрижня на вісі системи координат $Oxyz$. Потім за формулами (3) визначаємо складові інтенсивності повного інерційного навантаження, діючого на елемент стрижня при його обертанні,

$$\begin{cases} q_x^{(I)} = -\rho \times F \times \left[\frac{\partial^2 W}{\partial t^2} \right], \\ q_y^{(I)} = -\rho \times F \times \left[\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + 2\omega \times \frac{\partial u}{\partial t} \right], \\ q_z^{(I)} = -\rho \times F \times \left[-z \times \omega^2 + \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - 2\omega \times \frac{\partial v}{\partial t} \right]. \end{cases} \quad (12)$$

Замінюючи у виразах (12) часні похідні по часу t похідними по фазовій координаті τ за допомогою співвідношень

$$\frac{\partial}{\partial t} = \omega \times \frac{\partial}{\partial \tau}, \quad \frac{\partial^2}{\partial t^2} = \omega^2 \times \frac{\partial^2}{\partial \tau^2}. \quad (13)$$

й підставляючи (12) у (1), отримаємо систему диференціальних рівнянь часних похідних, що описує відносні коливання стрижня ротору при обертанні,

$$\begin{cases} E \times F \times \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \rho \times F \times \left[\omega^2 \times \frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} - 2 \times \omega^2 \times \frac{\partial v}{\partial \tau} \right] = -\rho \times F_z \times \omega^2, \\ E \times I_x \times \frac{\partial^4 v}{\partial z^4} + \rho \times F \times \left[\omega^2 \times \frac{\partial^2 v}{\partial \tau^2} + 2 \times \omega^2 \times \frac{\partial u}{\partial \tau} \right] - \rho \times F \times \omega^2 \times \frac{[(R+L)^2 - z^2]}{2} \times \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + \\ + \rho \times F \times \omega^2 \times z \times \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \\ E \times I_y \times \frac{\partial^4 W}{\partial z^4} + \rho \times F \times \left[\omega^2 \times \frac{\partial^2 W}{\partial \tau^2} \right] + \rho \times F \times \omega^2 \times (-1) \times \frac{[(R+L)^2 - z^2]}{2} \times \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \\ + \rho \times F \times \omega^2 \times z \times \frac{\partial W}{\partial z} = 0. \end{cases} \quad (14)$$

Отже, коливання в площині обертання ($\sim W(z, \tau)$) не пов'язані з коливаннями поздовжніх ($\sim U(z, \tau)$) та згинних ($\sim V(z, \tau)$) коливань у площині обертання. (Останні зв'язані між собою). Усі коливання відбуваються з частотою ω .

Отримані рівняння системи (14) для елемента стрижня доповнюємо граничними умовами: на краю диску ротору ($z = R$) виконується умова жорсткого закріплення, на кінці стрижня ($z = R + L$) – умови вільного краю (взаємодія з поверхнею, що обробляються, не враховується):

$$\begin{cases} U|_{z=R} = 0, v|_{z=R} = 0, W|_{z=R} = 0, \frac{\partial v}{\partial z}|_{z=R} = 0, \frac{\partial W}{\partial z}|_{z=R} = 0, \\ \frac{\partial U}{\partial z}|_{z=R+L} = 0, \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}|_{z=R+L} = 0, \frac{\partial^2 W}{\partial z^2}|_{z=R+L} = 0, \frac{\partial^3 W}{\partial z^3}|_{z=R+L} = 0, \frac{\partial^3 v}{\partial z^3}|_{z=R+L} = 0. \end{cases} \quad (15)$$

Система диференціальних рівнянь разом з граничними умовами описує відносні взаємозв'язані згини поздовжні коливання консольного стрижня ротора при стаціонарному обертанні останнього.

З урахуванням виду системи (14), (15) розв'язок будемо шукати у наступній формі:

$$\begin{cases} U(z, \tau) = \sum_{m=0}^k U_m^c(z) \times \cos m\tau + \sum_{m=1}^k U_m^s(z) \times \sin m\tau, \\ V(z, \tau) = \sum_{m=0}^k V_m^c(z) \times \cos m\tau + \sum_{m=1}^k V_m^s(z) \times \sin m\tau, \\ W(z, \tau) = \sum_{m=0}^k W_m^c(z) \times \cos m\tau + \sum_{m=1}^k W_m^s(z) \times \sin m\tau. \end{cases} \quad (16)$$

$$\begin{cases} E \times \frac{d^2 U_0^c}{dz^2} = -\rho \times \omega^2 \times z, E \times \frac{d^2 U_2^c}{dz^2} + \rho(4 \times \omega^2 \times U_2^c + 4 \times \omega^2 \times v_2^s) = 0, \\ E \times \frac{d^2 U_4^c}{dz^2} + \rho \times (16 \times \omega^2 \times U_4^c + 8 \times \omega^2 \times v_4^s) = 0, \\ E \times I_x \times \frac{d^4 v_2^s}{dz^4} - \rho \times F \times (4 \times \omega^2 \times U_2^c + 4 \times \omega^2 \times v_2^s) - \rho \times F \times \omega^2 \times \\ \times \left[\frac{\{(R+L)^2 - z^2\}}{2} \times \frac{d^2 v_2^s}{dz^2} - z \times \frac{dv_2^s}{dz} \right] = 0, \\ E \times I_x \times \frac{d^4 v_4^s}{dz^4} + \rho \times F \times (8 \times \omega^2 \times U_4^c - 16 \times \omega^2 \times v_4^s) - \rho \times F \times \omega^2 \times \\ \times \left[\frac{\{(R+L)^2 - z^2\}}{2} \times \frac{d^2 v_4^s}{dz^2} - z \times \frac{dv_4^s}{dz} \right] = 0, \\ E \times I_y \times \frac{d^4 W_1^s}{dz^4} + \rho \times F \times (-\omega^2 \times W_1^s) - \rho \times F \times \omega^2 \times \\ \times \left[\frac{\{(R+L)^2 - z^2\}}{2} \times \frac{d^2 W_1^s}{dz^2} - z \times \frac{dW_1^s}{dz} \right] = 0, \\ E \times I_y \times \frac{d^4 W_3^s}{dz^4} + \rho \times F \times (-9 \times \omega^2 \times W_3^s) - \rho \times F \times \omega^2 \times \\ \times \left[\frac{\{(R+L)^2 - z^2\}}{2} \times \frac{d^2 W_3^s}{dz^2} - z \times \frac{dW_3^s}{dz} \right] = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Використовуючи у якості координатних функції $\sin p\tau$, $\cos p\tau$ ($p=0,1, \dots, k$) за допомогою проекційного методу з системи (14) після додаткових перетворень отримуємо систему звичайних диференціальних рівнянь з незалежною змінною z , яка наближено замінює вихідну. Як показують розрахунки на ЕОМ, у області розглянутих значень вихідних параметрів за умовами збіжності обчислень можна обмежитись числом $k=4$. При цьому коефіцієнти $U_1^c(z), U_3^c(z), V_1^s(z), V_3^s(z), W_2^s(z), W_4^s(z)$ виявились близькими до нуля. Включаючи їх отримуємо відповідну такій постановці систему звичайних диференціальних рівнянь, залежних від аргументу z .

Система (17) інтегрувалась чисельно за допомогою методу скінчених різниць (MATHECAD). При цьому для перевірки збіжності обчислень відрізок $R \leq z \leq (R+L)$ розбивався на 50, 100 й 200 скінченно різницевих ділень. Як показали подальші розрахунки, максимальна розбіжність отриманих результатів у цих випадках не перевищувала 1%.

Отже, використання абразивів однієї маси та крупності з рівномірним їх розподілом як по всій довжині так і в перерізі волокон дозволяє зменшити частоти згинних коливань, що призводить до збільшення робочого ресурсу щітки за рахунок зменшення напружень від втоми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрашкевич Ю. Д., Смірнов В. М., Пелевін Л. Є., Рашківський В. П. Механізація трудомістких процесів : Навчальний посібник. – К. : КНУБА, 2006. – 80 с.
2. Голоскоков Е. І., Філіпов А. П. Нестационарные колебания механических систем. – К. : Наукова думка, 1966. – 336 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТОЧНОСТІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Андрейцев А.Ю., Висоцька Г.С.,

Державний економіко-технологічний університет транспорту
(Україна, м. Київ)

Вступ. Управління вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України, що функціонує в умовах інтенсивної обробки вантажопотоків, потребує нових сучасних форм організації комплексного транспортного обслуговування на основі логістичних підходів.

Нові організаційно-технологічні підходи в доставці вантажів залізничним транспортом ґрунтуються на розробці раціональних графіків доставки вантажів, які враховують особливості кожного перевезення, а також технологічні можливості перевізника.

Актуальність досліджень. Процеси реформування залізничного транспорту, зростаюча конкуренція з іншими видами транспорту, зростаючі стандарти транспортних послуг з урахуванням вимог вантажовласників диктують необхідність дотримання логістичного принципу доставки «точно в строк». Надійність та якість надання послуги забезпечить статус залізниці як надійного потужного перевізника і партнера [1].

Точний час надходження вагонопотоків до вантажоодержувача, до прикордонних переходів або до інших «контрольних» точок встановити дуже складно через випадковість фактичних строків доставки.

Постановка задачі. Нехай $T_0 = 0$ очікуваний час прибуття вагона на початкову станцію (рис. 1). Із емпіричних даних визначено проміжок часу Δ , такий, що за час $[-\Delta; \Delta]$ станцію прослідуює в середньому a % вагонів. Інші $(100 - a)$ % при цьому прослідують її раніше, або із запізненням.

Необхідно оцінити середній відсоток вагонів, що прибудуть до кінцевої станції в термін $[T_k - \Delta_k; T_k + \Delta_k]$ за умови, що на шляху слідування виникають технологічні затримки, які обумовлені впливом випадкових факторів [2].

Результати досліджень. Нехай випадкова величина – це кількість вагонів, що прослідувала станцію з відхиленням від T_0 не більше ніж $\pm \Delta$. Дана випадкова величина розподілена за біноміальним законом, де $p = \frac{a}{100}$. Оскільки кількість вагонів є досить великою, то згідно з теоремою Муавра-Лапласа, яка є наслідком центральної граничної теореми [3], відхилення кількості вагонів, що прослідують початкову станцію за проміжок часу $[-\Delta; \Delta]$, від середньої розподілене за нормальним законом розподілу з щільністю:

$$\varphi(\delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} a^{-\frac{\delta^2}{2\sigma^2}}; \quad \delta = k - np; \quad \sigma = \sqrt{npq}.$$

При подальшому русі можливі затримки τ , які можуть бути апроксимовані лінійно $\tau = k \cdot S = k \cdot v \cdot t$ (затримки пропорційні пройденому шляху) або експотенціально $\tau = k \cdot e^{\lambda t}$ (затримки зростають $\lambda > 0$ або спадають $\lambda < 0$ із часом).

Середньоквадратичне відхилення σ та затримки τ пов'язані співвідношенням $\tau = c \cdot \sigma$, $c = \frac{C(n, p)}{\Delta}$. З урахуванням цього функція розподілу матиме вигляд:

$$f(\delta) = \frac{1}{\tilde{n}\tau\sqrt{2\pi}} a^{-\frac{\delta^2}{2(c\tau)^2}}.$$

Надалі, задаючи значення $\Delta_i = \Delta_i(\tau)$ в проміжних пунктах ми можемо досить точно оцінити кількість вагонів, що прослідують ці пункти з допустимим відхиленням від графіку.

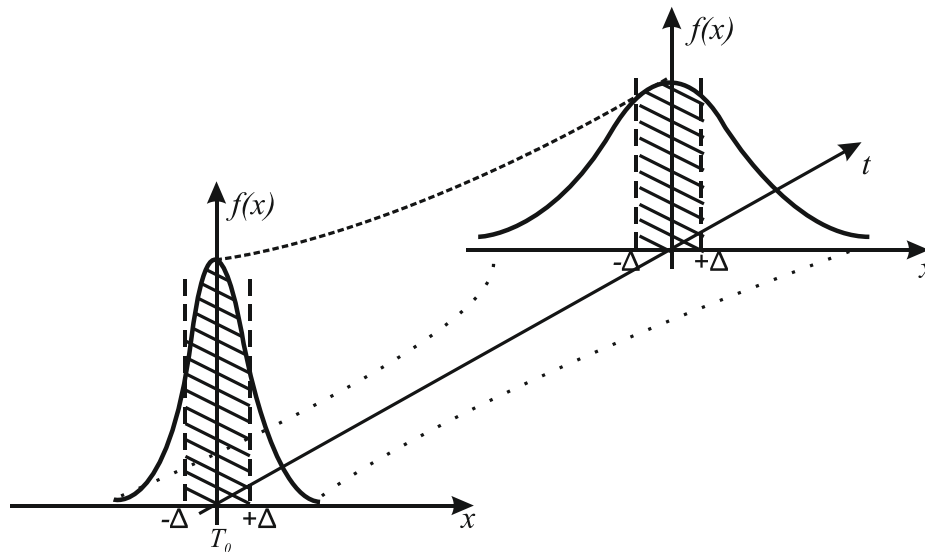


Рисунок 1 – Зміна розподілу відхилення вагонопотоку між двома «контрольними» точками

Зазначимо, що перша модель затримки (лінійна) є більш реальною, але оскільки $\sigma = \tilde{n} \cdot \tau$ (пропорційна до затримки), то в початковий момент часу $f(x)$ прямує до нескінченності і відповідно треба покласти $T_0 = T_0^* > 0$.

У випадку другої моделі (показникової) при $t = 0$ маємо $\tau = k$, тобто в початковий момент часу вже спостерігається середня затримка k часових одиниць. Але при цьому обидві моделі дають можливість досить точно оцінити кількість (в % відношенні) вагонів, що прослідують наступні станції в інтервалі $[\hat{O}_i - \Delta_i; T_i + \Delta_i]$, де T_i – очікуваний (графіковий) термін доставки; Δ_i – допустиме відхилення від нього.

Висновки. Отже, в наведеній моделі суттєву роль відіграють параметри \tilde{n}, k, λ . Це технологічні параметри, що можуть бути визначені емпіричним шляхом. Для подальшого покращення показників точності доставки (зменшення τ) необхідно розглянути причини, що впливають на значення технологічних коефіцієнтів.

Недоліком даної моделі є те, що емпірично крива розподілу не є симетричною відносно \hat{O}_i , а відповідно виникає асиметрія, яку необхідно врахувати для подальшого покращення показників.

Для зменшення кількості затримок дану модель необхідно також дослідити методом динамічного програмування, тобто задати необхідні обмеження в пункті призначення (кінцевому пункті) і поетапно визначити умови їх досягнення в попередніх пунктах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лебедев Е. А., Петруня К. В. Логистическая система перевозочного комплекса [Текст] / Е. А. Лебедев, К. В. Петруня. – М. : ВИНТИ, Транспорт: наука, техника, управление, 2009. – № 12. – С. 19-20.
2. Применение математических методов и вычислительной техники в эксплуатации железных дорог / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, П. А. Шульженко. – М. : Транспорт, 1973. – 208 с.
3. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей : Учеб. – М. : Наука, 1988. – 447 с.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПРИХОВАНИХ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ

Баклан І.В., Степанкова Г.А.,
Національна академія управління
(Україна, м. Київ)

Вступ. Одними з найпопулярніших математичних формалізмів, які використовуються у сучасних інтелектуальних системах прийняття рішень, є такі ймовірнісні моделі, як приховані марковські моделі (ПММ) та байєсові мережі. Тому дуже важливо мати повну класифікацію різновидів цих ймовірнісних моделей та їх застосування.

Актуальність досліджень. На сьогодні існують цілі теорії ймовірнісного моделювання, які використовуються для вирішення задач теорії масового обслуговування, розпізнавання образів, біоінформатики тощо.

Роботи останніх років показали, що в економіці, генетиці, розпізнаванні образів знайшли місце для вирішення цих задач такі математичні апарати, як байєсові мережі та, особливо, приховані марковські мережі (ПММ), але не було аналізу для яких проблем які види ПММ найліпше підходять.

Постановка задачі. Тому однією з задач, що стояли при написанні цієї роботи, була задача аналізу застосування кожного з видів ПММ у різних сферах імовірнісного моделювання.

Результати досліджень. Теоретичні надбання щодо різноманітних типів ПММ знайшли на сьогодні широке застосування у різноманітних галузях науки та її практичного застосування.

Серед таких галузей науки хотілося б виділити наступні:

- розпізнавання образів;
- класифікація об'єктів;
- прогнозування економічних та фінансових часових рядів;
- біоінформатика;
- біометрія.

Найперше своє застосування ПММ знайшли у сфері розпізнавання образів [1]. Тут можна зазначити наступні види інформації, яка підлягає розпізнаванню:

- розпізнавання мови;
- розпізнавання відбитків пальців;
- розпізнавання обличчя;
- розпізнавання виразів обличчя;
- розпізнавання жестів;
- розпізнавання райдужки на зображенні обличчя;
- розпізнавання печатного та рукописного тексту;
- розпізнавання рухів людини;
- розпізнавання зображень;
- виявлення монтажних переходів у відеоінформації.

Розглянемо застосування ПММ у сфері розпізнавання образів на прикладі розпізнавання обличчя.

Використання ПММ для ідентифікації обличчя. На даний момент відбувається лавиноподібне збільшення числа мультимедіа-ресурсів, зокрема зображень. Як наслідок, зростають вимоги до засобів систематизації і пошуку подібних ресурсів. Більшість існуючих на даний момент систем здійснюють пошук інформації за описом (англ. Description-Based Image Retrieval, DBIR), вони вже не можуть повною мірою задовольнити виникаючі потреби. Тому все більше зростає інтерес до пошуку об'єктів за змістом (англ. Content-Based Image Retrieval, CBIR).

Слід зазначити, що в багатьох сферах діяльності користувачеві доводиться стикатися з зображеннями людських осіб: починаючи від соціальних мереж, що стрімко розвиваються в останній час, і закінчуючи областю криміналістики. І хоча для ідентифікації обличчя застосовні загальні методи пошуку і класифікації, це завдання потребує більш високої точності рішення. Подібна вимога пояснюється, за великим рахунком, складністю будови самої особи і безліччю деталей, що ускладнюють виділення загальних типів осіб (родимки, зачіски, рослинність на обличчі тощо.). Цілком природно, що вимога до точності результату веде до підвищення обчислювальних витрат алгоритмів пошуку і розпізнавання облич.

Існує досить велика кількість методів, що дозволяють обробляти зображення осіб: метод власних осіб, нейромережі тощо. Серед них можна виділити алгоритми, засновані на прихованих марковських моделях. Даний метод показує одні з найвищих результатів у задачах розпізнавання осіб.

Для вирішення задачі ідентифікації обличчя необхідно виконати два етапи: виявити обличчя на фотографії і розпізнати його. Зупинимося на завданні розпізнавання за допомогою ПММ [1].

Елементами ПММ є множина спостережуваних символів (спостереження в даному випадку – це коефіцієнти дискретного косинусного перетворення фотографії обличчя людини скануючим вікном деякого розміру), множина різних станів, набір спостережуваних символів, вектор початкових станів, матриця перехідних ймовірностей, матриця ймовірностей спостережуваних символів.

Можливість застосування ПММ до задачі розпізнавання обличчя пов'язано з тим, що:

- в наявній послідовності псевдовипадкових змінних (фрагментів обличчя) ми можемо вважати, що кожне спостереження незалежно від попередніх;
- кожна випадкова змінна дає вимір, розподіл ймовірностей яких залежить від стану.

Задача розпізнавання ділиться на дві під задачі:

1. на етапі навчання ПММ треба побудувати модель по набору різних зображень обличчя конкретної людини, що зберігаються в базі даних.
2. на етапі розпізнавання деяке запропоноване зображення слід віднести до однієї з моделей з будь-якою ймовірністю.

У роботі [2] Гультяєвою Т. А. на базі даних ORL1 був досягнутий середній відсоток розпізнавання близько 90%, максимальний відсоток розпізнавання склав 95%. Автором були встановлені деякі співвідношення параметрів моделі, які призводять до збільшення відсотка розпізнавання (наприклад, при 85% перетину параметрів скануючого вікна).

Далі модель була ускладнена: був обраний певний компромісний варіант між одномірною ПММ і псевдодвовимірною ПММ. Для цього скануюче вікно зменшили по ширині і просували по змієподібній траєкторії: зліва на право і зверху вниз.

На тій же базі даних Гультяєвою Т. А. був досягнутий середній відсоток розпізнавання в 85% і максимальний в 96,5%. Падіння числа вірно розпізнаних зображень (в середньому) пов'язано, ймовірно з тим, що в результаті роботи алгоритму визначення оптимальної послідовності станів відбувалося тільки в горизонтальному напрямку, а у вертикальному напрямку послідовності станів визначення оптимальної послідовності станів ініціювалося тільки на початковому етапі. Цей недолік пов'язаний з одномірністю ПММ.

Тому автори спробували поєднати першу і другою моделі: працюючи спочатку з першою моделлю, отримується оптимальне розбиття по вертикалі для кожного зображення; далі працюють з другою моделлю. Перший метод при певних параметрах моделі дав 71% вірно розпізнаних фотографій, другий – 69%, в останньому ж методі відсоток розпізнавання досяг 80%. Через те, що послідовність спостережень відома, а

послідовність станів прихована, одним з основних кроків алгоритму розпізнання є сегментація зображення над цим і слід працювати авторам далі.

У зв'язку з розпізнанням образів ПММ знайшли також наступні практичні застосування:

- акустичне моделювання;
- акустичне виявлення та класифікація об'єктів;
- моделювання структури інтонації мови;
- виявлення підробки кредитних карток;
- моделювання деформації обличчя;
- обробка сигналів на кшталт електроенцефалограми;
- оцінка забрудненості повітря;
- розпізнання контурів та виразу обличчя для мови жестів.

Окремо треба виділити застосування ПММ в фінансово-економічній сфері [3, 4].

Використання ПММ у фінансово-економічній сфері. ПММ більш розповсюджена у розпізнаванні мови та в системах зв'язку, але в останні роки отримала визнання в області фінансів, а також в економіці та менеджменті [5].

Теорія ПММ займається двома речами: оцінкою та контролем. До перших відносяться фільтрація сигналів, параметри моделі ідентифікації, оцінки стану, сигнал згладжування і сигнал передбачення. Метою є розробка оптимальних алгоритмів оцінки для ПММ, щоб як найкраще відфільтрувати випадковий шум. Використання ПММ також мотивоване емпіричним навчанням, що сприяє при роботі з макроекономічними змінними. Це забезпечує гнучкість у фінансових моделях і легко включає в себе стохастичну волатильність.

Ранні роботи, запропонували наступний режим марковського процесу, в якому зміни можуть бути порівняні з бізнес-циклами, цінами на акції, валюти, процентні ставки і додаткові оцінки. Мотивом є те, що ринок може перемикається час від часу, між, наприклад, періодами високої і низької волатильності.

В існуючих програмах в сфері фінансів ПММ були використані у різних сферах від ціноутворення опціонів і свопів, дисперсії оцінки страхування життя політики до теорії процентної ставки і систем раннього попередження про валютні кризи [5].

В [6] Ленд'єн використовує ПММ для ціноутворення облігацій шляхом розгляду дифузійної моделі для короткого курсу. В цій роботі параметри дрейфу і дифузії модулюють основний прихований марковський процес. В цьому випадку значення короткого курсу можуть бути успішно передбачені на наступний період часу.

ПММ також з великим успіхом були використані самостійно або в поєднанні з, наприклад, моделями гаусівських сумішей або штучними нейронними мережами для прогнозування фінансових часових рядів, таких як власний капітал показників S & P 500 [7]. У цих випадках автори передбачали курс обміну для індексів протягом наступного часового кроку.

Широкий спектр застосування ПММ разом з перевіреною функціональністю, як у фінансах так і у інших галузях, таких як розпізнання мови, та гнучка основна математична модель ПММ виглядають явно привабливо.

Ціни на акції теж часто дотримуються марковського процесу. Це означає, що нинішнє значення це все, що необхідно для передбачення майбутнього, а минула історія і пройдений шлях до сьогоднішнього значення не має ніякого відношення. Враховуючи, що акції та валюти як фінансові активи, що перебувають в більш-менш однакових умовах, вони не будуть виглядати видуманими за умови, що ціни на валюту також дотримуються марковського процесу [8].

Марковська властивість акцій відповідає слабкій формі ефективності ринку, а саме тому, що нинішня ціна містить всю інформацію, що міститься в історичних цінах. Це означає, що, використовуючи технічний аналіз на історичних даних не буде генерувати вище середню прибутковість і найсильніший аргумент для слабкої формі ефективності

ринку. Беручи до уваги багато інвесторів розвитку ринку, будь-які можливості зростання будуть негайно використані і усунені. Але дискусія про ринкову ефективності в значній мірі обговорюються і думки представлені тут декілька з академічної точки зору [9].

Використання ПММ для прогнозування зміни біржових індексів. В роботі [10] Вейгенд і Ши запропонували використовувати ПММ для прогнозування зміни індексу S&P 500 на часових кроках у півгодини. «Експертами» для кожного стану ПММ, яка застосовуються для передбачення фінансових часових рядів, є три нейронні мережі. Один з експертів хороший для прогнозування даних з низькою волатильністю, другий експерт найкраще підходить для високої волатильності регіонів, а третій експерт несе відповідальність за «відхилення».

Підготовка експертів ПММ в основному включає в себе переоцінку імовірностей переходу матриці А. Це означає, що експерти фіксовані, і треба довіряти їм протягом всього процесу передбачення, тому що немає способу поліпшення точності передбачення. Це проблематично тому, що навіть якщо є можливість розділити довгі часові ряди на кілька сегментів з різною волатильністю, сегменти з аналогічною волатильністю не обов'язково повторюються за аналогічною схемою. У [11] для вирішення цієї проблеми ввели гаусові суміші, де всі параметри кожного компонента суміші, аналоги «експертів», є регульованими.

Потім у фазі прогнозування створюється навчальний пул (набір). Цей пул продовжує оновлення за допомогою додавання останніх наявних даних та ліквідації перших даних у пулі. Дані в кожному пулі потім об'єднуються разом, щоб створити прогноз на найближчі кілька днів. В цьому підході, дані на кожному кроці в рівній мірі важливі. Це може привести до великих проблем при високій волатильності періоду або в точці повороту довгострокових тенденцій. Занадто велика вага дається на ранніх зразках.

Ще однією проблемою моделі Ши і Вейгенда є відсутність додаткової інформації для передбачення рішень. Їх модель має часовий ряд, який містить вхідну інформацію. Надаючи більш доступну інформацію, таку як аналогічні тимчасові ряди або ряди індикаторів, отриманих з оригінального ряду, є можливість зробити модель більш надійною. Для цього вводиться багатовимірні гаусові суміші, які містять вектор, складений з індексу Доу Джонса і індексу S&P 500 в якості вхідних даних [8]. Замість того, щоб турбуватися про математичний зв'язок між цими двома рядами, об'єднують їх разом у ПММ, щоб робити прогноз для індексу S&P 500. Потім індекс Доу Джонса використовується як контролер помилок. Коли система передбачення індексу S&P 500 не збігається з індексом Доу Джонса, робиться висновок про меншу впевненість у ПММ. Це тому, що індекс Доу Джонса є менш непостійним індексом, ніж S&P 500. Порівнюючи передбачення індексу S&P 500 з індексом Доу Джонса, є можливість балансувати між довгостроковою тенденцією і короткостроковими помилковими сигналами.

Висновки. На сьогодні не існувало більш повного аналізу застосування різних типів ПММ у різних сферах імовірнісного моделювання. Тому ціллю нашого дослідження було створення такого роду класифікації.

Всі наведені практичні результати зведені до таблиці 1, де кожному виду ПММ поставлено у відповідність їх практична доцільність.

Таблиця 1 – Таблиця сфер застосування ПММ різних типів

Тип ПММ	Сфера застосування
1	2
Класична ПММ	Розпізнання мови
	Акустичне моделювання
	Акустичне виявлення та класифікація об'єктів
	Моделювання структури інтонації
	Кодування мови

Продовження табл. 1

1	2	
Класична ПММ	Біоінформатика, біометрика	
	Фінанси	
	Виявлення підробки кредитних карток	
	Розпізнання відбитків пальців	
	Розпізнання обличчя	
	Розпізнання виразу обличчя	
	Розпізнання жестів	
	Детектування радужки на зображенні обличчя	
	Моделювання деформацій обличчя	
	Обробка сигналів (електроенцефалограми, току)	
	Робототехніка	
	Оцінка забрудненості повітря	
Генерація музики		
Прихована напівмарковська модель	Біоінформатика	
Гібридні ПММ	Логічні ПММ	Біоінформатика
	Нечіткі ПММ	Уточнюється
	Нейронні ПММ	Розпізнання мови
		Передбачення протеїнових структур
		Розпізнання рукописного тексту
		Передбачення сейсмічних подій
	Розпізнання рухів взагалі та рухів людини	
ПММ з фільтром Кальмана	Фінанси	
ПММ з алгоритмом Монте-Карло	Фінанси	
ПММ з генетичним алгоритмом	Розпізнання образів, банківські прогнози, розпізнання сигналів гідролокаторів	
ПММ за кількістю станів	Нескінчена ПММ	Розпізнання контурів та виразу обличчя для мови жестів
		Розпізнання рукописного та печатного тексту
		Виявлення монтажних переходів у відео
	Скінчена ПММ	Уточнюється
ПММ зі змінною довжиною	Уточнюється	
ПММ за кількістю рівнів	Однорівнева ПММ	Розпізнання обличчя Розпізнання зображення
	Дворівнева ПММ	Біоінформатика Фінанси
	Багаторівнева ПММ	Уточнюється
ПММ за часовими характеристиками	Неперервні ПММ	Уточнюється
	Дискретні ПММ	Розпізнання контурів та виразу обличчя для мови жестів

Продовження табл. 1

	1	2
ПММ за видом розподілу ймовірностей, що лежать в основі ПММ	Пуасонівська ПММ	Уточнюється
	Гаусівська ПММ	Розпізнання мови Фінанси. Прогнозування курсу валют
	ПММ Діріхле	Уточнюється
ПММ за параметричністю	Параметричні ПММ	Розпізнання рухів
	Непараметричні ПММ	Виявлення монтажних переходів у відео
		Розпізнання рукописного та печатного тексту Розпізнання мови
ПММ за видом топології	Ієрархічні ПММ	Виявлення монтажних переходів у відео
		Розпізнання рукописного та печатного тексту Розпізнання мови
	Мережеві ПММ	Уточнюється
ПММ за гомогенністю	Гомогенні ПММ	Уточнюється
	Гетерогенні ПММ	
ПММ за лінійністю	Лінійні ПММ	Уточнюється
	Нелінійні ПММ	
ПММ за динамічними властивостями	Статичні ПММ	Уточнюється
	Динамічні ПММ	
ПММ за структурою матриці переходів	Блочно-діагональні ПММ	Уточнюється
	Блочно-тридіагональні ПММ	
	Діагонально-постійні ПММ	
ПММ за зв'язністю графу переходів	Ергодичні ПММ	Уточнюється
	Слобоергодичні ПММ	
	Неергодичні ПММ	

В таблицю внесено усі типи ПММ з розробленої в цій роботі класифікації ПММ, але деякі моделі мають виключно теоретичне обґрунтування та ще не було запропоновано їх практичне застосування. Тому у таблиці їх практичне застосування сформульоване як «Уточнюється».

ЛІТЕРАТУРА

1. І. В. Баклан, В. М. Рифа. Гібридні моделі в статистичних методах розпізнавання образів // Вісник Херсонського державного технічного університету. – Херсон: ХДТУ, 2003. – № 3 (19). – С. 26-28.
2. Гульятєва Т. А. Распознавание лиц с использованием скрытых марковских моделей // Наука. Технологии. Инновации // Материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2004. – Т.1. – С. 159-160.
3. Баклан І. В., Степанкова Г. А. Застосування гібридних нейронних мереж для прогнозування фінансових часових рядів // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції (26-30 травня 2009 р., Київ). – К. : НК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2009. – С. 261.

4. Баклан І. В., Степанкова Г. А. Про деякі нові особливості використання прихованих марковських моделей для аналізу та прогнозування часових рядів // Искусственный интеллект. – Донецк : ИПИИ «Наука і освіта». – 2010. – № 4. – С.337-341.
5. Mamon, R.S. and Elliott, R.J., Hidden Markov Models in Finance // 1st Edition, Springer Science Business Media, 2007.
6. Land'en, C., Bond Pricing in a Hidden Markov Model of the Short Rate // Finance and Stochastics, 4, 2000. – p. 371-389.
7. Hassan R., Nath B. and Kirley M., (2007), A Fusion Model of HMM, ANN and GA for Stock Market Forecasting, Expert Systems with Applications, 33, 171-180., Yingjian, Z., (2004), Prediction of Financial Time Series with Hidden Markov Models, Simon Fraser University, Burnaby.
8. Patrik Idvall, Conny Jonsson. Algorithmic Trading. Hidden Markov Models on Foreign Exchange Data.
9. Hull, J.C., (2006), Options, Futures, and Other Derivatives, 6th Edition, Pearson Prentice Hall, London.
10. S. Shi and A. S. Weigend. Taking Time Seriously: Hidden Markov Experts Applied to Financial Engineering. In Proceedings of the IEEE/IAFE 1997 Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering , pages 244{252. IEEE, 1997.
11. Yingjian Zhang. Prediction of financial time series with hidden markov models. Simon Fraser University. May 2004. – p. 102.

МОДЕЛЮЮЧИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СИСТЕМИ «САМОХІДНИЙ ПРИВ'ЯЗНИЙ ПІДВОДНИЙ АПАРАТ – МАНІПУЛЯТОР»

Блінцов В.С., Блінцов О.В., Надточій В.А.,

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна, м. Миколаїв)

Вступ. Самохідні прив'язні підводні апарати (СППА) належать до найбільш ефективних засобів морської техніки, оскільки реалізують безлюдні підводні технології і дають змогу у реальному часі виконувати гідроакустичний і візуальний пошук та обстеження підводних об'єктів. До суттєвих переваг такої техніки перед іншими підводними засобами належить можливість дистанційного керування підводними маніпуляторами, що встановлюються на підводному апараті у якості зовнішнього начіпного обладнання. Це надає підводному апарату принципово нові експлуатаційні можливості для виконання підводних маніпуляційних робіт – складних вимірювань, різання і зварювання, підводного будівництва тощо.

До складу типової системи «СППА – маніпулятор» входить власне самохідний підводний апарат (ПА) зі встановленим на ньому підводним маніпулятором (М), його кабель-трос (КТ) та розташовані на судні-носії (СН) кабельна лебідка (КЛ) і пост енергетики й керування (ПЕК), рис. 1.

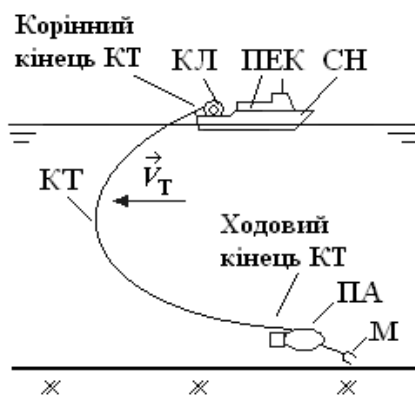


Рисунок 1 – Склад системи «самохідний прив'язний підводний апарат – маніпулятор»

Практика авторів свідчить, що виконання підводних маніпуляційних робіт на базі систем типу «СППА – маніпулятор» є нетривіальною технічною задачею з позицій теорії керування, оскільки підводна система характеризується нестаціонарністю її власних параметрів, а також невизначеністю зовнішніх збурень – впливу морської течії, вітрової хвильової дії тощо.

Актуальність досліджень. Сучасні технології застосування СППА для розв'язання вказаних задач передбачають автоматизацію керування їх просторовим рухом, оскільки виконуються у складних морських умовах. Нестационарність власних параметрів системи обумовлена: змінними моментами інерції та гідродинамічними характеристиками системи «СППА – маніпулятор», викликаними змінами просторового положення маніпулятора та невизначеністю маси і форми захоплених ним підводних об'єктів; зміною гальмівних моментів електро- чи гідроприводів ланок маніпулятора, викликаних зміною в'язкості ν_{II} рідкого діелектрика баророзвантажених електродвигунів чи робочої рідини гідромоторів при змінах гідростатичного тиску та температури морської води; зміною довжини кабель-тросу, обумовленою застосуванням конкретних підводних технологій, що викликає зміну сил гідродинамічного опору КТ на течії.

Невизначеність зовнішніх збурень обумовлена наступними чинниками: вертикальною хитавицею СН, яка породжує поздовжні збурюючі зусилля у КТ, що

передаються до ПА і, відповідно, на встановлений на ньому маніпулятор; епіорами морської течії по глибині, яка викликає появу збурюючих сил гідродинамічної природи на КТ, які також передаються на систему «ПА – М»; гідродинамічним впливом придонної течії на корпус ПА, який породжує збурюючі сили, що діють на систему «ПА – М» у цілому. Тому актуальною є задача розробки адекватної математичної моделі системи «СППА – маніпулятор» та спеціалізованого моделюючого комплексу на її основі для комп'ютерного дослідження динаміки морської системи такого типу та визначення ефективності синтезованих систем автоматичного керування нею.

Постановка задачі. Метою роботи є розробка спеціалізованого моделюючого комплексу для комп'ютерного дослідження динаміки системи «СППА – маніпулятор» в умовах нестационарності власних параметрів і невизначеності зовнішніх збурень та перевірки ефективності систем керування такою системою.

Результати досліджень. Структурно спеціалізований моделюючий комплекс (СМК) включає комп'ютерні моделі типових елементів системи «СППА – маніпулятор»: модель власне ПА як твердого тіла у потоці води, модель кабель-тросу як гнучкого тіла у потоці води, яке має силову взаємодію з твердими тілами – СН і ПА, модель КЛ як електромеханічного пристрою, модель корпусу СН як джерела зусиль на КТ, які породжуються хитавицею судна, моделей зовнішніх збурень, що діють на СН, КТ і ПА, бібліотеку моделей регуляторів виконавчих механізмів, рис. 2.

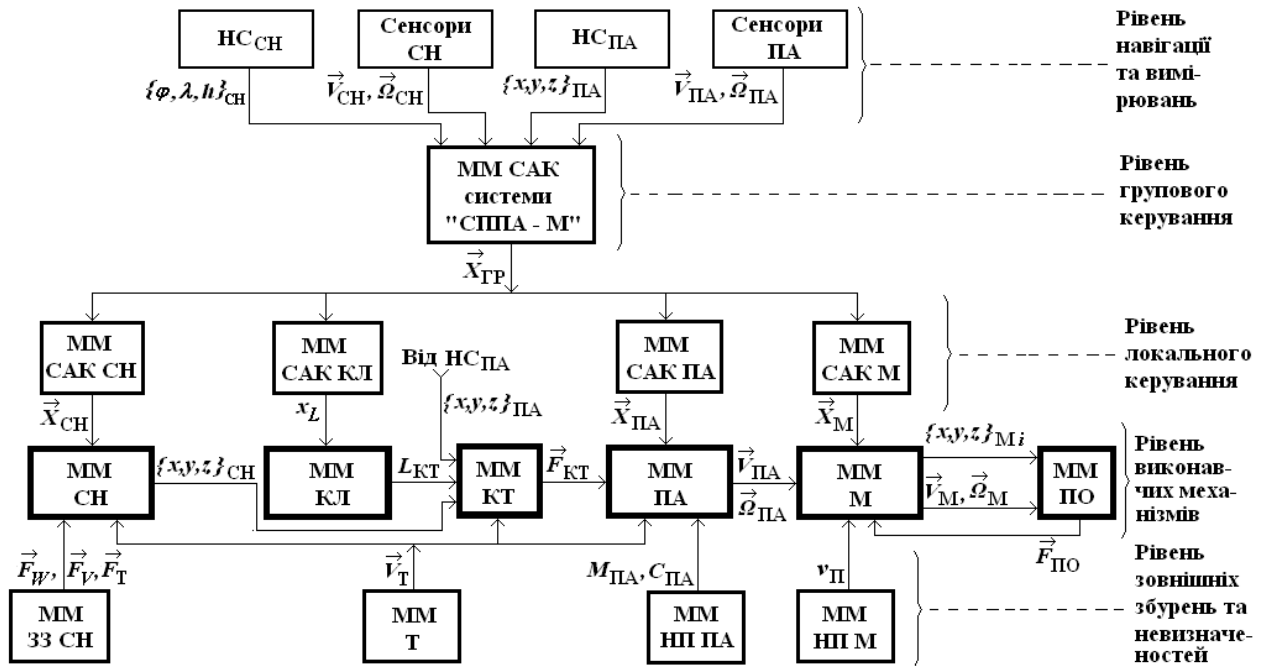


Рисунок 2 – Структура спеціалізованого моделюючого комплексу для дослідження динаміки системи «СППА – маніпулятор»

Математична модель такої морської системи може бути представлена наступною сукупністю математичних моделей її елементів, що взаємодіють між собою:

– математичною моделлю судна-носія ММ СН як твердого тіла у воді, на яке діють збурюючі сили вітру \vec{F}_W і хвиль \vec{F}_V (представляються математичною моделлю зовнішніх збурень ММ 33 СН) та сила течії \vec{F}_T , яка визначається вектором швидкості течії на поверхні моря (складова епіори морської течії \vec{V}_T представлена математичною моделлю ММ Т); управляючим сигналом є вектор сигналів керування рушіями \vec{X}_{CH} (підрулюючими пристроями) СН, а вихідними величинами є координати СН $\{x, y, z\}_{CH}$ у земній базовій системі координат;

– математичною моделлю кабельної лебідки ММ КЛ як електромеханічного пристрою, що забезпечує керувану зміну довжини попущеної частини КТ $L_{КТ}$ в залежності від сигналу керування x_L ;

– математичною моделлю кабель-троса ММ КТ як ідеально гнучкої нитки у потоці води, який являє собою у поперечному перерізі круг з діаметром d та має нормальну, дотичну та бокову складові гідродинамічного опору; вхідними величинами моделі є координати СН $\{x, y, z\}_{СН}$ та координати $\{x, y, z\}_{ПА}$ ПА, довжина попущеної частини КТ $L_{КТ}$ та еюра морської течії \vec{V}_T ; вихідною величиною моделі є вектор $\vec{F}_{КТ}$ сили натягу на ходовому кінці, який прикладений до корпусу ПА;

– математичною моделлю власне підводного робота ММ ПА як твердого тіла, яке обтікається потоком води й утворює сили гідродинамічного опору $F_{x,y,z}$, відповідно до вектору керуючих впливів $\vec{X}_{ПА}$ розвиває упори $R_{x,y,z}$ за допомогою власних рушіїв (гребних гвинтів) по трьом осям зв'язаної з ПА системи координат – поздовжній x , вертикальній y та боковій z та має коефіцієнти гідродинамічного опору по цих осях $C_{ПА} = \{C_x, C_y, C_z\}$; вхідними величинами моделі ПА є вектор сили $\vec{F}_{КТ}$, вектор швидкості придонної течії (складова еюри морської течії \vec{V}_T) та вектор сигналів керування рушіями ПА $\vec{X}_{ПА}$, а також нестационарні параметри ПА – його маса $M_{ПА}$ та коефіцієнти гідродинамічного опору $C_{ПА}$, зміна яких у процесі роботи системи «СППА – маніпулятор» обумовлена роботою підводного маніпулятора і враховується математичною моделлю невизначених параметрів ММ НП ПА; вихідними змінними математичної моделі ПА є вектори лінійної та кутової швидкості $\vec{V}_{ПА}, \vec{\Omega}_{ПА}$, а також поточні координати ПА $\{x, y, z\}_{ПА}$ (на рис. 2 не показані);

– математичною моделлю підводного маніпулятора ММ М, яка представлена системою нелінійних диференціальних рівнянь, що описують узгоджену роботу окремих ланок маніпулятора як механічної системи з рухливою основою (точкою закріплення на ПА); вхідними змінними моделі є керуючі впливи \vec{X}_M , поточні значення координат ПА $\{x, y, z\}_{ПА}$ та вектори лінійних і кутових швидкостей ПА $\vec{V}_{ПА}, \vec{\Omega}_{ПА}$ у зв'язаній з його корпусом системі координат; як невизначеність маніпулятора в моделі невизначеностей маніпулятора ММ НП М передбачено можливість враховувати зміну в'язкості $\nu_{П}$ робочої рідини приводів маніпулятора; вихідними змінними моделі є координати $\{x, y, z\}_M$, лінійні та кутові швидкості $\vec{V}_M, \vec{\Omega}_M$ ланок маніпулятора;

– математичною моделлю підводного об'єкта ММ ПО, з яким взаємодіє маніпулятор; вихідною координатою моделі є сила опору підводного об'єкта $F_{ПО}$.

До складу СМК входять також математичні моделі систем автоматичного керування (САК) двох рівнів: ММ САК групового керування системою «СППА – маніпулятор» (вектор керуючих впливів $\vec{X}_{ГР}$) та ММ САК локального керування окремими складовими системи (СН, КЛ, ПА та М).

Крім того, рівень навігації і вимірювань СМК містить: моделі навігаційної системи (НС) СН (генерує координати $\{\varphi, \lambda, h\}_{СН}$ у геоцентричній системі координат), та ПА (генерує координати $\{x, y, z\}_{ПА}$ у зв'язаній з корпусом ПА системі координат; моделі сенсорів СН і ПА, які генерують вектори лінійних та кутових швидкостей цих об'єктів.

Висновки. Розроблено структуру та принципи функціонування спеціалізованого моделюючого комплексу для комп'ютерного дослідження динаміки системи «СППА – маніпулятор» в умовах нестационарності власних параметрів і невизначеності зовнішніх збурень. Комплекс може бути використаний для дослідження алгоритмів керування системою «СППА – маніпулятор» в режимах взаємодії маніпулятора з підводним об'єктом.

СУЧАСНІ ЗАДАЧІ КЕРУВАННЯ МОРСЬКИМИ ВОДНЕДОБУВНИМИ ПЛАТФОРМАМИ

Блінцов В.С., Буруніна Ж.Ю., Клименко П.Г., Куценко П.С.,
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
(Україна, м. Миколаїв)

Вступ. Магістральним напрямком розвитку енергетики на сучасному етапі є перехід на водневу енергетику [1-3]. На цей час виробництво водню освоєне у декількох напрямках – паровою конверсією природного газу (метану), газифікацією вугілля, термохімічною чи біохімічною обробкою біомаси, електролізом води. Всі основні технології отримання водню передбачають берегове їх розгортання, що на сьогодні є очевидним недоліком через необхідність використання значних ділянок землі, причому, не тільки власне для самого виробництва водню, а й для необхідної допоміжної інфраструктури (підводу електроенергії та сировини, систем зберігання отриманої продукції, транспортних шляхів тощо).

Тому перспективним є винесення воднедобувних технологій на морські акваторії, де їх можна розгортати та спеціальних морських платформах. Морські інженерні споруди енергетичного призначення вже створені й експлуатуються провідними морськими державами світу для перетворення вітрової, сонячної та хвильової енергії в електроенергію з наступною її передачею до берегових споживачів [4, 5]. Логічним кроком подальшого розвитку «офшорної» енергетики є створення самохідних чи буксируваних спеціалізованих морських воднедобувних енергетичних платформ (МЕВП), на яких реалізовано повний цикл воднедобування – від отримання електроенергії з поновлюваних морських джерел до видобування водню, його зберігання та постачання береговим чи морським споживачам [6].

Актуальність досліджень. Ефективне функціонування МЕВП у значній мірі буде визначатись ефективністю керування нею в основних, допоміжних та граничних режимах, до яких необхідно віднести:

- основні режими: позиціонування МЕВП на морській робочій акваторії; керування енерговиробною системою МЕВП (вітроелектростанцією, сонячною електростанцією, хвильовою електростанцією); керування водневиробною системою (електролізерами); керування системами зберігання та вивантаження водню;

- допоміжні режими: перехід чи буксирування МЕВП до заданої морської робочої акваторії; установка МЕВП на заданій акваторії у робоче положення; систему життєзабезпечення; систему діагностування основного і допоміжного обладнання МЕВП;

- граничні та аварійні режими: обумовлені технічними відмовами; обумовлені гідрокліматичними умовами.

З позицій автоматизації керування МЕВП являє собою складний та суттєво нелінійний об'єкт керування, для якого характерним є наявність потужних енергетичних установок (десятки і сотні МВт) та акумуляція значної кількості вибухонебезпечного енергоносія – водню ($23 \cdot 10^4$ нм³ і більше). Це визначає високу актуальність прикладного наукового завдання синтезу високоефективних систем автоматичного керування роботою МЕВП.

Постановка задачі. Метою роботи є формулювання основних задач автоматичного керування МЕВП та розробка узагальненої структури системи автоматичного керування таким об'єктом морської енергетики.

Результати досліджень. Типовий варіант побудови однопалубної буксированої МЕВП шестикутної форми містить (рис. 1): розташовані на палубі вітроелектростанцію (ВЕС) та сонячну електростанцію (СЕС); водневиробну систему у вигляді декількох електролізерів; системи накопичення і зберігання виробленого водню та його вивантаження на транспортні плавзасоби; навігаційну та якірну системи; систему

життєзабезпечення. Під палубою МЕВП розміщуються модулі хвильової електростанції (ХВЕС).

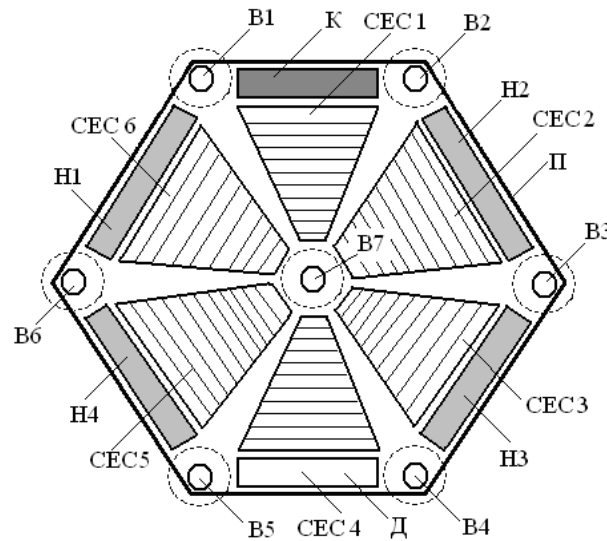


Рисунок 1 – Розміщення основного обладнання на однопалубній морській воднедобувній платформі:

В1-В7 – вітряки вітроелектростанції; СЕС1-СЕС6 – модулі сонячної електростанції; Н – водневиробне обладнання; К – навігаційно-керуюче обладнання; Д – допоміжне обладнання; П – шестикутна морська платформа

Виходячи з переліку встановленого на МЕВП енергетичного і допоміжного обладнання, та враховуючи сучасні підходи до побудови систем керування потужними енергетичними комплексами як «інтелектуальними» об'єктами [7], можна запропонувати наступну узагальнену структуру системи автоматичного керування (САК) МЕВП (рис. 2).

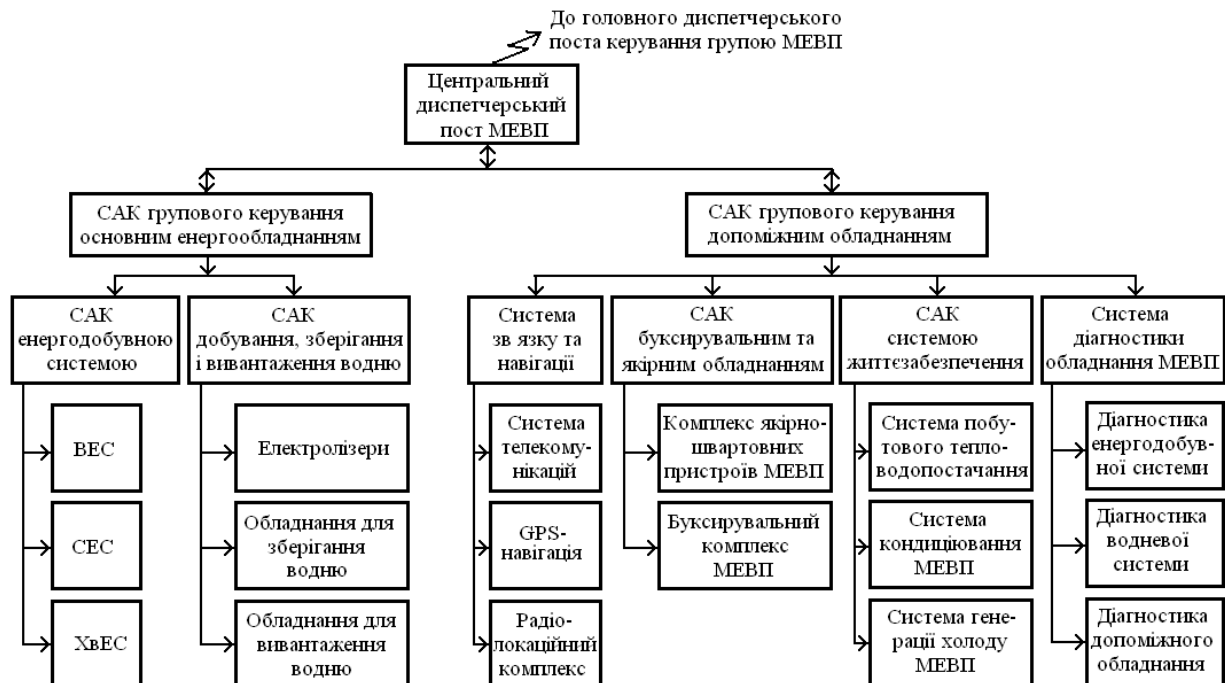


Рисунок 2 – Узагальнена структура системи автоматичного керування морською воднедобувною платформою

Запропонована САК має три рівні керування – оперативний, тактичний і стратегічний і реалізує . Кожний з цих рівнів реалізується у різних часових інтервалах.

До головних задач САК МЕВП оперативного рівні належать наступні задачі:

- оперативне керування режимами роботи МЕВП при генерації електричної енергії та її споживанні електролізерами;

- оперативне керування процесами добування, зберігання та вивантаження виробленого водню до водної транспортної системи (спеціальних суден);

- оперативне керування допоміжним обладнанням МЕВП, яке забезпечує проектне функціонування основного енергообладнання МЕВП.

Головним завданням оперативного керування є автоматичне забезпечення балансу згенерованої електроенергії та виробленого водню, а також контролю за процесами зберігання водню (стиснення, зрідження) та його вивантаження з МЕВП при забезпеченні безаварійності та заданої надійності функціонування.

До головних задач САК МЕВП тактичного рівня належать задачі:

- забезпечення оптимальних показників функціонування МЕВП за заданою системою критеріїв оцінки ефективності;

- адаптація режимів роботи МЕВП до поточних гідрометеорологічних умов експлуатації;

- розрахунки статичної та динамічної стійкості, надійності роботи обладнання МЕВП;

- налаштування САК МЕВП на основні, допоміжні та граничні (аварійні) режими роботи у відповідності до поточної ситуації та завдань стратегічного рівня керування.

До головних задач стратегічного рівня керування належать наступні задачі:

- оптимізація режимів роботи МЕВП для середньотермінового та довготермінового періодів експлуатації;

- оптимізація використання енергетичних ресурсів МЕВП з урахуванням поточного й капітального ремонтів обладнання;

- прогнозування обсягів виробленої електричної енергії та отриманого водню

- кількісна оцінка комерційної ефективності функціонування МЕВП.

Попередній аналіз складності керування МЕВП та режимів роботи дає змогу ставити питання про розробку САК такої платформи за принципами «інтелектуальної» енергетики з застосуванням технологій «Smart Grid».

Висновки. Для нового об'єкту морської енергетики сформульовано основні задачі автоматичного керування та розроблено узагальнену структуру системи автоматичного керування, яка дає змогу реалізувати принципи «інтелектуального» керування на базі технологій «Smart Grid».

ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України [Текст] / НАН України – К. : Ін-т електродинаміки, 2007. – 41 с.

2. Батюкова А. В. Разработка железобетонного основания морской ветросиловой установки [Текст] / А. В. Батюкова, В. С. Ухо, В. И. Конов // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2009. – № 2 (425). – С. 51–56.

3. Энергетические ресурсы мира [Текст] / Под ред. П. С. Непорожного, В. И. Попкова. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 232 с.

2. Beuskens, Jos. Converting Offshore Wind into Electricity [Text] / The Netherlands' contribution to offshore wind energy knowledge». (We@Sea research program 2004-2010). – Netherland, 2011. – 160 p.

3. Cruz, Joao Ocean Wave Energy: Current Status and Future Perspectives [Text] / Cruz Joao (Green Energy and Technology). – Berlin: Springer, 2008. – 443 p.

4. Блінцов В. С. Попередня оцінка основних характеристик морської воднедобувної платформи [Текст] / В. С. Блінцов, Ю. М. Запорожець, Ж. Ю. Буруніна, П. С. Куценко // Електронне видання «Вісник НУК». – Миколаїв : НУК, 2012. – № 1.

5. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М. : ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОБИОНИЧЕСКОГО ДВИЖИТЕЛЯ ПЛАВНИКОВОГО ТИПА ДЛЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Блинцов В.С., Ольшевский С.И.,

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова
(Украина, г. Николаев)

Создание движителя, способного обеспечить лучшие маневренность и экономичность, меньшую шумность и большую скорость – конечная цель исследований, частью которых является разработка достоверной математической модели движителя плавникового типа.

Известны несколько подходов к моделированию движения гидробионтов: от полностью волнового [1] до систем с одним сочленением [2, 3, 4]. Общий недостаток – невозможность четко отделить составляющие сил, возникающих при волновом обтекании системы корпус-плавник от сил, обусловленных работой плавника. Система с двумя сочленениями позволяет практически исключить влияние волнового движения и сосредоточиться на исследовании работы плавникового движителя [4]. При управлении движением плавника возможно создание вектора силы в различных направлениях, что позволяет использовать один движитель как для создания тяги, так и для маневрирования, что показано в работах [3-9].

Применение подобного движителя позволит увеличить эффективность подводных аппаратов (ПА), увеличит их подвижность и маневренность. Предполагается, что улучшение маневренности может быть самым большим преимуществом аппаратов с плавниковым движителем по сравнению с традиционными движителями.

Для решения поставленной задачи необходимо создание адекватной модели плавникового движителя и его взаимодействия с корпусом аппарата.

Целью работы является получение математической модели гидробионического движителя плавникового типа с двумя сочленениями (carangiform).

На рис. 1 схематично показан ПА с движителем плавникового типа. Конструкцию можно считать состоящей из трех основных элементов – корпуса (1), стебля движителя (2) длиной $L_{СТ}$ и плавника (3) с хордой $L_{КР}$. Система имеет два сочленения O_1 и O_2 .

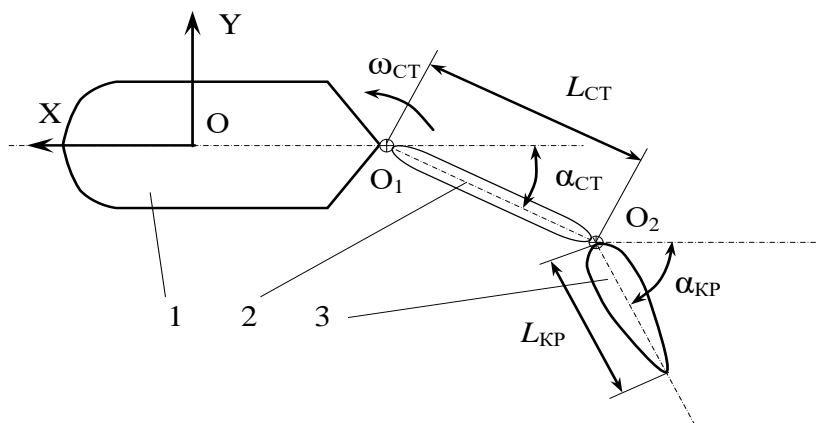


Рисунок 1 – Взаимное расположение элементов движителя

Перемещение элементов происходит в виде поворотов вокруг вертикальных осей, проходящих через кормовую оконечность ПА (точка O_1) и хвостовую часть стебля (точка O_2).

Для решения поставленной задачи введены ограничения, позволяющие получить аналитические зависимости уравнений движения, определяемые кинематикой механизма. Уравнения получаем по принципу координата – скорость – ускорение. Рассматриваем движение ПА только в горизонтальной плоскости.

При разработке модели принимаем следующие допущения: гидродинамические силы

определяются режимами обтекания крыла и могут быть получены по известным [10–12] зависимостям с учетом конкретных параметров набегающего потока; корпус ПА описывается системой дифференциальных уравнений с использованием механизма присоединенных масс и сведением всех воздействий к суммарному вектору силы и суммарному моменту [13, 16–20]; силы, возникающие на стебле движителя, не учитываются ввиду их малости по сравнению с силами на крыле [11, 13]; длина стебля достаточна для исключения влияния корпуса ПА на режимы обтекания крыла [11, 13].

В качестве исходных данных используем геометрические и кинематические параметры: длина стебля движителя – $L_{СТ} = 1$ м; форма лопасти – симметричная, относительное утолщение 0,12 (профиль NASA0012); ширина лопасти $L_{КР} = 0,1$ м; высота лопасти $H_{КР} = 0,6$ м; площадь лопасти $S_{КР} = 0,06$ м²; частота колебаний стебля $f_{СТ} = 1,0$ Гц.

Определяющее значение имеет величина угла атаки – между вектором скорости набегающего потока и осью плавника. Мгновенное значение угла атаки будет:

$$\alpha(t) = (\pi - \alpha_{СТ}(t) - \alpha_{КР}(t)) - \alpha_1(t), \quad (1)$$

где $\alpha_1(t) = \arg(\vec{V}_{\Pi}(t))$ – угол между вектором скорости набегающего потока и положительным направлением оси ОХ.

Угол между крылом и стеблем:

$$\alpha_{КР}(t) = -\alpha_{\dot{N}0} + \alpha_{КР0\dot{A}\dot{I}} \sin(\omega_{\dot{N}0}t),$$

где $\alpha_{КР0\dot{A}\dot{I}}$ – максимальный угол отклонения крыла от ДП ПА.

В соответствии с (1) при гармоническом изменении угла поворота крыла:

$$\alpha(t) = (\pi - \alpha_{КР0\dot{A}\dot{I}} \sin(\omega_{\dot{N}0}t)) - \alpha_1(t). \quad (2)$$

При постоянном повороте (с учетом направления движения) относительно стебля:

$$\alpha(t) = \pi - \alpha_{\dot{N}0}(t) - \alpha_{КР0} - \alpha_{\Pi}(t). \quad (3)$$

Получены зависимости мгновенного значения угла атаки от времени для случаев (2) и (3) (штриховая линия) при различных скоростях движения ПА – от нулевой до 0,1 м/с. Расчеты выполнялись для одного периода колебаний и $\alpha_{СТ0} = 25^\circ$, $\alpha_{КР0} = \alpha_{КР0\text{ДП}} = 65^\circ$.

При перекладке плавника имеет место резкое изменение угла атаки (величины и/или знака). Характер этого изменения зависит от собственной скорости ПА.

Выводы.

1. Анализ научно-технической литературы показал перспективность использования в качестве движителей для надводных судов и подводных аппаратов гидробионических движителей плавникового типа, которые дают возможность повышения управляемости морских подвижных объектов, экономии энергоресурсов и снижению шумности.

2. Выполнен обзор существующих моделей гидробионических движителей, установлены особенности построения, определены их основные недостатки, что позволило уточнить требования к конструкции и техническим характеристикам модели.

3. Анализ сформулированных требований к модели гидробионического движителя позволил обосновать возможность применения кинематической модели с двумя сочленениями, что позволило использовать классические уравнения гидродинамики крыла.

4. При создании модели было учтено влияние вида исходных уравнений движения стебля и плавника на результирующие уравнения определения скоростей, позволяющие учесть основные рабочие режимы и характеристики гидробионических движителей. Получена математическую модель кинематики движителя с двумя сочленениями.

5. В работе рассмотрены основные зависимости изменения угла наклона лопасти хвостового плавника к направлению движения подводной системы, что позволило обосновать возможность использования гармонической и линейной зависимостей, как наиболее соответствующих реальным объектам.

6. Предложенная математическая модель движителя с двумя сочленениями позволила

выявить зависимость мгновенного значения угла атаки от пространственного положения элементов движителя и скорости перемещения подводного объекта, дало возможность проанализировать изменение мгновенного значения угла атаки набегающего потока в зависимости от собственной скорости подводного объекта.

7. Анализ результатов, полученных при моделировании гидробионического движителя плавникового типа, показал необходимость дополнения модели зависимостями, учитывающими конечность скорости перекладки плавника в крайних точках отклонения стебля движителя от ДП подводного объекта, что позволит учесть механические и энергетические особенности работы движителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Hoar and D. Randall, editors. Fish Physiology, v. 7. – Academic Press, 1978. Locomotion.
2. Ahlborn B., Harper D. G., Blake R. W., Ahlborn D., Cam M. Fish without footprints. Journal of Theoretical Biology, 1991, 148:521-533.
3. K. A. Harper, M. D. Berkemeier and S. Grace. Modeling the dynamics of spring-driven oscillating-foil propulsion. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 23(3):285-296, 1998.
4. S. D. Kelly, R. J. Mason, C. T. Anhalt, R. M. Murray, J. W. Burdick. Modeling and experimental investigation of carangiform locomotion for control. In Proceedings of the American Control Conference, p. 1271-1276, June 1998.
5. S. D. Kelly and R. M. Murray. Modelling efficient pisciform swimming for control. International Journal of Robust and Nonlinear Control, 10:217–241, 2000.
6. R. Mason, J. Burdick. Construction and modeling of a carangiform robotic fish. In International Symposium on Experimental Robotics, Sydney, Australia, 1999.
7. R. Mason, J. Burdick. Experiments in carangiform robotic fish locomotion. In Proceedings of the 2000 International Conference on Robotic and Automation, p. 428–435, 2000.
2. K. Morgansen, V. Duindam, R. Mason, J. Burdick, R. Murray. Nonlinear control methods for planar carangiform robot fish locomotion. In Proceedings of the IEEE International Conference on Robotic and Automation, p. 427-434, 2001.
3. H. Yamaguchi, N. Bose. Oscillating foils for marine propulsion. In Proceedings of the Fourth International Offshore and Polar Engineering Conference, v. 3, p. 539-544, April 1994.
4. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. – М., Л. : Государственное издательство оборонной промышленности, 1939. – 332 с.
12. Павленко В. Г. Основы механики жидкости. – Л. : Судостроение, 1988. – 240 с.
13. Егоров В. И. Подводные буксируемые системы. – Л. : Судостроение, 1981. – 304 с.
14. Пантов Е. Н., Махин Н. Н., Шереметов Б. Б. Основы теории движения подводных аппаратов. – Л. : Судостроение, 1973.
15. Романенко Е. В. Гидродинамика дельфинов : Аналитический обзор. Проекты РФФИ №93-04-21415, №96-04-48671, №99-04-48317.
16. Hirata K. Development of Experimental Fish Robot. // Proceeding of the 6th International Symposium on Marine Engineering. Volume 2, p. 711-714. Tokyo, Japan, 2000.
17. Блинцов В. С., Ольшевский С. И. Моделирование движения необитаемого подводного аппарата // Зб. наук. пр. УДМТУ. – Миколаїв : УДМТУ, 1998. – № 12. – С. 109-118.
18. Ольшевский С. И. Математическое моделирование режима рывка привязного подводного аппарата // Зб. наук. пр. УДМТУ. – Миколаїв : УДМТУ, 1999. – № 5. – С. 7-13.
19. Ольшевский С. И. Упрощенное моделирование динамики подводного аппарата в задачах программного управления движением // Зб. наук. пр. УДМТУ. – Миколаїв : УДМТУ, 2000. – № 4. – С. 147-156.

КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Богданов А.В., Бень А.П.,

Херсонская государственная морская академия (Украина),

Соколова Н.А.,

Херсонский национальный технический университет

(Украина)

Введение. В доминирующих в настоящее время подходах к решению задач устойчивого развития общества всё больше внимания уделяется экологии. Поэтому тенденцией в теории и практике информационной поддержки принятия решений является включение в критерии развития и эффективного функционирования различных антропогенных систем не только экономических и технико-технологических составляющих, но и составляющих, характеризующих показатели защиты окружающей среды.

Актуальность исследований. В рамках интенсивно развивающейся сегодня нормативной теории принятия решений значительное место занимает проблема принятия решений в условиях многокритериальности и неопределенности. В условиях разнородности и разнонаправленности доминирования критериев возникает задача нахождения наиболее приемлемой свертки критериев эффективности [1], т.е. построения комплексного критерия эффективности. К такому типу задач относятся задачи выбора судовой энергетической установки (СЭУ) [2], оптимальной по ряду технических, экономических и экологических критериев [3]. В связи с высокой стоимостью СЭУ [4], техническими требованиями к оборудованию, а также все возрастающими экологическими требованиями данная задача является важной и актуальной.

Целью данной работы является структурная идентификация комплексного критерия оценивания СЭУ по техническим, экономическим и экологическим показателям.

Основная часть. Существует много подходов к построению свертки критериев эффективности. В данной работе предлагается комплексный критерий эффективности СЭУ в виде аддитивной свертки K_0 частных технических, экономических и экологических критериев, которая позволяет учесть степень значимости каждого частного критерия:

$$K_0 = \alpha_1 K_1 + \alpha_2 K_2 + \alpha_3 K_3 = \sum_{n=1}^3 \alpha_i \cdot K_i \quad (1)$$

где α_i – весовые коэффициенты частных критериев, определяющие степень значимости каждого частного критерия и удовлетворяющие условию нормировки: $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$; K_1 – частный критерий, характеризующий технические параметры СЭУ; K_2 – частный критерий, характеризующий экономические параметры СЭУ; K_3 – частный критерий, характеризующий экологические параметры СЭУ.

В качестве частного критерия, характеризующего технические параметры СЭУ, предлагается использовать следующую аддитивную свертку частных технических критериев:

$$K_1 = \beta_1 \frac{p}{p_{\max}} + \beta_2 \frac{m_{\min}}{m} + \beta_3 \frac{b_{e\min}}{b_e} + \beta_4 \frac{b_{m\min}}{b_m} + \beta_5 \frac{r}{r_{\max}} + \beta_6 J \quad (2)$$

где β_i – нормированные весовые коэффициенты частных технических критериев:

$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 = 1$; $p = \frac{D_e}{l \cdot s \cdot h}$ [кВт/м³] – удельная мощность дизеля; P_e – номинальная эффективная мощность дизеля; $l \cdot s \cdot h$ – габаритные размеры СЭУ (длина,

ширина и высота) [м]; $m = \frac{M}{P_e}$ [кг/кВт] – удельная масса; M – масса дизеля; b_e [кг/кВт·ч] –

удельный эффективный расход топлива дизеля; b_m [кг/кВт ч] – удельный эффективный расход масла дизеля; r [тыс. ч.] – ресурс работы до капитального ремонта; J – условный показатель рода топлива, используемого дизелем (для тяжёлого топлива – $J = 1$, для дизельного – $J = 0$);

Частный экономический критерий получен путем преобразования многокритериальной оптимизационной задачи в однокритериальную за счет применения функционально-стоимостного анализа [1]:

$$K_2 = \frac{C_{\min}}{C}$$

где C_{\min} – минимальная расчётная стоимость дизеля;

$$C = \frac{0,77 \cdot P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{b_e^{1,58} \cdot b_m^{0,23}} \text{ [условных единиц]} \text{ – стоимость дизеля.}$$

В качестве частного критерия, характеризующего экологические параметры СЭУ, предлагается использовать аддитивную свертку частных экологических критериев:

$$K_3 = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot s_i$$

где γ_i – нормированные весовые коэффициенты частных экологических критериев:

$\sum_{i=1}^n \gamma_i = 1$; s_i – частные экологические критерии, соответствующие показателям загрязнения окружающей среды.

Выводы. Выполнена структурная идентификация комплексного критерия эффективности СЭУ, содержащего техническую, экономическую и экологическую составляющие. В качестве задач для дальнейших исследований следует выделить задачу параметрической идентификации частного критерия, характеризующего экологические параметры СЭУ, и задачу параметрической идентификации комплексного критерия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Е. Г., Новожилова М. В., Гребенник И. В., Соколова Н. А. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах : Учебное пособие – Херсон : Олди-плюс, 2003. – 380 с.
2. Пахомов Ю. А. Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания : Учебник – М. : Транслит, 2007. – 528 с.
3. Богданов А. В., Свиридов В. И., Кобяков Н. Н. Оптимизационная модель выбора судовой энергетической установки // Науковий вісник ХДМІ. – 2011. – № 1(4). – С. 3-15.
4. Волков В. В., Ломоносов А. В. Определение экономической эффективности проектированных СЭУ : Методические указания. – Херсон : ОТД ХСЗ, 1998. – 42 с.
5. Колодінська О. В., Медведєв М. Г. Дослідження операцій : Навчальний посібник. – К. : Вид-во Європ. ун-ту, 2006. – 158 с.
6. Богданов А. В. Вероятностная аксиоматика геометрии // Науковий вісник ХДМІ. – 2010. – № 2(3). – С. 131-138.
7. Богданов А. В. Универсальная бухгалтерия : Учебное пособие – Херсон : ОАО «ХГТ», 2009. – 200 с.
8. Богданов О. В., Романова В. А. Практичний посібник для директора малого підприємства : Навчальний посібник. – Херсон : ВАТ «ХМД», 2010. – 200 с.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СУДНА ПРОЕКТА № 17340, ПОСТРОЕННАЯ В РАМКАХ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Богданов А.В., Блах И.В., Радин В.К., Пивоваров Ю.В.,
Херсонская государственная морская академия
(Украина)

Введение. В значительной части современных информационных технологий, в основном в области экономики, исследования начинаются с постановки задачи математического программирования, включающие целевую функцию и систему ограничений. К таким задачам относится оптимизационная модель выбора судовой энергетической установки (СЭУ) на основе её комплексного параметра качества [1].

В простейшем случае, когда система ограничений и целевая функция представляют собой линейные функции задачу математического программирования можно решить универсальным симплексным методом [2]. Для класса нелинейных задач математического программирования, универсального метода решения не существует. Именно к нелинейным задачам математического программирования можно отнести поставленную в данной работе задачу математического программирования.

Актуальность исследований. Использование методов математического программирования при изучении СЭУ в Украине крайне невелико и значительно отстаёт от соответствующего использования названных дисциплин за рубежом. В этом плане использование методов математического программирования для расчёта СЭУ в настоящей работе является актуальным.

Целью работы является построение и анализ задачи математического программирования оптимизационной модели выбора энергетической установки судна проекта № 17340.

Постановка задачи. Зависимость комплексного параметра качества (K_0) от технико-экономических показателей энергетической установки определяется эмпирически. Получаемые довольно сложные зависимости обрабатываются на компьютере.

В данной работе при постановке задачи математического программирования в качестве целевой функции выбран комплексный показатель качества, а в качестве системы ограничений – экстремальные значения показателей дизеля.

При нахождении экстремального значения комплексного показателя качества в работе [1] было показано, что он в известной записи в любом случае является минимумом, в то время когда по смыслу задачи необходимо было найти его максимальное значение. В данной работе была поставлена задача проанализировать возможность изменения выражения для комплексного параметра качества с целью возможности получения его максимального значения.

Результаты исследований. Комплексный параметр качества определяется семью переменными p, m, b_e, b_m, r, J, C – и семью коэффициентами при каждой переменной $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7$, определяемых статистическими методами [1, 3, 4]. Для построения задачи математического программирования в качестве целевой функции выберем выражение для комплексного показателя качества:

$$K_0 = \alpha_1 \frac{p}{p_{\max}} + \alpha_2 \frac{m_{\min}}{m} + \alpha_3 \frac{b_{e \min}}{b_e} + \alpha_4 \frac{b_{m \min}}{b_m} + \alpha_5 \frac{r}{r_{\max}} + \alpha_6 J + \alpha_7 \frac{C_{\min}}{C} \rightarrow \max$$

где $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 = 1$ определяет группу событий; $p = \frac{D_e}{l \cdot s \cdot h}$ [кВт/м³] – удельная мощность дизеля; P_e – номинальная эффективная мощность дизеля; $l \cdot s \cdot h$ –

габаритные размеры СЭУ (длина, ширина и высота) [м]; $m = \frac{M}{P_e}$ [кг/кВт] – удельная масса;

M – масса дизеля; b_e [кг/кВт·ч] – удельный эффективный расход топлива дизеля; b_m [кг/кВт·ч] – удельный эффективный расход масла дизеля; r [тыс.ч.] – ресурс работы до капитального ремонта – r [тыс.ч.]; J – условный показатель рода топлива, используемого дизелем (для тяжёлого топлива – $J = 1$, для дизельного – $J = 0$);

$C = \frac{0,77 \cdot P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{b_e^{1,58} \cdot b_m^{0,23}}$ [условных единиц] – стоимость дизеля.

Максимальные и минимальные значения указанных семи переменных (p_{max} , m_{min} , b_{emin} , b_{mmin} , r_{max} , C_{msn} , $J = 1$ або $J = 0$) могут служить системой ограничений:

$$\left\{ \begin{array}{l} p \leq \frac{p_{max}}{\alpha_1}; \\ m \geq \alpha_2 m_{min}; \\ b_e \geq \alpha_3 b_{emin}; \\ b_m \geq \alpha_4 b_{mmin}; \\ r \leq \frac{r_{max}}{\alpha_5}; \\ \alpha_6 J \leq 1; \\ C \geq \alpha_7 C_{min}; \\ C = \frac{0,77 \cdot P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{b_e^{1,58} \cdot b_m^{0,23}}. \end{array} \right.$$

Изменим целевую функцию и систему ограничений на противоположные:

$$K_0 = \alpha_1 \frac{p_{min}}{p} + \alpha_2 \frac{m}{m_{max}} + \alpha_3 \frac{b_e}{b_{emax}} + \alpha_4 \frac{b_m}{b_{mmax}} + \alpha_5 \frac{r_{min}}{r} + \alpha_6 J + \alpha_7 \frac{C}{C_{max}} \rightarrow \max$$

$$\left\{ \begin{array}{l} p \geq \alpha_1 p_{min}; \\ m \leq \frac{m_{max}}{\alpha_2}; \\ b_e \leq \frac{b_{emax}}{\alpha_3}; \\ b_m \leq \frac{b_{mmax}}{\alpha_4}; \\ r \geq \alpha_5 r_{min}; \\ \alpha_6 J \leq 1; \\ C \leq \frac{C_{max}}{\alpha_7}; \\ C = \frac{0,77 \cdot P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{b_e^{1,58} \cdot b_m^{0,23}}. \end{array} \right.$$

Решение данной задачи, например для функции $K_0 = f(b_e, r)$ показало, что при разумных значениях показателей данная функция также имеет минимум.

$$\frac{d^2 K_0}{db_e^2} = 1,58A_2 \cdot 2,58 \cdot b_e^{-3,58} > 0$$

$$\frac{d^2 K_0}{dr^2} = \frac{2\alpha_5 \cdot r_{\min}}{r^3} - 0,52 \cdot 0,48D_2 \frac{1}{r^{1,52}}$$

где

$$A_2 = \frac{0,0539 \cdot P_e^{0,87} \cdot r^{0,48}}{C_{\max} \cdot b_m^{0,23}}, \quad D_2 = \frac{0,0539 \cdot P_e^{0,87}}{b_e^{1,58} \cdot b_m^{0,23} \cdot C_{\max}}.$$

Аналогично можно показать, что и для функций $K_0 = f(b_e, b_m)$ и $K_0 = f(b_m, r)$ максимального значения не существует. Отсюда функция $K_0 = f(b_e, b_m, r)$ имеет экстремум и этот экстремум является минимумом. Дальнейшие изменения целевой функции и системы ограничений не повлияли на изменения вида экстремума.

Выводы. Особенностью поставленной в работе задачи математического программирования для комплексного показателя качества СЭУ является то, что в качестве коэффициентов при переменных выбраны коэффициенты вероятности (веса) каждой из переменных в целевой функции, сумма которых равна единице. В работе показано, что оптимальный план решения данной задачи всегда определяется минимумом, а не максимумом целевой функции.

Замена целевой функции K_0 методами двойственной задачи на функцию K_0^* , также не приемлемо, так как $\min K_0 = \max K_0^*$, что не согласуется со смыслом данной задачи. Отсюда, на вид экстремума функциональной зависимости влияют коэффициенты при переменных в целевой функции, а не функциональный вид самих переменных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов А. В., Свиридов В. И., Кобяков Н. Н. Оптимизационная модель выбора судовой энергетической установки // Науковий вісник ХДМУ. – 2011. – № 1(4). – С. 3-15.
2. Ковалёв В. Г., Наринян А. Р., Поздеев В. А. Математическое программирование (линейные задачи) : Учебное пособие. – К. : Изд-во Европ. ун-та, 2004. – 170 с.
3. Волков В. В., Ломоносов А. В. Определение экономической эффективности проектированных СЭУ : Методические указания. – Херсон : ОТД ХСЗ, 1998. – 42 с.
4. Корнилов Э. В., Бойко П. В., Голофастов Э. И. Технические характеристики современных дизелей : Справочник. – Одесса : Негоциант, 2008. – 512 с.

ПРОГНОЗУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ МЕТОДАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Букетов А.В., Кравцова Л.В., Пірог А.П., Алексенко В.Л.,
Херсонська державна морська академія
(Україна)

Практика показує, що такі етапи ідентифікації, як вибір алгоритму моделювання, розширення початкової множини змінних (зокрема, використання приростів і сум), вибір множини опорних функцій і класів рівнянь, як правило, завжди дозволяють отримувати достатньо точні результати. Знаючи загальні прийоми моделювання та прогнозування завжди потрібно експериментувати для отримання адекватної до реальної поведінки об'єкта складної моделі

На сьогодні досить актуальною є проблема прогнозування властивостей полімерних гетерогенних композитних матеріалів (чи систем) залежно від вмісту у зв'язувачі дисперсного наповнювача. Ставиться завдання проаналізувати результати експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей композитів та надалі спрогнозувати показники інших (у нашому випадку теплофізичних) характеристик матеріалів.

Метою роботи є розробка моделі для прогнозування властивостей гетерогенних композитних систем, використовуючи методи математичного програмування, проведення експерименту і перевірка адекватності моделі до експериментальних даних.

На попередньому етапі проведено експериментальні дослідження фізико-механічних і теплофізичних властивостей епоксидних композитних матеріалів. Епоксидні композити формували на основі епоксидного олігомера ЕД-20 (100 мас.ч.), який затверджували твердником ПЕПА (10 мас.ч.). Поетапно до епоксидного зв'язувача додавали наповнювач (частки карбїду кремнію SiC) у кількості від 20 до 120 мас.ч. з кроком 20 мас.ч. Далі затверджували композити і досліджували їх властивості. У даній роботі було досліджено такі властивості матеріалів:

- властивості структури: вміст гель-фракції (G);
- залишкові напруження ($\sigma_{зал}$);
- фізико-механічні властивості: руйнівне напруження при згинанні (σ_{z2}), модуль пружності (E), ударна в'язкість (a);
- теплофізичні властивості: теплостійкість (T).

З точки зору фізико-хімії полімерів можна вважати, що наведені вище властивості одного і того ж композиту є опосередковано взаємозалежними. Виходячи з цього, актуальним на сьогодні є об'єднання залежностей наведених вище властивостей матеріалів (наприклад, від вмісту часток наповнювача у епоксидному зв'язувачі) у математичну модель з метою прогнозування поведінки композитів під впливом зовнішніх факторів.

Роботу виконували в декілька послідовних етапів.

В результаті серії експериментів отримали таблицю залежностей п'яти функцій аргументу x : $y_1 = f_1(x)$, $y_2 = f_2(x)$, $y_3 = f_3(x)$, $y_4 = f_4(x)$, $y_5 = f_5(x)$. Необхідно побудувати аналітичну залежність значень останнього рядка таблиці від п'яти попередніх: $f_6 = F(f_1(x), f_2(x), f_3(x), f_4(x), f_5(x))$.

Оскільки функції $y_1 = f_1(x)$, $y_2 = f_2(x)$, $y_3 = f_3(x)$, $y_4 = f_4(x)$, $y_5 = f_5(x)$, $y_6 = f_6(x)$ задаються у вигляді таблиці, апроксимуємо кожен з них поліномом 4-го степеня, використовуючи можливості *MS Excel 2003* і будемо графіки кожної з функцій. Слід зазначити, що апроксимацію заданої у вигляді таблиці функції в *MS Excel* проводили методом найменших квадратів, тобто будували аналітичну функцію $\bar{y} = \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_n)$.

Проаналізувавши графіки апроксимуючих функцій та показники достовірності було констатовано, що отримані аналітичні функції є достатньо точними. Однак спроба отримання аналітичної функції f_6 у вигляді суперпозиції функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, $f_4(x)$,

$f_5(x)$ не забезпечила необхідних результатів. У цьому випадку виявлено, що достовірність апроксимації недостатньо висока.

Для вирішення поставленої задачі була розглянута модель лінійного програмування. Для отримання аналітичної залежності шукана функція f_6 була представлена як лінійна комбінація значень функцій $(f_1(x), f_2(x), f_3(x), f_4(x), f_5(x))$, заданих у табличній формі:

$$f_6 = c_1 \cdot f_1(x) + c_2 \cdot f_2(x) + c_3 \cdot f_3(x) + c_4 \cdot f_4(x) + c_5 \cdot f_5(x) \quad (1)$$

Де коефіцієнти c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 необхідно визначити. У якості функцій $f_1(x), f_2(x), f_3(x), f_4(x), f_5(x)$ були використані відомі табличні значення:

Рішення отриманої системи було знайдено за допомогою модуля «Поиск решения» електронних таблиць *MS Excel*.

У результаті розрахунків була отримана аналітична функція і були побудовані графіки табличної і аналітичної залежності. Встановлено що аналітична функція дійсно оптимально відтворює функцію f_6 , задану таблицею.

Для оптимізації розрахунків було внесено зміни у систему обмежень: відхилення експериментальних числових значень було встановлено $\pm 2\%$. Середньоквадратичне відхилення $\sigma = 11,24$ оптимізованої функції склало $2,8\%$ від табличних значень функції. Таким чином, з вірогідністю $97,2\%$ можна стверджувати, що аналітична функція адекватно апроксимує табличну.

Наступним етапом була розробка моделі, яка буде ілюструвати прогнозовані властивості матеріалів, залежно від кількості наповнювача. Виходячи з апріорної інформації про теплофізичні властивості гетерогенних епоксидних композитних матеріалів було встановлено систему обмежень (2).

$$\begin{cases} 359 \leq 95.15\tilde{n}_1 + 7.2\tilde{n}_2 + 33.5\tilde{n}_3 + 3.62\tilde{n}_4 + 6.31\tilde{n}_5 \leq 400 \\ 359 \leq 96.4\tilde{n}_1 + 3.3\tilde{n}_2 + 77.5\tilde{n}_3 + 5.01\tilde{n}_4 + 8.68\tilde{n}_5 \leq 400 \\ 359 \leq 96.8\tilde{n}_1 + 3.8\tilde{n}_2 + 87\tilde{n}_3 + 5.16\tilde{n}_4 + 9.15\tilde{n}_5 \leq 400 \\ 359 \leq 97.3\tilde{n}_1 + 4.1\tilde{n}_2 + 90\tilde{n}_3 + 5.21\tilde{n}_4 + 9.7\tilde{n}_5 \leq 400 \\ 359 \leq 96.9\tilde{n}_1 + 3.8\tilde{n}_2 + 110.2\tilde{n}_3 + 5.17\tilde{n}_4 + 9.83\tilde{n}_5 \leq 400 \\ 359 \leq 96.8\tilde{n}_1 + 5.3\tilde{n}_2 + 114.5\tilde{n}_3 + 5.82\tilde{n}_4 + 9.43\tilde{n}_5 \leq 400 \\ 359 \leq 96\tilde{n}_1 + 5.2\tilde{n}_2 + 104\tilde{n}_3 + 5.68\tilde{n}_4 + 8.81\tilde{n}_5 \leq 400 \end{cases} \quad (2)$$

Рішення було реалізовано у модулі «Поиск решений». Було побудовано графіки розрахункової та табличної залежності і розраховано значення середньоквадратичного відхилення. Похибка апроксимації склала $1,9\%$.

Результати розрахунку показують незначне відхилення розрахункових значень функції з прогнозованими табличними значеннями. Звідси можна зробити висновок, що важливе значення при моделюванні поведінки складних систем і прогнозуванні їх властивостей має аналіз апріорної інформації про стан об'єкта та правильний вибір інтервалу зміни показників його характеристик.

Додатково встановлено умови, які визначають мінімум апріорної інформації, необхідної для здійснення самоорганізації моделі. У цьому випадку з широкої гами моделей за заданим набором зовнішніх критеріїв вибирають єдину модель з оптимальною складністю. Слід звернути увагу на необхідність апріорного вибору множини вхідних змінних, опорних функцій і закономірностей поступового ускладнення варіантів моделі. Важливим також є вибір критеріїв селекції відповідно до поставленого завдання моделювання.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ВИТРАТ ДІЯЛЬНОСТІ МЕРЕЖІ АЗС

Гальчинський Л.Ю., Дмитрієва А.А.,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
(Україна)

Конкуренція між мережами АЗС в Україні щорічно посилюється. Для більш ефективного управління бізнесом гравці на ринку роздрібної торгівлі нафтовими продуктами змушені застосовувати як традиційні цінові методи конкурентної боротьби, так і непрямі методи. Серед останніх важливе місце займає зниження поточних витрат мережі автомобільних заправних станцій з ціллю максимізації прибутку.

Доведено, що найбільш вагомими витратами мережі АЗС, не враховуючи витрати на оптову закупівлю продукції, є такі:

- 1) витрати на заробітну платню працівникам АЗС;
- 2) витрати, пов'язані із товарними запасами;
- 3) витрати, пов'язані з транспортуванням продукції.

(2) та (3) являють собою логістичні витрати, мінімізація котрих при забезпеченні належного рівня обслуговування призводить до підвищення прибутків компанії.



Рисунок 1 – алгоритм оптимізації функціонування логістичної системи мережі АЗС

Для зниження витрат, пов'язаних із логістичною системою, необхідно оптимізувати її роботу виходячи з особливостей системи доставки палива на множину станцій АЗС.

Дослідження, проведені в [1]-[2] вказують, що треба враховувати двоетапний характер системи доставки палива. Тоді задача оптимізації буде вирішуватись за два кроки:

1. Вдосконалити процедуру доставки палива до станцій мережі (це в термінах економіко-математичного моделювання фактично означає розв'язання задачі транспортного типу, проте з рядом додаткових обмежень).

2. Забезпечити оптимальний рівень запасів палива на центральному складі – нафтовій базі (загальновідома задача управління запасами). Під оптимальним рівнем запасів палива на нафтовій базі вважається така кількість бензину, котра в змозі покрити прогнозований попит, а також його непередбачувані коливання, з певною встановленою імовірністю; причому, у зв'язку з виникненням додаткових витрат, небажаною є занадто велика кількість бензину, котрий зберігається на складі.

При розв'язанні задачі зниження логістичних витрат мережі АЗС необхідно враховувати такі особливості, як багатомеклатурність товарного потоку; обмеження місткості резервуарів, встановлених на АЗС та на базі; особливості автомобільного парку, що виконує розвезення палива до станцій: кожна автоцистерна має обмежену кількість встановлених на неї резервуарів, кожен з резервуарів може бути розвантажений лише на одній станції; неможливість змішування різних сортів бензину (ні у процесі транспортування, ні у процесі зберігання).

Дослідження задачі розвозки палива в мережі АЗС, проведене в [2], показало, що такі задачі мають великі розмірності та клас складності NP, тому в даній роботі для знаходження розв'язку, достатньо близького до оптимального, використані евристичні методи.

Для розв'язання задачі зниження логістичних витрат мережі АЗС пропонується використовувати модель управління запасами з фіксованою періодичністю розміщення замовлень та встановленим рівнем обслуговування з урахуванням стохастичного характеру попиту, що дозволяє робити замовлення по всім видам бензину одночасно, а також враховувати можливі непередбачувані коливання попиту.

Нижче представлено блок-схему загального алгоритму для розв'язання даної задачі у багатьох періодах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Линдерс М. Р., Харольд Е. Ф. Управление снабжением и запасами. Логистика. – Пер. с англ. – СПб. : Полигон, 1999. – 448 с.
2. Cornillier F., Voctor F. F., Laporte G., Renaud J. An Exact algorithm for the petrol station replenishment problem // Journal of the Operational Research Society, 2008, 59, 607,615

КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД

Гончаров А.В.,

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта
(Украина, г. Харьков)

Снижение аварийности на железнодорожном транспорте – одна из ключевых проблем эргономики и охраны труда. Железнодорожные аварии влекут за собой человеческие жертвы, экологические катастрофы, большой материальный ущерб. Согласно мировой статистике, от 50 до 95% эксплуатационных ошибок совершается человеком-оператором. Работники локомотивных бригад (РЛБ) непосредственно заняты в процессе движения поездов, поэтому обеспечение их профессиональной надежности требует повышения эффективности контроля их функционального состояния (ФС) как в процессе деятельности, так и на этапе допуска к работе.

Для количественной оценки ФС РЛБ организм человека рассматривается как иерархическая система автоматического регулирования, состоящая из двух уровней – физиологического и высшей нервной деятельности. Разработан интегральный показатель функционального состояния (ИПФС), вычисляемый по формуле:

$$d = \sqrt{(1 - F_1) \times (1 - F_2^{\ddot{o}})}, \quad (1)$$

где F_1 и F_2^{YT} – оценки состояния физиологического уровня и уровня высшей нервной деятельности соответственно.

$$F_1 = \frac{k_1 - 50}{70} \times 0,14214 + \left| \log_2 \frac{k_2}{0,06} \right| \times 0,13397 + \frac{|k_3 - 3466|}{1018} \times 0,08386 + \frac{k_4 - 0,64}{1,86} \times 0,23133 + |\lg k_5 - 2| \times 0,11845 + \frac{1 - k_6}{0,474} \times 0,11259 + \frac{k_7 - 20}{40} \times 0,17767, \quad (2)$$

где k_1 – среднее значение частоты сердечных сокращений, 1/мин;

k_2 – коэффициент вариации значений R-R интервалов;

k_3 – общая мощность сигнала сердечного ритма, мс^2 ;

k_4 – отношение мощности сигнала сердечного ритма в низкочастотной области к мощности в высокочастотной области;

k_5 – среднее значение активного сопротивления кожи правой руки, кОм;

k_6 – уровень физического состояния [1];

k_7 – биологический возраст, лет [2].

$$F_2^{\ddot{o}} = \begin{cases} \frac{n_1 - 200 + \ddot{O} \cdot n_2}{800}, & 0 < F_2 < 1 \\ 0, & F_2 \leq 0 \\ 1, & F_2 \geq 1 \end{cases}, \quad (3)$$

где n_1 – время сложной зрительно-моторной реакции, мс;

n_2 – количество ошибочных реакций;

\ddot{O} – временная цена ошибки, мс.

Для проверки возможности использования ИПФС в качестве критерия оценки ФС РЛБ было обследовано 124 РЛБ, выходящих в рейс и 74 РЛБ, вернувшихся из рейса. Распределения значений ИПФС в группах «до работы» и «после работы» характеризуются значениями: до работы – $\bar{d} = 0,510$, $\sigma_d = 0,162$, после работы – $\bar{d} = 0,426$, $\sigma_d = 0,164$.

Анализ значимости различий по t-критерию Стьюдента показал, что эти различия статистически значимы ($t = 3,722$, $p = 0,01$). Расчет проводился с помощью программы «Statistica 6». Следовательно, разработанный показатель позволяет выявлять РЛБ в состоянии утомления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пирогова Е. А., Иващенко Л. Я., Страпко Н. П. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека. – К. : Здоров'я, 1986. – 152 с.
2. Номограммы для определения некоторых интегральных показателей биологического возраста и профессионального здоровья / В. А. Пономаренко, Г. П. Ступаков, В. С. Тихончук. – М. : Вычислит, центр АН СССР, 1991. – 51 с.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ В СОСТАВЕ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Горбов В.М., Карпов М.А.,

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова
(Украина, г. Николаев)

Необходимость снижения эмиссии с судов и повышения эффективности энергетических систем приводит к поиску альтернативных схем и устройств для производства энергии. Применение электрохимических генераторов (ЭХГ) в качестве источника электрической энергии является одним из перспективных направлений в энергетике [1]. Разработка схемных решений судовой электростанции (СЭС) с ЭХГ из-за отсутствия необходимой информации представляет собой сложную задачу.

Целью данной работы является формирование структуры СЭС с ЭХГ, работающей на дизельном топливе (ДТ) с использованием топлива от основной СЭУ и утилизации вторичной энергии ЭХГ судовыми потребителями.

Для сопряжения электрохимической энергоустановки (ЭХЭУ) с основной СЭС необходимо согласование по электрическим параметрам, возможность работы на едином топливе и рациональное использование вторичных энергоресурсов. В данной работе предлагается использовать ЭХГ на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), которые работают на синтез-газе, полученного в результате риформинга ДТ. Достоинствами этого типа высокотемпературных ТЭ является использование недорогих катализаторов, меньшая чувствительность к каталитическим ядам, способность окисления СО, высокие плотности тока. В процессе работы ЭХГ на основе ТОТЭ одновременно с электроэнергией генерируется высокопотенциальная теплота, которую можно использовать в газовой турбине [2].

Принципиальная схема ЭХЭУ на основе ТОТЭ, работающая на ДТ, в составе СЭС представлена на рис. 1.

В соответствии предложенной разработке ДТ насосом 1 подается через фильтр 2 в десульфуризатор 3, в котором осуществляется процесс его очистки от серосодержащих соединений методом селективно-каталитического окисления. Теплотой продуктов реакции ЭХГ 6 очищенное от серы топливо подогревается в подогревателе 4 и подается в риформер 5 для дальнейшей конверсии ДТ для получения синтез-газа. Конверсию предложено проводить методом автотермического риформинга, при котором реакция протекает при температурах 700...1000 °С без выделения или поглощения теплоты, т.к. тепловая энергия экзотермической реакции парциального окисления, протекающая в реакторе 5.1, поглощается эндотермической реакцией в реакторе парового риформинга 5.2.

Рабочая температура ЭХГ 6 на основе ТОТЭ (900...1100 °С) позволяет использовать полученную высокопотенциальную тепловую энергию, как на собственные нужды, так и на выработку дополнительной электрической энергии посредством использования газотурбинного агрегата (ГТА). Теплота избыточного (не вступившего в электрохимическую реакцию) топлива утилизируется посредством подогревателей 8, 9 для получения водяного пара, используемого в автотермическом риформере 5, а именно в реакторе парового риформинга 5.2 с предварительным догревом пара до температуры 450 °С в подогревателе 15. Питательная вода для производства пара подается насосом 12 из цистерны 11 на подогреватель сепаратора газа 10, где из топлива отбирается пар, образовавшийся в результате электрохимической реакции. Конденсат отбирается конденсатоотводчиком 13. Далее подогретое в подогревателе 7 до температуры 750 °С топливо, поступает в рециркуляционную линию ЭХГ. Полученный в ЭХГ 6 газ является теплоносителем для подогрева ДТ в подогревателе 4, воздуха в подогревателе 18 и водяного пара в подогревателе 15. Остаточная теплота поступает на ГТА 19 для выработки

дополнительной электроэнергии. В подогревателе 20 происходит утилизация теплоты рабочего тела, покидающего ГТА ($t = 600 \dots 700 \text{ }^\circ\text{C}$), с целью получения насыщенного пара для судовых потребителей. Пресная вода для производства пара подаётся насосом 22 из цистерны 11 и сепаратора 21.

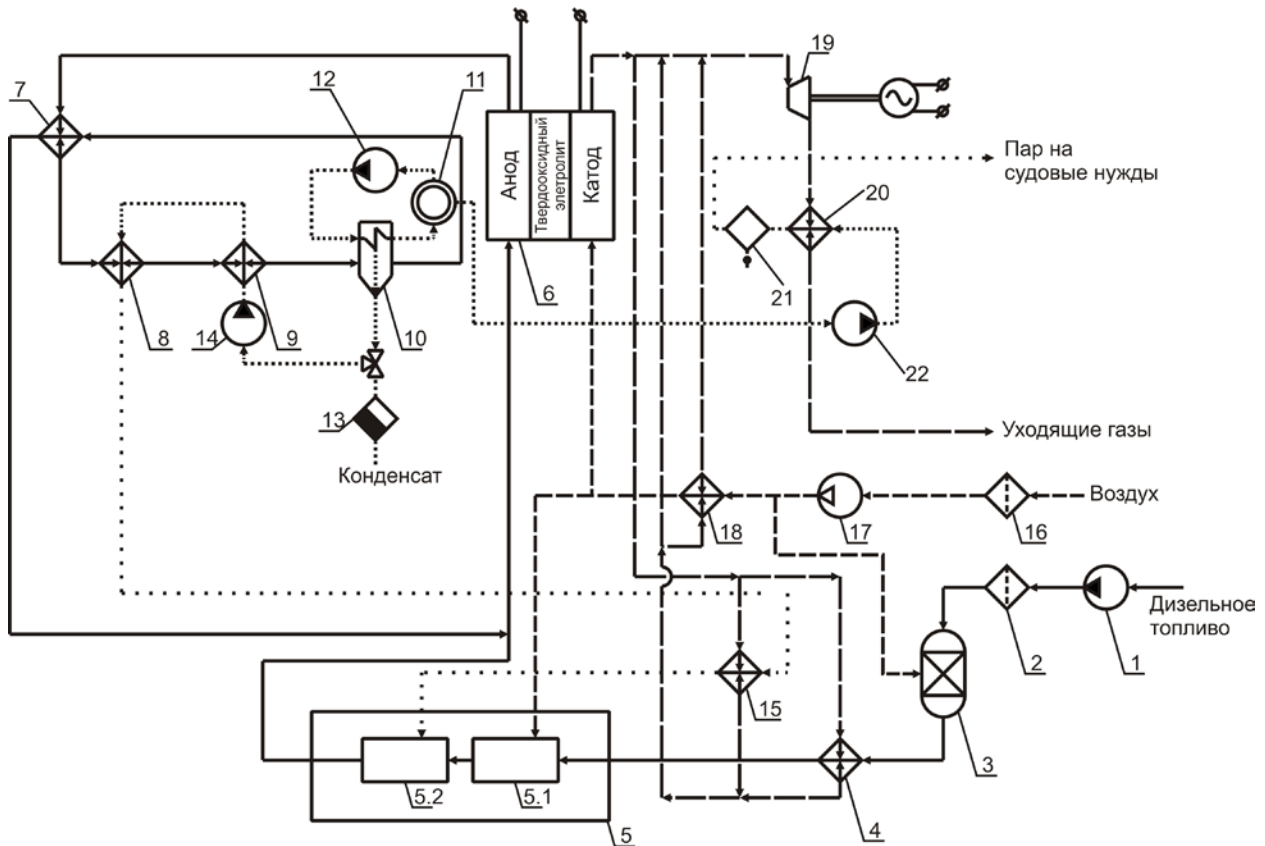


Рисунок 1 – Концепция СЭУ на ДТ с ЭХГ:

1 – топливный насос; 2 – топливный фильтр; 3 – десульфуризатор; 4 – подогреватель топлива; 5 – риформер (5.1 – реактор парциального окисления; 5.2 – реактор парового риформинга); 6 – ЭХГ; 7, 8, 9 – подогреватели избыточного топлива; 10 – сепаратор; 11 – цистерны пресной воды; 12, 14 – водяной насос; 13 – конденсатоотводник; 15 – подогреватель пара; 16 – воздушный фильтр; 17 – воздушный компрессор; 18 – подогреватель воздуха; 19 – ГТА; 20 – утилизационный подогреватель; 21 – сепаратор; 22 – конденсатный насос

Выводы. Сформирована структура судовой ЭХЭУ, работающей на ДТ, на основе ТОТЭ, которая может быть использована как альтернатива дизель-генераторной установки. При внедрении данной технологии повысится эффективность судовых энергоустановок в целом и возможно значительное снижение воздействия на окружающую среду. Данные схемные решения могут быть использованы на ранних стадиях проектирования СЭУ с ЭХГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fuel cell ship in the real world // The Naval Architect. – November 2008. – P. 56-57.
2. Kolb, G. Fuel processing for fuel cells [Text] / G. Kolb. – Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008. – 424 p. – ISBN 978-3-527-31581-9.

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕШКОДИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОГЛЯДОВОГО КОНТРОЛЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Дубровкіна М.В., Калюжний А.В., Качанюк Н.В.,

Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Іскра»
(Україна, м. Луганськ)

Вступ. У більшості країн світу контрабанда визнана одним з найнебезпечніших видів злочинної діяльності. Причинами збільшення контрабанди є: відкриття кордонів між державами і, відповідно, підвищення кількості людей, що перетинають кордони, а також збільшення потоків товарів між державами в умовах сучасного розвитку економіки. В [1, 2] встановлено, що найбільша кількість приховуваних предметів (контрабанди, наркотиків, зброї, коштовностей та інше) перетинає митний кордон за допомогою транспортних засобів. Таким чином до завдань митного оглядового контролю відноситься огляд транспортних засобів та виявлення предметів, заборонених для переміщення через державний кордон, а також визначення їх геометричного положення.

У [3] встановлено, що найбільш перспективними для вирішення завдань оглядового контролю є методи контролю, що засновані на збудженні та реєстрації зворотно розсіяного гамма-випромінювання [3–5], оскільки вони мають перевагу у глибині сканування, забезпечують контроль об'єктів, які виготовлені з різноманітних матеріалів і мають складну форму та конструкцію, дозволяють створювати портативні польові прилади. В результаті проведеного в [6] аналізу існуючих радіометричних приладів і режимів та алгоритмів їх роботи встановлено, що в теперішній час для детектування гамма-випромінювання у приладах радіометричного контролю найбільш поширеним є лічильний режим. У свою чергу, у лічильному режимі може здійснюватись як підрахунок кількості реєстрованих імпульсів за заданий проміжок часу, що є однаковим в кожній дискретній позиції, так і знаходження інтервалу часу реєстрації заздалегідь заданої кількості імпульсів.

Інтенсивність зворотно розсіяного випромінювання у вигляді сумарної кількості зареєстрованих гамма-квантів залежить від характеристик джерела іонізуючого випромінювання, детектора, перешкоди, закладки та інше [7]. Тому характеристики конструкційних елементів транспортних засобів, які є перешкодами для гамма-випромінювання, мають вагомий вплив на ефективність контролю [1]. Однією з найбільш вагомих характеристик перешкоди є її товщина, отже дослідження впливу товщини перешкоди на ефективність оглядового контролю є актуальним. У [8] було розпочато дослідження впливу характеристик перешкоди на зміну інтенсивності зворотно розсіяного випромінювання у вигляді сумарної кількості зареєстрованих гамма-квантів. Але ці результати не є повними та не дають можливості проаналізувати вплив товщини перешкоди на ефективність оглядового контролю, тому що досліди проводилися тільки при наявності закладки, а результати дослідів не порівнювались при наявності та за відсутності закладки.

Мета: Дослідження впливу товщини перешкоди на інтенсивність зворотно розсіяного випромінювання при наявності та відсутності контрабанди, отже, на ефективність радіометричного оглядового контролю.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження проводилися на лабораторному стенді, який складається з експериментальної установки блоку детектування, підключеного до спектрометра «Фортуна» (стенд розроблено і створено в НДПКІ «Іскра»). Експериментальна установка включає в себе [6, 7]: детектор (складеться з ФЕП 9112В фірми «Electron Tubes» та сцинтилятора CsI(Tl) $\varnothing 40 \times 5$ мм) у свинцевому захисту, джерело іонізуючого випромінювання Ba^{133} у захисті, виконаному зі свинцю; набір перешкод; імітатор закладки. Джерело й детектор розташовані з одного боку від контрольованого об'єкта. Відстань від центру джерела до центру детектора становить 80 мм. Як перешкоду використано набір зі сталевих пластин від 1 до 6 мм, з кроком 1 мм.

Матеріал перешкоди й граничні значення товщини обрані з урахуванням отриманих в [1] результатів аналізу конструктивних особливостей транспортних засобів.

Було проведено серію експериментів з заміною перешкод від 1 до 6 мм при відсутності, а потім при наявності закладки (табл. 1). У ході досліджень спектри в кожній з серій експериментів формувалися протягом 600 секунд. На підставі отриманих результатів за загальноприйнятими формулами [9] побудовано графіки залежності сумарної лічби від товщини сталеві перешкоди (рис. 1).

Про зміну щільності об'єкта контролю, а тобто й про наявність закладки, можна судити по зміні інтенсивності зареєстрованого розсіяного випромінення (табл. 1, рис. 1). Отже, при прийнятті рішення про наявність або відсутність закладки необхідно враховувати зміну (збільшення або зменшення) швидкості рахунку імпульсів, або різницю лічби:

$$\Delta = |N_0 - N_3|,$$

де N_0 – сумарна лічба, отримана без закладки; N_3 – сумарна лічба, отримана при наявності закладки.

Таблиця 1 – Отримані значення різниці лічби при зміні товщини перешкоди

Товщина перешкоди, мм	1	2	3	4	5	6
N_0	28796	26360	22554	21983	20403	18006
N_3	31750	27830	23782	22983	21013	18169
Δ	2954	1470	1228	1000	610	163

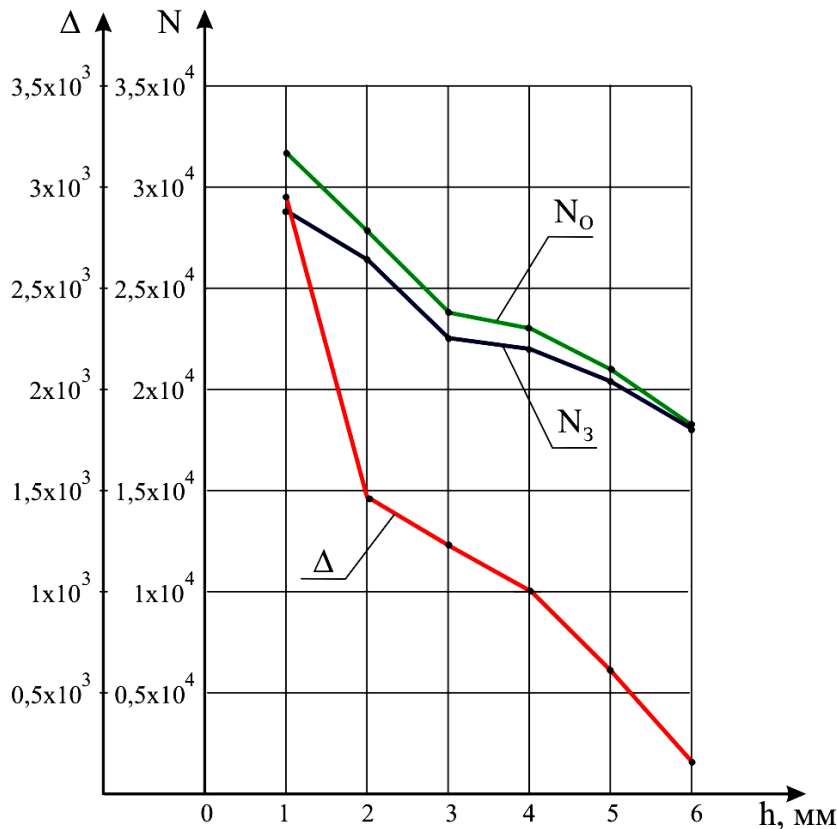


Рисунок 1. – Залежність лічби від товщини сталеві перешкоди

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що при збільшенні товщини перешкоди сумарна лічба зменшується. Це пояснюється поглинальними властивостями матеріалів. При прийнятті рішення про наявність або відсутність закладки необхідно враховувати зміну швидкості рахунку імпульсів, або різницю лічби. Отримані результати свідчать про те, що при збільшенні товщини перешкоди зменшується різниця сумарної лічби, що в свою чергу призводить до зменшення вірогідності виявлення прихованого об'єкта. Враховуючи, що при контролі товщина перешкоди є величина наявна, необхідно проводити додаткові дослідження з метою підвищення різниці лічби за рахунок оптимізації характеристик самого приладу контролю, наприклад, зміни кута нахилу джерела іонізуючого випромінювання, оптимізації алгоритму роботи приладу оглядового контролю у режимі лічби або переходу до спектрометричного режиму та інше.

ЛІТЕРАТУРА

1. Качанюк Н. В. Анализ характеристик транспортных средств для обеспечения эффективности досмотрового контроля / Н. В. Качанюк, М. В. Дубровкина // Восточно-Европейский журнал. – Харьков. – № 6/2 (54) – 2011. – С. 51-54.
2. Сыначев А. В. Криминалистическое значение способа сокрытия предметов в грузовых автотранспортных средствах (по материалам расследования уголовных дел о контрабанде) : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. юр. наук : спец. 12.00.09 «Уголовный процесс, криминалистика и судебная экспертиза; оперативно-розыскная деятельность» / А. В. Сыначев. – М., 2006. – 25 с.
3. Калюжный А. В. Исследование методов контроля скрытых пустот различными способами / А. В. Калюжный // Адаптивні системи автоматичного управління: Міжвідомчий науково – технічний збірник. – Днепропетровск : Системні технології, 2007. – Выпуск 10 (30). – С. 54-62.
4. Дубровкина М. В. Перспективы применения детектора скрытых пустот на основе эффекта обратного рассеяния гамма-излучения при контроле транспортных средств / М. В. Дубровкина, А. В. Калюжный // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті MINTT-2010 : Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон : Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. – С. 27-31.
5. Дубровкина М. В. Особенности оглядового контролю транспортних засобів з використанням приладів на основі зворотного гамма-випромінювання / М. В. Дубровкина, Н. В. Качанюк // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті MINTT-2011 : Збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції. – Т. 1 – Херсон : Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2011. – С. 27-28.
6. Дослідження та оптимізація приладів оглядового контролю, в яких використовується метод зворотного гамма-випромінювання : Звіт про НДР (заключний) / Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Іскра»; Науковий керівник проф. В. А. Ульшин. – № ГР 0111U000022, Інв. № 87 – Луганськ, 2011. – 300 с.
7. Калюжный А. В. Математическая модель детектора скрытых пустот, основанного на эффекте обратного рассеяния гамма-излучения / А. В. Калюжный // Вестник СевНТУ, серия «Физика, математика». – 2009. – Вып. № 99. – С. 78-81.
8. Экспериментальная оценка характеристик радиационного детектора скрытых пустот при работе со стальными преградами различной толщины / А. В. Калюжный; НИПКИ «Искра», Луганск, 2008 – 7с. – Деп. в ГНТБ Украины 7.07.08, № 94 – Ук.2008.
9. Шторм Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества [пер. с немецкого Н. Н. и М. Г. Федоровых, под ред. Н. С. Райбмана]. – М. : Мир, 1970. – С. 240-243.

SYSTEMS ANALYSIS OF COMPLEX OBJECTS: METHODOLOGICAL ISSUES

Dyukina T.O.,
St. Petersburg State University
(Russia)

Introduction. Currently, the economic literature addresses many problematic issues of complex objects, which include objects of the transport industry [1], however, many aspects of the analysis of the transport sector in terms of theoretical and methodological investigated enough.

The relevance of research. Today, the analysis of a complex object, considering it as a whole, should provide many options for consideration, each of which describes a large number of variables, to ensure the completeness of each option, giving the opportunity to reflect uncertainty. For this reason, the relevance of studies on the systemic analysis of complex facilities, now is certainly high.

Formulation of the problem. The term «systems approach» denotes the group of methods by which the real object is described as a set of interacting components. Taking into account the principles of a systematic approach, his claim to the analysis of complex objects can be as fully realized only within the framework of economic and statistical models, which in the course of its operation some models of functional tasks would act as an inter-related problems. This system of indicators, which determines the actual levels of complex indicators of a complex object must include three subsystems: information models, deterministic models, models of the formation of the output.

The research results. In our case, a complex object to be viewed as a large unstructured system, which operates a large number of simple and complex statistical indicators at various levels to be considered as different models. We have developed a system of models, describing complex composite object is shown in Figure 1. Panel data models that are part of the system models for calculating the actual levels of performance, which determines the complex levels of indicators of a complex object that contains the model: the first level, second level. By the first-level models are models for the formation of initial data {1}. An important role in this group of information models is given in the second level models, which include computational models of formation data {2}. The group of deterministic models of the system model includes models: the first, second and third levels.

To model the first level include the following models: a model of the relative and secondary indicators of a complex object {3}, a model of the variable composition of indices {4} model for calculating the index of constant composition {5} model for calculating the indices of structural shifts {6}. For example, using a system of interconnected index variable and constant composition, structural changes can be carried out analysis of the average loss:

$$\frac{\bar{q}_1}{\bar{q}_0} = \frac{\sum q_1 d_{s_1}}{\sum q_0 d_{s_0}} = \frac{\sum q_0 d_{s_1}}{\sum q_0 d_{s_0}} \cdot \frac{\sum q_1 d_{s_1}}{\sum q_0 d_{s_1}} \quad (1)$$

where $d_{s_i} = \frac{S_i}{\sum S_i}$ - the proportion (weight) parts of a complex object [2].

The index of variable composition of the loss characteristic change in the average level of loss in the period compared to the baseline, depending on changes in the average individual loss and changes in the structure. The index is calculated as follows:

$$I_S^{pc} = \frac{\sum_{k=1}^m s_1^k q_1^k}{\sum_{k=1}^m q_1^k} : \frac{\sum_{k=1}^m s_0^k q_0^k}{\sum_{k=1}^m q_0^k} \quad (2)$$

The index of constant composition of the loss is calculated as if the only change to reflect the average loss in the period compared to the baseline, excluding structural factors:

$$I_S^{in} = \frac{\sum_{k=1}^m s_1^k q_1^k}{\sum_{k=1}^m q_1^k} : \frac{\sum_{k=1}^m s_0^k q_1^k}{\sum_{k=1}^m q_1^k} \quad (3)$$

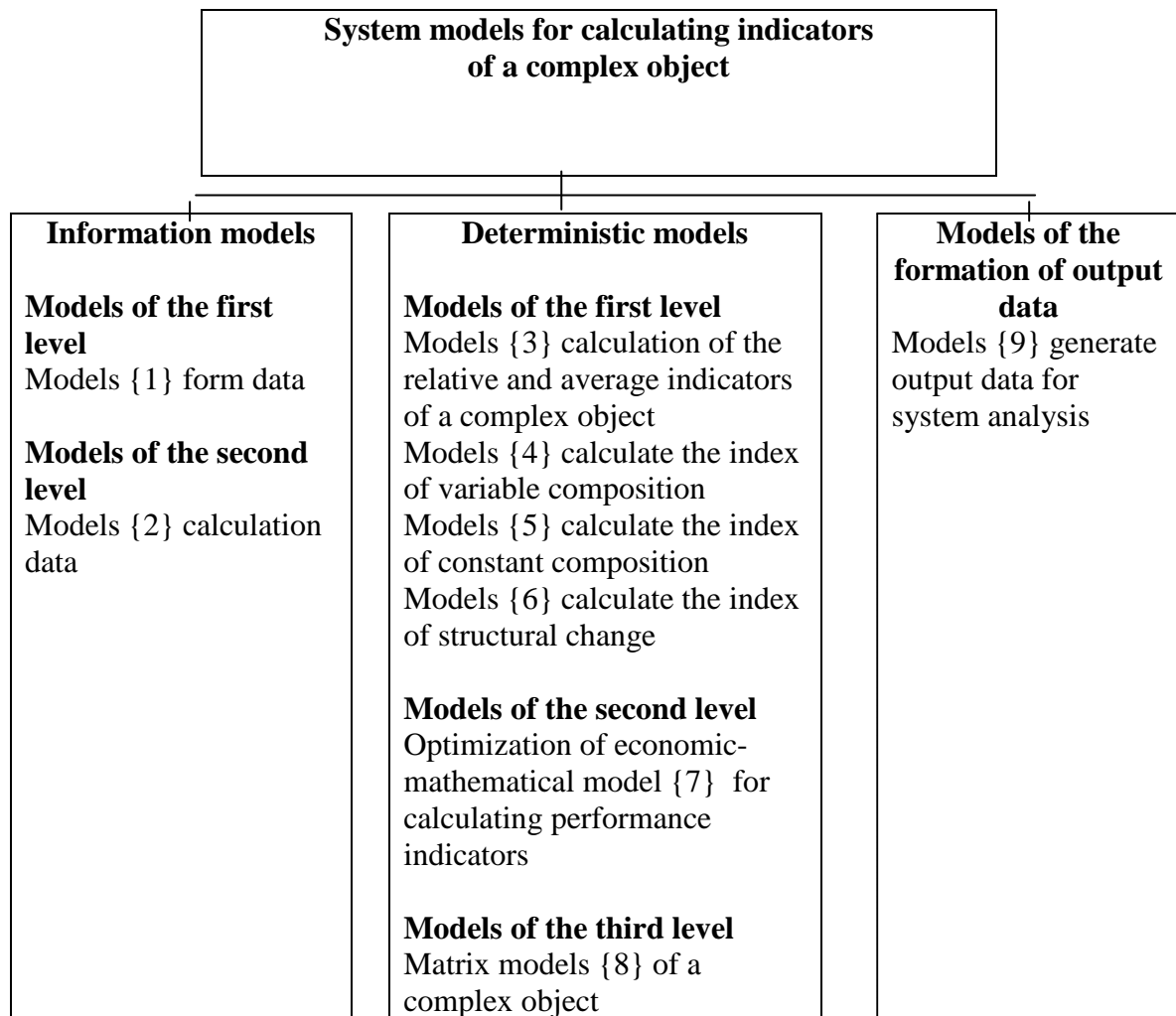


Figure 1 – Basic functional model of the system models for calculating indicators of a complex object

If you want to capture the influence of structural factors on the change in the average level of loss, it uses the model to calculate the index of structural shifts {6}, or the ratio of the quantitative values of the model calculation of the index variable composition {4}, and the model calculation of the index of constant composition {5}:

$$I_{\text{інд}} = \frac{\sum_{k=1}^m s_0^k q_1^k}{\sum_{k=1}^m q_1^k} : \frac{\sum_{k=1}^m s_0^k q_0^k}{\sum_{k=1}^m q_0^k} \quad (4)$$

The structure models of the second level consists of optimization of economic-mathematical model of calculating the efficiency of a complex object {7}. To model the third level are the matrix model of a complex object {8}. The group model of formation of the output data of the system model includes models of the formation of the output data for system analysis, describing a complex object {9} in the user-friendly manner. On the basis of inter-related in one system performance and if you want to recalculate the derived measures for a more complete characterization of a complex object.

Conclusions. The quality of the calculations for models of deterministic models for calculating the actual levels of performance, defining the complex levels of indicators of a complex object is defined, all other things being equal, the reliability of entering the model of economic and statistical data. Therefore, units of information models of the system are designed primarily to train full background information for deterministic models. The modules of information models is mainly determined by the composition of deterministic models. Therefore, depending on the target set of calculations and deterministic models, modules, data models can be specified and supplemented. Information basis for empirical research on the system models for calculating the actual levels of performance, defining the complex levels of indicators of a complex object in the data are mainly based on actual levels of performance of a complex object for a number of successive time intervals allocated to the study period, as well as on the calculation of totals of each indicator complex object.

On the basis of these data in the operation of models {1} preparation of information provided by «inputs» for the modules of information models in the second level {2} and deterministic models of first-level {3}-{6}. Modules in the second level of information models {2} are the basis of quantitative determination of the values of deterministic models, as a rule, second-and third-order {7}-{8}. Modules deterministic models of the second and third level {7}-{8} provide training information «inputs» for the modules forming the output data models {9}, which include a number of computational modules, the main purpose of which – the formation of the output data for system analysis of a complex object in the tabular and graphical form.

A variety of different aspects of insurance, the urgency of finding new approaches to statistical analysis of the insurance market determines the importance of further research in this direction.

LITERATURE

1. Aslanov M. A., Kuznetsov V. V. Systems analysis and decision making in the institutions of the real sector of economy, communications and transport. – M. : Economics, 2010. – 408 p.
2. Viktorov A. D., Petrov A. P., Dyukina T. O. Statistics. – St. Petersburg, SPbGUSE, 2011. – 255 p.

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛЬТРА МАЛООБ'ЄМНОГО ОБПРИСКУВАННЯ

Кандиба Г.Ю.,

Національний авіаційний університет

(Україна, м. Київ)

Вступ. Близько 60-70% українського зерна є фуражним, а отже це говорить о достатньо невисокому рівні якості українського зерна, тому для підвищення якості зерна необхідне впровадження і застосування новітніх технологій і однією із таких технологій, є застосування безпілотної авіації для ультра малооб'ємного обприскування посівних площ.

Актуальність досліджень. Однократне обприскування посівів дозволяє додатково зняти близько 2-6 ц пшениці с 1 га посівних площ. Це суттєво вплине на показники якості, а таким чином можна зменшити збір фуражного зерна, та збільшити збір продовольчого зерна. Україна має близько 15000000 га посівних площ, а отже не важко підрахувати, яка може бути прибавка врожаю у разі однократного обприскування – як мінімум 30 млн. ц.

Постановка задачі. Запропонуємо концепцію безпілотнох літальних апаратів (БЛА) на базі серійних літальних апаратів (ЛА). Обчислюємо економічну ефективність БЛА на базі серійних ПС. За рахунок установки гіроскопів та навігаційної системи GPS ми представимо концептуальні БЛА на базі серійних ЛА А-20СХ, НАРП-1 та МВЕН Фермер-2. Слід зазначити, що ми видаляємо з літаків пілотів, сидіння та швидкодіючу систему спасіння пілота (ШСП). Наше обладнання для БЛА має вагу в 1,51 кг – це навігаційний приймач, та антена Trimble DSM 232 Modular GPS Receiver, та система із трьох гіроскопів ST Microelectronics LSM320HAY30 (ST) вагою 0,1 кг кожний.

Таблиця 1 – вихідні дані концептуальних БЛА

Показник	Тип БЛА		
	А-20СХ	НАРП-1	МВЕН Фермер-2
Вага пустого (кг)	263,54	411,54	607,54
Взлетна вага (кг)	550	680	1100
Паливо (л/кг)	38/28,12	50/37	85/66,3
Максимальна швидкість (км/год)	150	150	200
Крейсерська швидкість (км/год)	110	110	160
Робоча швидкість (км/год)	90	95	125
Корисне навантаження (л)	258,34	231,46	426,16
Ширина робочого охопту (м)	25	25	25

Результати досліджень. Якщо порівняти результати досліджень у вигляді продуктивності повітряних суден, то можна побачити, що концептуальні БЛА є більш продуктивними, ніж серійні БЛА, це досягається за рахунок більшої вантажопідйомності БЛА. Результати по розрахунках представлені у вигляді таблиць.

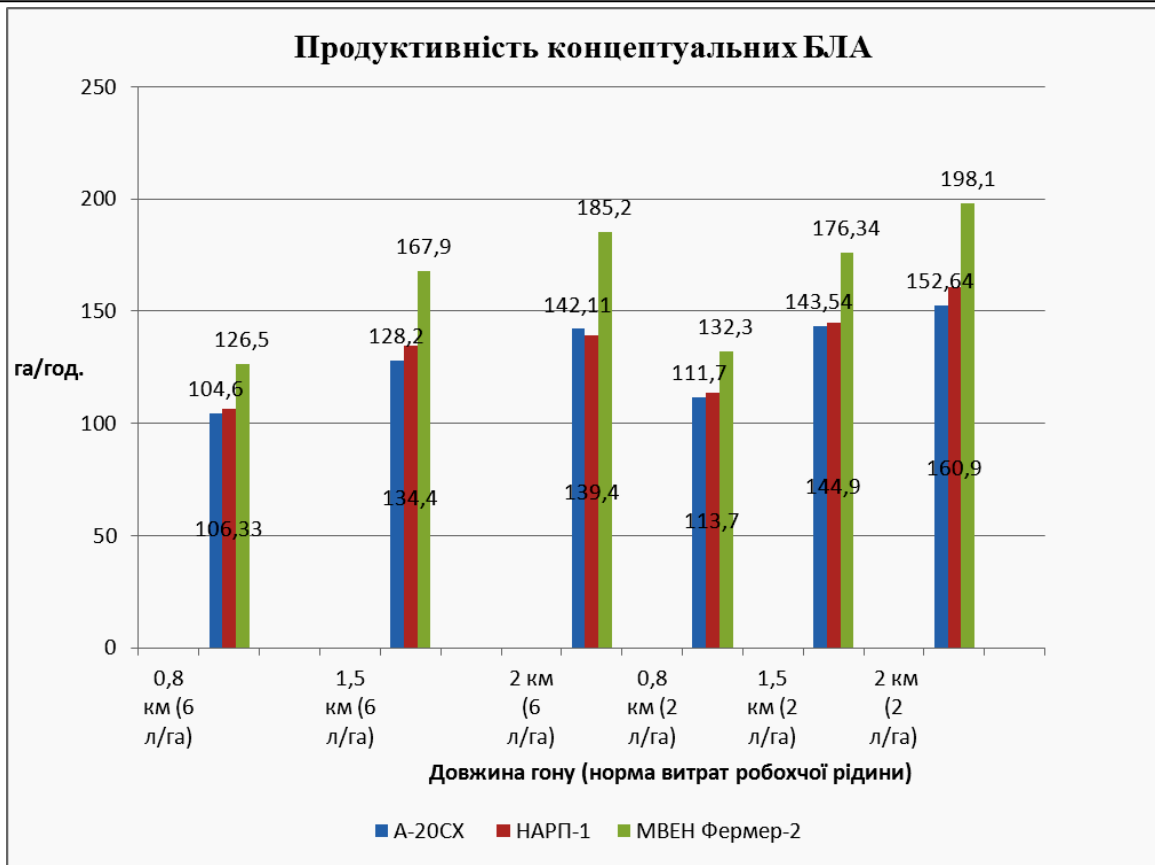


Рисунок 1 – Продуктивність концептуальних БЛА

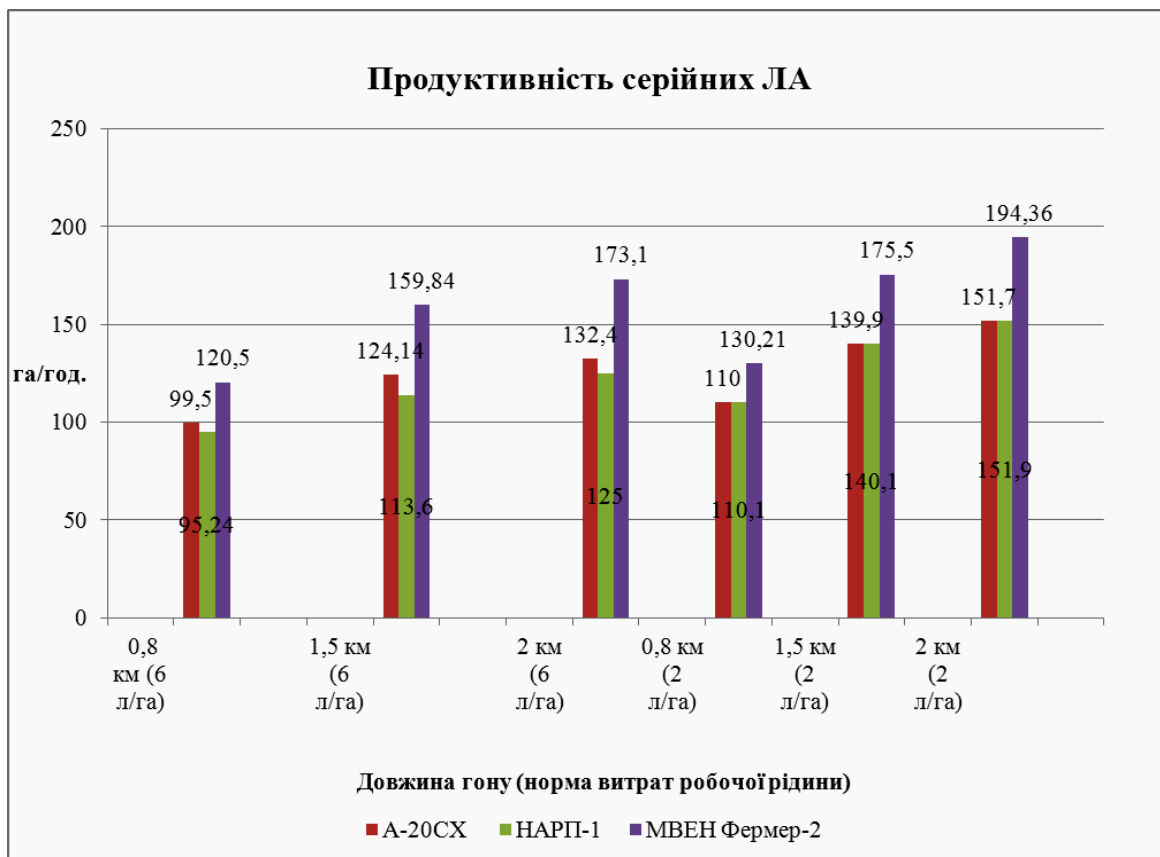


Рисунок 2 – Продуктивність серійних ЛА

Висновки. Теоретично було виявлено, що концептуальні БЛА мають невеличку перевагу над серійними ЛА. Також слід зазначати, що впливають наступні переваги БЛА

– уникнення шкідливого впливу хімічних препаратів для авіахімробіт (АХР) на організми сигнальників та пілотів, зменшення непередбаченої витрати хімікатів за рахунок того, що відсічкою обладнання для хімічної обробки керує не пілот, а автоматика, або віддалений оператор, та зменшення авіакатастроф із-за видалення людського фактору. Також можлива концепція повної автоматизації роботи БЛА та теоретична можливість проведення АХР у нічні часи доби.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матійчик М. П., Михайлов Г. М., Юн Г. М. Обґрунтування характеристик безпілотних літальних апаратів сільськогосподарського призначення // Вісник Національного авіаційного університету. – Київ, 2007. – №1 (31). – С. 113-117.
2. Наказ Міністерства транспорту України №1179 від 22.12.06 «Про затвердження Правил організації та виконання авіаційних робіт у сільському та лісовому господарстві».
3. Терещенко В. Г. Некоторые гигиенические аспекты использования сверхлегких летательных аппаратов (СЛА), применяемых для десикации подсолнечника // Авиация общего назначения. – 2000. – №4. – С. 26-28.

THE CONCEPT OF SPPP OPERATIONAL PROCESSES MULTI-ALTERNATIVENESS IN TERMS OF SUBJECTIVE ANALYSIS

Kasyanov V.A.,

National Aviation University

(Ukraine, Kyiv),

Goncharenko A.V.,

National University of Shipbuilding named after the admiral Makarov, Kherson Branch (Ukraine)

In different subjects fields we face the necessity to evaluate on a qualitative or/and quantitative level, make scientific prognostications, describe a role of a human-being-subject [1, P. 18]. It is practically that every kind of activity can be represented as a functioning of a certain system, more or less individualized, in the center of which there is the subject – active element of the system. Its role has diversity and the concept is surely applicable to the process of operation of marine ship propulsion and power plants (SPPP) [2-9].

The urgency of the researches is based upon the necessity to estimate parameters of multi-alternativeness of a ship's propulsion and her power plant operational processes. Thus, it relates the studying of an active system operation, and such an approach allows considering a system, in the center of which there is the subject who determines the system's functioning to a significant extent. Therefore, the given scientific problem, connected to the theory of subjective analysis, is a very important one.

The scientific solving of such a kind of problems that take into account subjective preferences was initiated in the monograph [1]. A few applications in the field of SPPP operation was made in the papers [1-9].

The general statements of those works need more practical applications and further theoretical generalizations, and that is the unsolved part of the problem in general.

The object of this article is to make and attempt to express the concept of SPPP operational processes multi-alternativeness in terms of subjective analysis.

An active system, on the contrary to a passive one that does not include the active element, for instance, purely technical, natural, is convenient to be treated as the system, which functioning depends a lot upon the behavior of the system's central element [1, P. 18].

One of the main tasks of an active systems studying is revealing objective and subjective factors that characterize a system and establishing the boundary between subjective and objective.

There was made a supposition that the principal property, distinguishing peculiarity of an active system was its ability to bring its own problems into the reality. The functioning of an active system, in that connection, is being considered as a permanent activity, directed to solving its own problems. It is supposed that every active system at every moment in time is in a certain problem-resource situation, the change of which is a studying subject of the "situational dynamics".

The subject is deemed both an individual and a certain group of individuals connected with common problems and consolidated resources. In the latter case, an active system can be decomposed into subsystems, being in the "vertical" (hierarchical), or "horizontal" relations. Such systems possess their own internal structure. The structural changes, happening in a similar system, are conditioned by both the change of the external factors and "spontaneous" changes, which in its turn can also be reckoned as a distinguishing peculiarity of an active system and be denoted with the term of "self-organization". In relation to that, the active system can be considered as an object for researches in the field of synergetics.

The problem in the given case is to elaborate methods of analysis and synthesis that would take into consideration in the real view the subjective factors related to the activity of the active element – the subject, «person», making decisions and performing the activity, directed for the realization of these decisions.

In the field of SPPP operation, one can distinguish a few groups of players. Namely, we will consider: international organizations – intergovernmental {(international maritime

organization (IMO), classification societies (LLOYD, ABS, VERITAS, REGISTER and others)); governments - authorities; ship-owners; shipbuilders-shipyards-designers; operators-crews-seafarers; ship-repair plants; suppliers; economical managing operators-freighters; technical managing operators-superintendants; crewings-recruiting agencies; marine academies (administrations, professors, cadets). Each of them is the active element of the active system formed by them and in conjunction with the other players in different combinations.

The postulated variation principle states optimization of the each player's own functional given in the general view of [1, P. 119, (3.38)]

$$\Phi_{\pi} = \alpha H_{\pi} + \beta \varepsilon + \gamma N, \quad (1)$$

where H_{π} – the subjective entropy of the subjective preferences of $\pi(\sigma)$, the functions given at the set of the achievable alternatives of σ ; $\varepsilon = \varepsilon(\pi, U, \dots)$ – the function of the subjective effectiveness, where U – the utility function; N – normalizing condition; α, β, γ – structural parameters, they can be considered in different situations as Lagrange coefficients, weight coefficients or endogenous parameters which represent certain psychic properties.

The alternatives can be like whether to accept or decline: some legislative acts; accomplishing or avoiding the execution of them; attempts to gain the minimal operational/business expenses/costs; attempts to gain the maximal profits; achieving the desired level of the operational reliability and others.

The solution of the variation problem of the view of (1) leads to the canonical distribution of the preferences. For example, in case of [1, P. 124, (3.55)]

$$\Phi_{\pi}^{-} = -\sum_{i=1}^N \pi^{-}(\sigma_i) \ln \pi^{-}(\sigma_i) - \beta \sum_{i=1}^N \pi^{-}(\sigma_i) L(\sigma_i) + \gamma \sum_{i=1}^N \pi^{-}(\sigma_i), \quad (2)$$

where $L(\sigma_i)$ – the losses function (harm function); N – the number of alternatives; it will be [1, P. 124, (3.56)]

$$\pi^{-}(\sigma_i) = \frac{e^{-\beta L(\sigma_i)}}{\sum_{j=1}^N e^{-\beta L(\sigma_j)}}. \quad (3)$$

If the criterion (1) has the view of [1, P. 125, (3.57)]

$$\Phi_{\pi}^{+} = -\sum_{i=1}^N \pi^{+}(\sigma_i) \ln \pi^{+}(\sigma_i) - \beta \sum_{i=1}^N \pi^{+}(\sigma_i) U(\sigma_i) + \gamma \sum_{i=1}^N \pi^{+}(\sigma_i), \quad (4)$$

in the analogous to the (2) and (3) way, we will have [1, P. 125, (3.58)]

$$\pi^{+}(\sigma_i) = \frac{e^{\beta U(\sigma_i)}}{\sum_{j=1}^N e^{\beta U(\sigma_j)}}. \quad (5)$$

Mathematical modeling in the scheme of (1-5) with subjective preferences results in probabilities and expectations of the kind of, for example, [5, P. 118, (6, 7)]

$$P(A) = \sum_{i=1}^n \pi_i P(A|\pi_i), \quad (6)$$

where $P(A)$ – the complete probability of the event of A (maximum continuous rating); π_i – the subjective preferences of the possible alternatives; $P(A|\pi_i)$ – the conditional probability of the event of A realization on the basis of that the corresponding operational mode has been preferred.

Concerning economy continuous ratings of I and II we will have got events B and C respectively. Their probabilities are analogues to (6).

Then the expectation of the annual Net Profit would be [5, P. 118, (7)]

$$Exp[NP] = \sum_{i=1}^n NP_i p_i, \quad (7)$$

where NP_i – the Net Profit accordingly to the having been chosen mode of operation; p_i – complete probability of the corresponding mode of operation.

The researches results and the problem solutions have a few applications to the processes related with the SPPP operation, in accordance with the specified problem setting (1-7), correspondingly to the active systems being considered, their active elements – subjects, their own distributions of preferences at the sets of achievable alternatives, which have been demonstrated in the [1-9] and other papers, the references to that could be found in the papers.

Expectations and probabilities found with respect to the subjective preferences give the opportunity of the objective assessments for the active systems functioning. In the prospect of further researches, it looks perspective to build complex criteria that take into ones consideration more key factors of the SPPP operation.

LITERATURE

1. Касьянов В. А. Субъективный анализ : Монография. – К. : НАУ, 2007. – 512 с.
2. Goncharenko A. V. The optimal commercial speed of a transport vessel with respect to operators' subjective preferences / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон : Видавництво ВНЗ «ХДМІ», 2011. – № 2(5). – С. 12-20.
3. Goncharenko A. V. Expediency of an improvement for a diesel-gearred propulsion with respect to subjectively preferred operational factors / A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2011. – № 1(4). – С. 30-41.
4. Kasjanov V. O. Models of competitors' preferences influence upon the number of seafarers on board and ashore / V. O. Kasyanov, A. V. Goncharenko // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2010. – № 2(3). – С. 231-237.
5. Goncharenko A. V. Subjective preferences for optimal economy continuous rating of MaK 9M453C / A. V. Goncharenko : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції у 2-х тт. [Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті] (23-25 травня 2011 р., Херсон). – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2011. – Том 2. – С. 114-119.
6. Goncharenko A. V. Operational reliability measures for marine propulsion diesel engines / A. V. Goncharenko : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування]. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2011. – С. 23-27.
7. Goncharenko A. V. Fuel oil atomization characteristics smoothed by a logarithm normal distribution for marine diesel engines / A. V. Goncharenko // Двигатели внутреннего сгорания : научно-технический журнал. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. – № 2. – С. 34–40.
8. Касьянов В. А. Субъективные предпочтения и правовое воздействие как факторы развития двигателестроения / В. А. Касьянов, А. В. Гончаренко, С. В. Кружкова // Авиационно-космическая техника и технология : сб. науч. тр. / М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Х., 2010. – Вып. 7 (74). – С. 182–189.
9. Гончаренко А. В. Типи задач рекомендованих до опрацювання при виконанні дипломної роботи за спеціальністю «Експлуатація суднових енергетичних установок» усіх форм навчання : навчальний посібник для ВНЗ / А. В. Гончаренко. – Херсон : Видавництво III Тріфонов, друкарня «Графіка», 2010. – 192 с.

КОМБІНОВАНИЙ ПІДХІД ДО ТОЧІСНОЇ АТЕСТАЦІЇ РОБОЧИХ ЗОН ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ

Кирилович В.А., Сазонов А.Ю., Самотокін Б.Б., Черепанська І.Ю.,

Житомирський державний технологічний університет
(Україна),

Орлюк Є.І.,

Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова
Національного авіаційного університету (Україна)

Вступ. Точність технологічного обслуговування промисловими роботами (ПР) технологічного обладнання, наприклад, металорізальних верстатів (МРВ), є складовою, що впливає на точність технологічної дії на об'єкти маніпулювання (ОМ), наприклад, механічної обробки деталей на МРВ. Під технологічним обслуговуванням при цьому розуміють технологічний перехід встановлення/зняття промисловими роботами ОМ в/з пристосування (Пр) робочих позицій (РП) різноманітних технологічних структур, наприклад, гнучких виробничих комірок (ГВК). Питання точності є обов'язковим та заслуговує особливої уваги при проектуванні технологічних процесів (ТП), що реалізуються на технологічних структурах різної складності та призначення, наприклад, механоскладальних ГВК.

Постановка задачі. Зміст терміну «точнісна атестація» як процесу означає визначення параметрів точності позиціонування схвата (Сх) ПР для множини точок робочої зони (РЗ) ПР. Основою точнісної атестації є математична модель (ММ) ПР, що відображає залежність величини похибки позиціонування полюса СхПР ($\Delta_{\text{ПР}}$) від похибок в зчленуваннях ланок та їх узагальнених координат (УК), а значить від конфігураційного простору маніпуляційної системи (МС) ПР. На сьогодні відомі два основні підходи до моделювання точнісних параметрів ПР: детермінований та імовірнісний.

Детермінований полягає у визначенні абсолютного (детермінованого) значення похибки. При цьому ММ оперують лише конкретними значеннями напруг, струмів, сил та моментів, що виникають в приводах УК ПР. Вважається, що елементарні похибки в зчленуваннях МС ПР викликані похибками приводів МС ПР ($\delta_{\text{П}}$), системи керування ($\delta_{\text{СК}}$), пружними властивостями МС ($\delta_{\text{МС}}$) та для аналізу загальної похибки позиціонування СхПР ($\Delta_{\text{ПР}} = \delta_{\text{П}} + \delta_{\text{СК}} + \delta_{\text{МС}}$) приймається абсолютне значення максимально можливої величини похибки в кожному i -му зчленуванні та вказується переважно у вигляді «поля допуску» $\pm \Delta_{\text{ПР}}$. Вказаний підхід можливий лише при наявності конкретної моделі ПР, оскільки вимагає наявності повної інформації про складові МС ПР та їх характеристики, що не завжди надається в технічній документації та не дозволяє враховувати випадкові складові похибок, що унеможлиблює подальший статистичний аналіз РЗ ПР.

Імовірнісний підхід до моделювання, що використовується при точнісній атестації РЗ ПР, дозволяє перекрити вказані невизначеності та випадкові впливи за рахунок оперування законами розподілу, що попередньо задані для кожного зчленування ланок МС ПР. При цьому мають бути відомі параметри цих законів, а саме середнє квадратичне відхилення та центроване математичне очікування. Недоліком такого підходу є оперування лише випадковою складовою похибки позиціонування – повторюваністю, нехтуючи при цьому значеннями систематичної складової та наявність попередньо визначених значень параметрів законів розподілу похибок в зчленуваннях ланок МС ПР.

Мета дослідження: на підставі змістовної сутності терміну «атестація» та його використання при визначенні точності ПР при технологічному обслуговуванні ПрРП та критичного аналізу існуючих підходів до точнісної атестації робочих зон (РЗ) ПР запропонувати комбінований підхід до точнісної атестації робочих зон ПР, розкрити його сутність, продемонструвати працездатність та переваги.

Результати досліджень. З врахуванням зазначеного вище пропонується використання комбінованого підходу до точнісної атестації точок РЗ ПР, що дозволяє враховувати як систематичні, так і випадкові складові похибок позиціонування. Величини абсолютних значень похибок як правило подаються в технічній документації як деякий інтервал $[+\Delta_{j_{n-1}}^n \dots -\Delta_{j_{n-1}}^n]$, де Δ_j – позначення похибки в кожному j -му зчленуванні ланок МС ПР, n – порядковий номер ланки. Даний підхід може бути реалізований програмно за допомогою пакету Matlab або будь-якого іншого програмного комплексу, що використовуються для математичного моделювання.

Сутність запропонованого комбінованого підходу до точнісної атестації точок РЗ ПР полягає у використанні комбінованого підходу до моделювання точнісних параметрів ПР. Останній полягає у використанні інформації, що надана виробниками ПР щодо точнісних характеристик в конкретних зчленуваннях ланок МС ПР у вигляді абсолютних значень величин похибок та представлення їх в імовірнісному аспекті. Використовується твердження, що похибки в зчленуваннях розподілені за певним, можливо навіть невідомим законом розподілу густини імовірності в межах інтервалу $[+\Delta_{j_{n-1}}^n \dots -\Delta_{j_{n-1}}^n]$ для кожного зчленування.

Необхідними даними для початку моделювання є: функціональна модель кінематичної структури МС ПР (інформація про величини ланок, узагальнені координати в зчленуваннях ланок); інформація про похибки в зчленуваннях, що наведена в технічній документації для конкретної моделі ПР.

Похибка позиціонування СхПР (1) в контексті даного підходу є різницею координат фактичного положення полюса СхПР в i -ій точці РЗ ПР (3) та координат положення полюса СхПР, заданого системою керування ПР (2):

$$\Delta_{\text{СхПР}} = P_{i_{\text{СхПР}}} - P_{\text{СхПР}}, \quad (1)$$

де $P_{i_{\text{СхПР}}}$ – вектор координат положення полюса СхПР в i -тій точці РЗ ПР; $P_{\text{СхПР}}$ – вектор координат положення полюса СхПР, заданого системою керування ПР:

$$P_{\text{СхПР}} = F(f_1(Q_0^1) \times f_1(Q_1^2) \times \dots \times f_1(Q_{n-1}^n)), \quad (2)$$

де Q_{n-1}^n – узагальнені координати в зчленуваннях n -ої та $(n-1)$ -ої ланок МС ПР;

$$P_{i_{\text{СхПР}}} = F((f_1(Q_0^1) + f_2(\Delta_{j_0}^1)) \times (f_1(Q_1^2) + f_2(\Delta_{j_1}^2)) \times \dots \times (f_1(Q_{n-1}^n) + f_2(\Delta_{j_{n-1}}^n))), \quad (3)$$

де $\Delta_{j_{n-1}}^n$ – масив значень похибок (4) в зчленуваннях n -ої та $(n-1)$ -ої ланок МС ПР:

$$\Delta_{j_{n-1}}^n = [\{\varepsilon_{A_k}^n | k = \overline{1, K}\}, \{\varepsilon_{B_k}^n | k = \overline{1, K}\}, \{\varepsilon_{C_k}^n | k = \overline{1, K}\}, \{\delta_{X_k}^n | k = \overline{1, K}\}, \{\delta_{Y_k}^n | k = \overline{1, K}\}, \{\delta_{Z_k}^n | k = \overline{1, K}\}]^T, \quad (4)$$

де n – номер ланки МС ПР; K – загальна кількість k -их послідовних переміщень СхПР в i -ту точку РЗ ПР; $\varepsilon_{A_k}^n$, $\varepsilon_{B_k}^n$, $\varepsilon_{C_k}^n$ та $\delta_{X_k}^n$, $\delta_{Y_k}^n$, $\delta_{Z_k}^n$ – відповідно кутові та лінійні складові загальної похибки, обумовлені переміщеннями n -ої ланки МС ПР навколо та вздовж відповідних осей $X_{\text{ПР}}$, $Y_{\text{ПР}}$, $Z_{\text{ПР}}$. СК ПР.

За результатами точнісної атестації з використанням комбінованого підходу до моделювання, що були проведені для ПР мод. IRB 4600, похибка позиціонування Сх за паспортом якого дорівнює $\pm 0,8$ мм, визначено величини похибок в кожній i -ій точці РЗ ПР, побудовані закони розподілу густини похибок позиціонування в цих точках, визначено коефіцієнти кореляції між складовими похибок позиціонування по кожній координаті. Встановлено, що хоча в технічній документації вказана середня похибка позиціонування СхПР, проте дане значення не може характеризувати кожну конкретну i -ту точку РЗ і є лише узагальнюючим показником точності для всіх точок РЗ даної моделі ПР. В певних точках РЗ ПР похибка позиціонування СхПР значно перевищує (на порядок) зазначену в

технічній документації, що не протирічить дослідженням інших авторів і пояснюється впливом конфігураційного положення ланок МС ПР на точність ПР. На основі аналізу даних про величини похибок позиціонування СхПР в межах РЗ ПР визначено зони підвищеної, нормальної та недостатньої точності позиціонування, що вказує на можливість надавати рекомендації щодо доцільного розміщення технологічного обладнання в межах РЗ ПР з метою підвищення якості ТП, наприклад, при механічній обробці різанням деталей на МРВ, складанні тощо.

Висновки. Даний підхід дозволяє розглядати абсолютні значення похибок, вказані виробниками, з імовірнісних позицій та проводити статистичний аналіз точності точок РЗ ПР, що є основою програмної атестації з метою встановлення секторів підвищеної та недостатньої точності РЗ. Економія економічних, часових та енергетичних ресурсів для виконання процесу точнісної атестації є одним із найвагоміших переваг запропонованого комбінованого підходу.

АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАГРУЗКИ МАСС ЛОЦМАНСКИХ КАТЕРОВ НА НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Клева Я.А., Бондаренко А.В.,

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова
(Украина, г. Николаев)

Введение. Достоверная оценка составляющих водоизмещения судна на начальных стадиях разработки проекта представляет собой одну из ответственных задач для морских инженеров, так как расчеты разделов нагрузки масс являются базой для последующего прогноза экономической эффективности. Учитывая значительный интерес Украины к обновлению служебно-вспомогательного флота, представляется целесообразным рассмотреть эту задачу применительно к лоцманским скоростным катерам (ЛК).

Учитывая, что большинство известных авторам методик предназначены для больших судов и не учитывают специфику проектирования и эксплуатации ЛК, проблема выбора адекватного метода расчета нагрузки масс является актуальной и требует тщательного анализа существующих современных подходов.

Полное водоизмещение лоцманского катера в начальной стадии проектирования представляется в виде суммы укрупненных масс:

$$W_{FL} = W_{LS} + W_{DWT},$$

где W_{FL} – водоизмещение полное, т; W_{LS} – масса порожнем, т; W_{DWT} – дедвейт, т.

Расчет W_{DWT} осуществляется по традиционным формулам [2, 8]:

$$W_{DWT} = W_{PL} + W_{FO} + W_{FW} + W_{CR} + W_{SR},$$

где W_{PL} – масса полезной нагрузки, т; W_{FO} – масса топлива, т; W_{FW} – масса воды, т; W_{CR} – масса экипажа с багажом, т; W_{SR} – масса провизии, т.

Обычно на начальных этапах оценка значений этих разделов не вызывает затруднений.

Определение водоизмещения порожнем W_{LS} является одной из проблем и отличается многообразием подходов к разбиению на составляющие. Чаще всего для расчета W_{LS} предлагается следующая зависимость [3]:

$$W_{LS} = W_S + W_M + W_O + W_U,$$

где W_S , W_M , W_O – массы, т, соответственно корпуса, энергетической установки, оборудования; W_U – запас водоизмещения, т.

Оценка W_S , W_M , W_O , W_U производится или с применением данных близких судов прототипов или с помощью статистических зависимостей.

В первом случае [2, 3] используются параметрические модули и измерители:

$$W_S = kLBD = kLBDC_B;$$

$$W_M = kP^n = k(LP^n);$$

$$W_O = kL(B + D) = k(LBD)^n.$$

В малом судостроении также очень часто применяется следующее выражение для определения W_S [4]:

$$W_S = V_U C_1,$$

где V_U – подпалубный объем, м³; C_1 – коэффициент удельного веса, т/м³.

Во втором случае используются различные формулы, полученные путем обработки статистических данных. В качестве примера можно привести следующие зависимости [4, 6]:

$$W_S = C_B^{2/3} \frac{1}{6} LBD^{0,72} [0,002(L/D)^2 + 1];$$

$$W_S = LBDC_S;$$

$$C_S = C_{SO} + 0,064e^{-(0,5u+0,1u^{245})}, \quad u = \log_{10}(\Delta/100),$$

где C_{SO} – коэффициент, зависящий от типа судна, т/м³.

Неплохие результаты при оценке массы корпуса W_S дают формулы, учитывающие площади основных конструктивных перекрытий S_i , приведенные толщины Δ_i и значения удельных масс материала γ_j [7]:

$$P_K = \chi_S \gamma_j \sum_{i=1}^{n_S} \Delta_i S_i,$$

где χ_S – коэффициент неучтенных конструкций; n_S – число учтенных конструктивных перекрытий.

Проведенные авторами расчеты показывают, что наибольшую достоверность оценки нагрузки масс для лоцманских катеров можно получить применив следующую зависимость [8,9,10]:

$$W_{LS} = W_{100} + W_{150} + W_{200} + W_{300} + W_{400} + W_{500} + W_{600} + W_{700} + W_U.$$

При определении массы корпуса W_{100} учет специфики эксплуатации и конструктивного типа ЛК предлагается путем введения корректирующих коэффициентов [8], характеризующих район плавания f_{SAR} , тип судна f_{SRV} и материал корпуса f_{MAT} :

$$W_S = K_S f_{SAR} f_{SRV} f_{MAT} E_S^{1,33},$$

где K_S – фактор, значение которого в общем случае может быть принято равным единице;

$$E_S = 2,75S_R \left(0,292 + \frac{\nabla}{L_{WL}^2 - 15,8} \right) \left(\frac{T}{D} \right)^{0,244}.$$

Ввиду различия материала корпуса и надстройки для лоцманских катеров целесообразно выделить массу рубки:

$$W_{150} = q_{DH} L_{DH} B_{DH} H_{DH},$$

где q_{DH} – плотность материала рубки, т/м³, L_{DH} – длина рубки, м; B_{DH} – ширина рубки, м; H_{DH} – высота надстройки с учетом рубки, м.

Зависимости для расчета массы энергетической установки W_{200} имеют вид [9]:

$$W_{200} = (LBD \sum P_B)^{0,45} / 31,45;$$

$$W_{200} = 1,6W_{250}; \quad W_{250} = \frac{\sum P_B}{286}; \quad W_{250} = 0,002 + 0,0064G_f S_f,$$

где W_{250} – масса двигателя, включая редукторы и жидкие грузы в энергетической установке; P_B – суммарная установленная мощность двигателей, кВт.

Более точный результат можно получить представив массу энергетической

установки в виде

$$W_{200} = W_{200-250} + W_{250},$$

где $W_{200-250}$ – масса монтажного оборудования (валопровод, двигатели и т.д.):

$$W_{200-250} = \frac{(LBD)^{0,94}}{45,66}.$$

Остальные составляющие нагрузки масс определяются по формулам [8, 9, 10].

Электрическая система: $W_{300} = (LBD)^{1,24} / 592$; $W_{300} = 0,232P_{EG}^{0,716}$;

Электронное оборудование: $W_{400} = 0,00053L^{2,254}$; $W_{400} = 0,0365 + 0,0015LBD$;

Вспомогательные системы: $W_{500} = 0,000772 + 0,0015(LB)^{1,784}$;

Снабжение: $W_{600} = 0,0097L^{2,132}$;

Специальные системы: $W_{700} = 0,0001687L^{2,936}$; $W_{700} = 0,000333(LBD)^{1,422}$.

Запас водоизмещения [8] определяется из расчета 3,6% от W_{FL} : $W_U = 0,036W_{FL}$.

Рассмотренный метод был применен для предварительного расчета нагрузки масс ряда построенных ЛК и подтвердил свою достоверность.

Выводы:

1. Проведен обзор существующих современных методов оценки нагрузки масс, применяемых для малых скоростных судов на этапе концептуального проектирования. Обобщение этих методов дало возможность сформировать алгоритм расчета составляющих полного водоизмещения скоростных лоцманских катеров.

2. Выполненный сравнительный анализ результатов теоретического расчета и данных по водоизмещению построенных ЛК подтвердил достоверность и достаточную точность выбранного метода прогнозирования массы судна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eames M. Concept Exploration – An Approach to Small Warship Design [Text] / M. Eames, T. Drummond // RINA Transaction. – 1977. – Vol. 119. – 36 p.
2. Бронников А. В. Проектирование судов [Текст] / А. В. Бронников. – Л. : Судостроение, 1991. – 320 с.
3. Ашик В. В. Проектирование судов [Текст] / В. В. Ашик. – Л. : Судостроение, 1985. – 320 с.
4. Schneekluth H. Ship Design for Efficiency and Economy. 2nd ed [Text] / H. Schneekluth, V. Bertram – Butterworth-Heinemann, 1998. – 224 p.
5. Watson D. Practical Ship Design [Text] / D. Watson – Elsevier Science Ltd – 1998. – Vol. 1. – P. 81-130.
6. Watson D. Some Ship Design Methods [Text] / D. Watson, A. Gilfillan // RINA Transaction. – 1977. – Vol. 119. – P. 279-324.
7. Царев Б. А. Оптимизационное проектирование скоростных судов [Текст] / Б. А. Царев. – Л. : Изд. ЛКИ, 1988. – 102 с.
8. Grubisic I. Reliability of Weight Prediction in Small Craft Concept Design [Text] / I. Grubisic // Proc. of 6th HIPER Congress. Naples (18th-19th September 2008). – P. 215-226.
9. Grubisic I. Upgrading weight prediction in small craft concept design [Text] / I. Grubisic, E. Begovic // Proc. of 13th IMAM Congress. (12th -15th October 2009, Istanbul). – 8 pages.
10. Grubisic I. Reliability of Attribute Prediction in Small Craft Concept Design [Text] / I. Grubisic, E. Begovic // Proc. of 14th IMAM Congress. (13th-16th September, 2011, Genoa). – P. 439-448.

ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ И УПРАВЛЕНИЮ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ МНОГОКРАТНЫМИ ИЗМЕРЕНИЯМИ

Копн В.Я., Балакин А.И., Волошина Е.А.,
Севастопольский национальный технический университет
(Украина)

Введение. Повышение точности средств измерительной техники (СИТ) за счет улучшения метрологического обеспечения является одним из путей повышения эффективности производства. Обеспечение качества продукции в машино- и приборостроении невозможно без повышения точности контрольно-измерительных операций, имеющих особое значение при изготовлении прецизионных деталей, так как ошибки при разбраковке могут привести к отказу механизмов, содержащих данные изделия. Одним из методов увеличения точности измерительных систем, при использовании уже имеющихся измерительных преобразователей, является метод многократных измерений.

Управление процессом многократных двухпараметрических измерений заключается в выборе их числа, обеспечивающего необходимую точность, в зависимости от близости к границе допуска контролируемого параметра. Решение этой задачи осуществляется в соответствии с правилом выбора числа многократных измерений, исходя из следующего условия. Рассматривается совместное расположение полей допусков размеров и погрешностей приборов. Оно должно быть таковым, чтобы поля погрешностей приборов с требуемой вероятностью лежали внутри полей допусков размеров. Если это не происходит, то число измерений увеличивается до значения обеспечивающего выполнение данного события.

Постановка и решение задачи. Целью работы является построение математической модели, позволяющей определять минимально необходимое число многократных измерений, а также проверка данной модели на основе экспериментальных исследований.

Основной сложностью является определение вида двумерной плотности распределения $p(x, y)$ центрированной случайной векторной двухкомпонентной величины, компонентами которой являются погрешности измерений по координатам x, y , при известных предельных значениях этих погрешностей $(\pm\alpha)$, $(\pm\beta)$. Кроме этого предполагается, что из статистических исследований известны $\mu_{02}[x, y]$, $\mu_{20}[x, y]$, $\mu_{11}[x, y]$ – центральные моменты. Математическая постановка задачи формулируется следующим образом.

Необходимо определить

$$\max \rightarrow \left\{ H_{\text{диф.}} = - \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} p(x, y) \cdot \ln p(x, y) \cdot dx \cdot dy \right\}, \quad (1)$$

при условиях:

$$\int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} p(x, y) \cdot dx \cdot dy = 1; \quad (2)$$

$$\int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} x^2 p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{20}[x, y]; \quad (3)$$

$$\int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} y^2 p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{02}[x, y]; \quad (4)$$

$$\int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} x y p(x, y) \cdot dx \cdot dy = \mu_{11}[x, y]. \quad (5)$$

Выражение для двумерной плотности определяемое на основе решения уравнения Эйлера будет иметь вид:

$$p(x, y) = e^{-1+\lambda_1} \cdot e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2}, \quad (6)$$

где $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ – постоянные коэффициенты, определяемые из решения системы изопериметрических ограничений (2) - (5).

Для определения этих коэффициентов подставим выражение (6) в систему ограничений (2) - (5), разделим их на свою правую часть и, вычтя из каждого уравнения первое, получим систему с тремя неизвестными:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{\mu_{20}[x, y]} \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} x^2 \cdot e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2} \cdot dx \cdot dy = \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2} \cdot dx \cdot dy; \\ \frac{1}{\mu_{02}[x, y]} \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} y^2 \cdot e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2} \cdot dx \cdot dy = \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2} \cdot dx \cdot dy; \\ \frac{1}{\mu_{11}[x, y]} \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} x y \cdot e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2} \cdot dx \cdot dy = \int_{-\beta-\alpha}^{\beta} \int_{-\beta-\alpha}^{\alpha} e^{\lambda_2 \cdot xy + \lambda_3 \cdot x^2 + \lambda_4 \cdot y^2} \cdot dx \cdot dy. \end{array} \right.$$

Данная система решается численным методом.

Для подтверждения правильности теоретических положений работы были проведены экспериментальные исследования. При этом решены следующие задачи: определены вариации показаний индуктивных измерительных приборов с отсчетными устройствами и переключающимися диапазонами измерения; рассчитаны числовые характеристик законов распределения случайных погрешностей указанных средств измерения; построена гистограмма закона распределения погрешностей измерений; выполнена оценка адекватности теоретического и экспериментального законов распределения погрешностей измерения.

В связи с тем, что паспортные значения погрешностей индуктивных приборов малы по сравнению с ценой деления шкалы (2 мкм) для обеспечения необходимой точности исследований и достоверности результатов экспериментов методика предусматривает применение образцового средства измерения, в качестве которого используются измерительная пружинная головка типа ИГП с ценой деления 0,2 мкм.

Внешний вид экспериментальной установки приведен на рисунке 1.

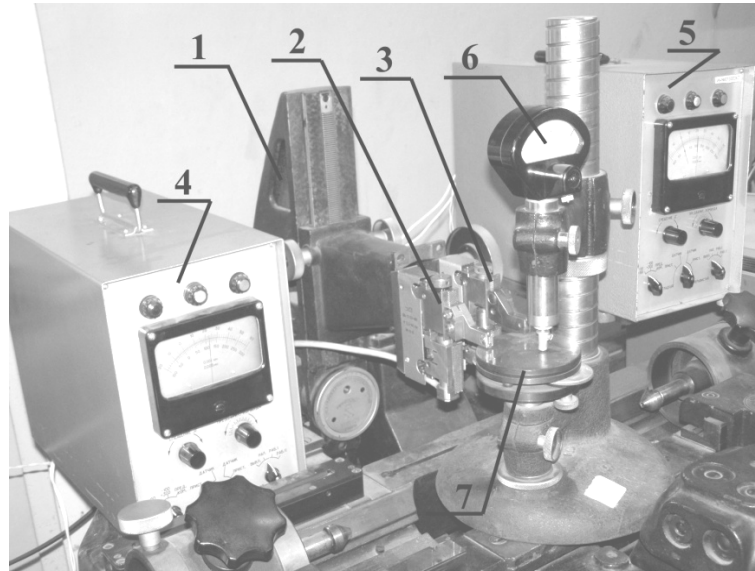


Рисунок 1 – Внешний вид экспериментальной установки

Установка собрана на основании универсального микроскопа 1, поверяемые индуктивные преобразователи, установленные в измерительные скобы 2 и 3, подключены к показывающим устройствам 4 и 5 соответственно. Образцовое средство измерения 6, закреплено в регулируемой стойке. Измерительные наконечники скоб и образцового прибора опираются на поверхность столика 7.

Для полученных данных были определены статистические характеристики:

$$\mu_{02}[x, y] = 0,0689, \mu_{20}[x, y] = 0,0618, \mu_{11}[x, y] = 0,0219.$$

Математические ожидания $m_x = 0,017$, $m_y = 0,041$. Произведено центрирование случайной величины. Подставив полученные данные в теоретическую модель, получим двумерную плотность распределения, внешний вид которой представлен на рисунке 2 а.

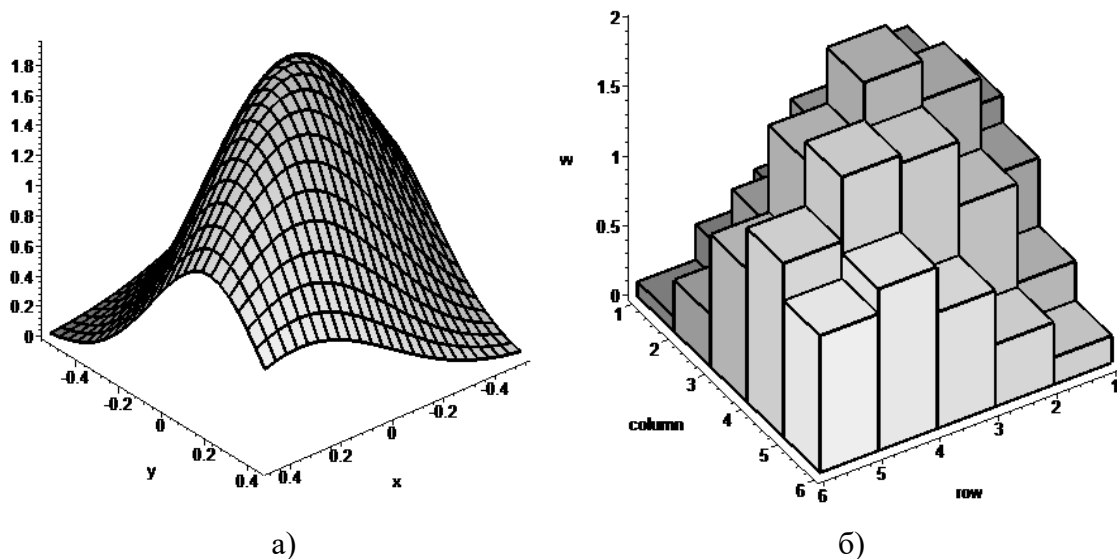


Рисунок 2 – Результаты моделирования

Экспериментальные данные представлены в виде трехмерной гистограммы на рисунке 2 б.

Сравнение теоретической двумерной теоретической плотности распределения с экспериментальными результатами проводилось с помощью критерия согласия χ^2 Пирсона, подтвердившее, что выбранная гипотеза не противоречит экспериментальным данным. Метод определения числа многократных измерений, представляет собой

итерационную процедуру и базируется на полученной двумерной плотности распределения (6) приведен в докладе.

Предложены два подхода к управлению числом многократных двухпараметрических измерений.

Программный. Заключается в том, что по заданным параметрам изделия и моментным характеристикам СИТ рассчитывается минимально необходимое число многократных измерений для обеспечения требуемой точности контроля.

С адаптацией. По заданным параметрам изделия, моментным характеристикам СИТ и по результатам среднего значения всех измерений (текущего и всех предыдущих) проверяется условие окончания процесса измерения.

Выводы. Построенная математическая модель позволяет определять минимально необходимое число многократных двухпараметрических измерений, удовлетворяющее требуемому условию точности.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что экспериментальные данные не противоречат гипотезе о принятом виде плотности распределения случайной величины. Дальнейшие исследования будут направлены на обобщение предложенного подхода.

ПРО МОЖЛИВІСТЬ АНАЛІТИЧНОГО УТОЧНЕННЯ ВЕЛИЧИН ГРАВІТАЦІЙНОЇ СТАЛОЇ

Наст асенко В.О.,

Херсонська державна морська академія
(Україна)

Вступ. Інноваційні технології в геологічній розвідці корисних копалин пов'язані з використанням штучних супутників Землі. При цьому розраховується теоретична орбіта польоту супутника і порівнюється з реальною, відхилення якої свідчать про зміну сили тяжіння Землі у даній місцевості, яка пов'язана з наявністю у її корі більш важких (наприклад, металеві руди), або більш легких (гази або нафта) включень. Чим точніше буде розрахований теоретичний шлях супутника, тим точніше можна бути визначити відхилення від нього реальної орбіти супутника, що вплине на якість супутникової геологічної розвідки корисних копалин.

Зв'язок проблеми з основними науковими напрямками. Робота відноситься до області квантової фізики, фізики космосу і космології, а також до вивчення законів гравітації, основ матеріального світу і параметрів Всесвіту. Гравітаційна стала G є фундаментальною фізичною константою, використовуваною для визначення мас і взаємодій усіх об'єктів: – від мегарівня, до атомного і субатомного рівнів. Потреба підвищення її точності обумовлена науковими інтересами практично всіх наукових організацій і вчених, що проводять наукові дослідження в галузі прикладної і теоретичної фізики, при цьому, окрім розвідки корисних копалин, слід особливо виділити атомний і субатомний рівні та космічні польоти до дальніх об'єктів, для яких точність визначення G має головне значення. Крім того, зростання вимог до постійного підвищення її точності обумовлене також зростанням загального рівня знань про Всесвіт і основи будови матеріального світу, що підтверджує важливість і актуальність даної задачі, вирішенню якої в науковому світі постійно приділяється велика увага.

Аналіз стану проблеми і постановка задачі. Оскільки фундаментальні фізичні константи: гравітаційна стала G , стала Планка h та швидкість світла у вакуумі c , входять у більшість фізичних законів, пов'язаних з основами Всесвіту на всіх рівнях, тому від їх точності багато в чому залежить точність кінцевого результату, який досягається в дослідженнях і в розрахунках, що проводяться. Враховуючи, що завдання підвищення точності сталої G є важливим і актуальним для багатьох сфер життя і діяльності людини і суспільства в цілому, причому не тільки пізнавального, але і практичного характеру, це визначає потребу виконання робіт по її більш швидкому вирішенню, гострота яких різко зросла останніми роками. Тому її вирішення є головною метою виконуваної роботи і складає її наукову новизну.

Проведений аналіз літературних джерел [1, 2] показав, що в даний час точність основних фізичних констант складає 9...12 знаків (1), (2), тому гравітаційна стала G , точно визначена лише до 6-го знаку (4), є досить рідкісним і не дуже приємним виключенням із загальних правил, що не відповідає рівню сучасних наукових вимог.

c – швидкість світла у вакуумі:

$$c = 0,299792458 \cdot 10^9 \frac{M}{c}, \quad (1)$$

h – стала Планка:

$$h = 6,62607554 \cdot 10^{-34} Дж \cdot c, \quad (2)$$

\hbar – кругова стала Планка:

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = \frac{6,62607544 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{2 \cdot 3,14159256} = 1,05457266 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}, \quad (3)$$

G – гравітаційна стала:

$$G = 6,67390 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}, \quad (4)$$

Пояснюється це тим, що у порівнянні з іншими фізичними сталими, наприклад, швидкістю світла у вакуумі c та зі сталою Планка h , визначення яких можливе в експериментах високої точності, подібний рівень точності при визначенні гравітаційною сталою G поки що неможливий. Пов'язано це зі складністю проведення експериментів високої точності по силовій взаємодії мас одна на одну, в умовах третього об'єкту – Землі, в т.ч. приміщень і обладнання, в яких вони проводяться, а в космічних експериментах з визначення G – зі складністю обліку дії та руху ближніх і дальніх космічних об'єктів, на які також впливає велика кількість різних чинників. При цьому росте складність створюваних для експериментальних досліджень технічних засобів. Якщо спочатку для цього використовували прості крутильні ваги з малими і великою кулями [3], то потім їх замінили масивним 6-ти метровий циліндром, який, для підвищення точності експерименту і виключення впливу на нього наземних мас різної величини і конфігурації, був опушений у шахту на глибину 10 м. Останні найбільш точні вимірювання сталою G [4] пов'язані зі створенням складної системи з динамічним рухом кулі.

Оскільки складність подібних систем різко зростає, а точність вимірювання, за останніх 25 років, підвищилася лише в межах одного порядку, то бажане підвищення точності з 6 до 9 знаків, або на 3 порядки, чекати можна, непередбачувано довго, оскільки воно потребує принципово нових винахідницьких технічних рішень, що несподівливо строгим законам їх створення і прогнозування. Таким чином, актуальним і важливим є пошук принципово нових підходів до уточнення величини гравітаційної сталою G , що складає головне завдання виконуваної роботи.

Пошук шляхів вирішення поставленої проблеми. У роботі [5] була показана можливість підвищення точності сталою G аналітичним шляхом, на базі інших фундаментальних фізичних сталих, експериментальне визначення яких можливе з більшою точністю, ніж 6 знаків. Для цього був проведений додатковий аналіз фундаментальних фізичних сталих G , c , \hbar , який показав, що з ними пов'язані особливі фізичні величини: – планківська довжина l_p^o , планківський час t_p^o і планківська маса m_p^o [2], унікальність яких полягає в тому, що вони отримані на базі одних лише трьох початкових фундаментальних фізичних сталих G , c , \hbar :

$$l_p^o = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} = 1,61621 \cdot 10^{-35} \text{ м}, \quad (5)$$

$$t_p^o = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} = 5,39109 \cdot 10^{-44} \text{ с}, \quad (6)$$

$$m_p^o = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = 2,17650 \cdot 10^{-8} \text{ кг}. \quad (7)$$

Їх кінцева точність також обмежена точністю гравітаційної сталою G , яка входить в розрахункові залежності (5)...(7) і не перевищує 6 знаків, що є недоліком планківських величин l_p^o, t_p^o, m_p^o , який також потребує подальшого усунення. Враховуючи на те, що рівняння (5)...(7) складають систему, це дозволяє припустити можливість аналітичного

уточнення на їх базі величин G , l_p^o , t_p^o , m_p^o , до точності інших фундаментальних фізичних сталих, а саме до \hbar та c .

Проте вирішити задачу прямим шляхом, на базі рівнянь (5)...(7), не вдалося, оскільки в системі з 3-х рівнянь фактично містяться 4 невідомих параметри: G , l_p^o , t_p^o , m_p^o . Ітераційне рішення рівнянь (5)...(7) підстановкою різних уточнених величин G також не вдалося, із-за їх тотожності, тому виникла проблема пошуку інших шляхів.

Нова можливість уточнення гравітаційною сталої та її доказ. Враховуючи вказану в роботах [6, 7] можливість зв'язку планківських величин l_p^o , t_p^o , m_p^o , з параметрами планківського шару товщиною l_p^o , що пошаровими сферами охоплює весь простір кульового Всесвіту, логічним було б припустити квантування l_p^o , t_p^o , m_p^o з іншими такими ж фізичними величинами макро і мікро рівнів, в т.ч. з 1 метром (м), 1 секундою (с), та з 1 кілограмом (кг). Але їх кратність (або квантування) не були виявлені:

$$1 \text{ м} = 6,16731 \cdot 10^{34} \cdot l_p^o, \quad (8)$$

$$1 \text{ с} = 1,85491 \cdot 10^{43} \cdot t_p^o, \quad (9)$$

$$1 \text{ кг} = 4,59453 \cdot 10^7 \cdot m_p^o. \quad (10)$$

Проте подальший аналіз величин (5)...(7) [10] привів до розуміння штучної умовності кругової сталої Планка \hbar (3), отриманої діленням сталої Планка h (2) на число 2π , а також отриманих на її основі кругових величин l_p^o , t_p^o , m_p^o [2]. Тому, по аналогії з круговими (5)...(7), на базі сталої Планка h (2) були визначені звичайні планківські величини l_p , t_p , m_p (11)...(13):

$$l_p = \sqrt{\frac{hG}{c^3}} = \sqrt{\frac{6,62607554 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot 6,67390 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2}\right)}{\left(0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)\right)^3}} = 4,05123 \cdot 10^{-35} (\text{м}), \quad (11)$$

$$t_p = \sqrt{\frac{hG}{c^5}} = \sqrt{\frac{6,62607554 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot 6,67390 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2}\right)}{\left(0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)\right)^5}} = 13,51345 \cdot 10^{-44} (\text{с}), \quad (12)$$

$$m_p = \sqrt{\frac{hc}{G}} = \sqrt{\frac{6,62607554 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) \cdot 0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)}{6,67390 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{М}^3}{\text{кг}^2 \cdot \text{с}^2}\right)}} = 5,45568 \cdot 10^{-8} (\text{кг}). \quad (13)$$

Аналіз їх на квантування з 1 метром, 1 секундою і 1 кілограмом дав наступні результати (14)...(16):

$$1 \text{ м} = 2,46839 \cdot 10^{34} \cdot l_p, \quad (14)$$

$$1 \text{ с} = 7,40003 \cdot 10^{42} \cdot t_p, \quad (15)$$

$$1 \text{ кг} = 1,83295 \cdot 10^7 \cdot m_p. \quad (16)$$

Таким чином, була виявлена унікальність квантування величин часу, які співпадають одна з одною в межах точності розрахункової величини t_p , що становить 6 знаків, відповідно точності гравітаційної сталої G , при повному неспівпадінні інших величин, що вимагає їх додаткового аналізу.

Проведений додатковий аналіз початкових величин: 1 м, 1 с та 1 кг показав, що 1 метр, як одиниця вимірювання, спочатку був обраний рівним $1/10000000$ довжини $1/4$ Паризького меридіана, тобто він є вельми умовною одиницею, яка потім виявилася визначеною неточно відносно реальної довжини Паризького меридіану [1], тому 1 метр не є точно означеною природною одиницею. Аналогічно 1 кілограм, як одиниця вимірювання, спочатку був обраний рівним масі дистильованої води, що заповнює кубічну ємність зі стороною 0,1 м, тобто 1 кг також є вельми умовною одиницею. А ось 1 секунда, як одиниця вимірювання, спочатку була обрана рівною $1/86400$ частки Земної доби, що триває в період весняного рівнодення, 21 березня, тобто 1 с є строго обґрунтованою астрономічною величиною, пов'язаною з рухом Землі навколо Сонця в зоні середнього радіусу еліптичної орбіти, та з її обертанням навколо власної осі [1]. В цьому випадку є всі підстави рахувати квантування величини 1 секунди з планківським часом t_p не випадковим явищем.

Окрім цього, таке ж співвідношення має планківська довжина l_p , до іншої реальної величини – шляху $0,299792458 \cdot 10^9$ м, яке світло проходить у вакуумі за 1 секунду:

$$n = \frac{c}{l_p} = \frac{0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{M}{c}\right) \cdot 1(c)}{4,05123 \cdot 10^{-35} (M)} = 7,40003 \cdot 10^{42}, \quad (17)$$

В цьому випадку є підстави висунути гіпотезу, що величини (15) та (17) є точними, а уточнивши їх до 9 знаків (це точність констант c та h), можливо точніше визначити величину планківського часу t_p (18):

$$t_p = \frac{1}{v_p} = \frac{1}{7,40000000 \cdot 10^{42} (c^{-1})} = 13,5135135 \cdot 10^{-44} (c). \quad (18)$$

В цьому випадку, на базі залежності (12) можливо визначити нову величину гравітаційної сталої G (19):

$$G = \frac{t_p^2 c^5}{h} = \frac{(13,5135135 \cdot 10^{-44} (c))^2 \left(0,299792458 \cdot 10^9 \left(\frac{M}{c}\right)\right)^5}{6,62607554 \cdot 10^{-34} (Дж \cdot c)} = \quad (19)$$

$$= 6,67396142 \cdot 10^{-11} \left(\frac{M^3}{кг \cdot c^2}\right),$$

У порівнянні з початковим значенням $G = 6,67390 \cdot 10^{-11} \left(\frac{M^3}{кг \cdot c^2}\right)$, нове значення

більше на величину $0,00006142 \cdot 10^{-11} \left(\frac{M^3}{кг \cdot c^2}\right)$, а його точність підвищилася на 4 порядки і складає 9 знаків, яку обумовлює решта сталих, що входять у початкову залежність (19) – швидкість світла у вакуумі c і постійна Планка h .

Проте при цьому виникає проблема доказу достовірності отриманих результатів. Кращим підтвердженням отриманих розрахункових даних є пряма експериментальна

перевірка в нових вимірюваннях величини G , що дуже складно в наслідок складності проведення подібних досліджень.

Другим шляхом є використання нової величини G в розрахунках траєкторій руху природних космічних об'єктів, в т.ч. – Місяця, планет Сонячної системи, а також польотів штучних супутників Землі, або інших літальних апаратів, що прямують до Венери, Марсу, чи інших віддалених планет Сонячної системи, з подальшою експериментальною перевіркою цих розрахунків. При цьому може бути зменшена кількість корекцій шляху польотів міжпланетних станцій, що не тільки економить час і витрати на їх виконання, а й зменшує потреби в паливі для їх здійснення, яке можна замінити на обладнання. Особливе значення мають розрахунки траєкторій польотів тих комет і астероїдів, що летять до Землі, це дозволить набагато раніше, ніж робиться зараз, вирахувати, чи буде з ними зіткнення, чи ні.

Третім, найбільш доступним в даний час шляхом, є можливість їх підтвердження в інших фізичних законах і залежностях, які суттєво відрізняються від початкових (19)...(22), що відповідає загальним вимогам виконання аналітичних досліджень.

Такою перевіркою залежністю прийнята стала Планка h , яка в планківських величинах l_p , t_p , m_p може бути отримана через її розмірність, що було встановлено в роботі [8]:

$$h(\text{Дж} \cdot \text{с}) = \frac{\kappa \mathcal{G} \cdot \mathcal{M}^2}{c} = \frac{m_p l_p^2}{t_p} = \frac{5,45565246 \cdot 10^{-8} (\kappa \mathcal{G}) \cdot (4,05124943 \cdot 10^{-35} (\mathcal{M}))^2}{13,5135135 \cdot 10^{-44} (c)} = \quad (20)$$
$$= 6,62607554 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с})$$

Отриманий результат повністю співпадає з початковим значенням h (2), що дозволяє судити про вірність усіх висунутих положень і гіпотез.

Можливо також використання інших залежностей для розрахунку h .

Загальні висновки і результати роботи. Отримані дані (14)...(20) дозволяють встановити можливість уточнення гравітаційною сталою G розрахунковим шляхом, на базі раніше встановлених більш точних сталих – швидкості світла у вакуумі c і сталої Планка h . При цьому між всіма переліченими вище сталими встановлений строгий взаємозв'язок, що дозволяє при подальшому підвищенні точності будь якої з цих сталих, коректувати значення інших, не проводячи експериментальних досліджень. У цьому є важлива наукова цінність виконаної роботи, яка може бути врахована і використана в інших взаємозв'язаних фізичних величинах.

Зважаючи на те, що залежності (15) і (17) існують реально, а гіпотеза про точне співвідношення (квантування) планківського часу з 1 секундою, та планківської довжини зі шляхом, що проходить за 1 секунду світло у вакуумі, має таке ж право на існування, як і існування самих планківських величин та їх розрахункових залежностей, тому нове численне значення гравітаційної сталої та всі наведені висновки мають право на існування та на експериментальну перевірку спеціалістами з астрономії і космонавтики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурдун Г. Д. Справочник по Международной системе единиц. – М. : Изд-во стандартов, 1972. – С. 173-175.
2. Политехнический словарь / Под ред.. А. Ю.Ишлинского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Сов. энциклопедия, 1989. – С. 92, 638-640.
3. Физический энциклопедический словарь / Под общ. ред. А. М. Прохорова. : Д. М. Алексеев, А. М. Бонч-Бруевич, А. С. Воронов-Романов и др. – М. : Сов. Энциклопедия, 1983. – 333 с.
4. Phys Web Ru Постоянные | Беспрецедентное измерение гравитационной постоянной // По материалам бюллетеня The American Institute of Physics. Bulletin of Physics News. – Number 482. – May 3, 2000.

5. Настасенко В. А., Настасенко Е. В. Открытие возможности аналитического уточнения величины гравитационной постоянной : материалы Междунар. науч.-техн. конф. [Авиация и космонавтика], (2003, Москва). – Москва: МАИ, 2003. – С. 27-28.
6. Настасенко В. А. Эталон массы в элементах квантовой физики : сб. трудов VII Междунар. науч.-техн. конф [Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века] (2000, Севастополь). – Донецк, ДонГТУ, 2000. – Т1. – С. 95-100.
7. Настасенко В. О. Аналіз гранично можливих шаруватих структур // Фізика і хімія твердого тіла. – Івано-Франківськ : Прикарп. нац. ун-т, 2006. – Т.7. – №4. – С.793-797.
8. Настасенко В. А. Открытие предельно возможных величин волновых параметров // 10-я Юбилейная Международная конференция «Теория и техника передачи, приема и обработки информации» : сб. тезисов докладов. – Харьков: ХНУРЭ. – Ч.1. – 2004. – С. 30-31.
9. Настасенко В. А. Открытие волновых параметров гравитационного поля // V Всеукраїнська наук.-техн.конф. «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів» : тези наук. доповідей. – Кременчук : КДПУ, 2006. – С. 42-43.
10. Настасенко В. А. О потребности введения нового численного значения постоянной Планка // Науковий вісник ХДМІ : науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2011. – № 1(4). – С. 222-234.

РЕАЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОСТИ КОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ПРИЛОЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Поляков М.А.,

Запорожский национальный технический университет
(Украина)

Адаптивность является одним из основных свойств систем управления, которые функционируют в условиях изменяющихся во времени внешних воздействий и целей управления [1]. В работах [2, 3] адаптивность контроллерной системы управления (КСУ) реализуется как отдельный функциональный уровень (подсистема) интегрированной системы (ИКСУ). Каждый уровень этой системы содержит объект управления (ОУ), и управляющее устройство (УУ). Причем, ОУ $i+1$ -го уровня, где $i > 1$, является УУ i -го уровня. Уровень, реализующий адаптивные свойства ИКСУ – уровень автоматов управления адаптивностью (АУА). В структуре ИКСУ он расположен над уровнем автоматов управления объектом (АУО), которые, в свою очередь, содержит операционные (ОА) и управляющие (УА) автоматы – объекты адаптации.

Описанная выше функциональная структура ИКСУ отображается на ее программные и аппаратные средства. Важным, программно реализованным элементом КСУ, является приложение человеко-машинного интерфейса (НМІ, англ. – Human Machine Interface). Эти приложения представляют собой проекты пользователя, реализованные в среде пакетов программ НМІ [4, 7]. Наряду с функциями собственно НМІ – созданием графической компоненты интерфейса оператора, сбора данных, необходимых для принятия управленческих решений и др., такие пакеты реализуют часть логики управления пользователем. Принципы построения УА и ОА уровня АУО в среде приложений НМІ рассмотрены в [5, 6]. Вместе с тем, в доступной автору литературе, не описаны принципы реализации адаптивности средствами приложений НМІ. Это усложняет проектирование таких приложений, приводит к неполному использованию возможностей пакетов программ НМІ и представляет нерешенную научную проблему.

Целью работы является унификация структуры функциональных элементов адаптации в ИКСУ, а задачами – выявление объектов адаптивного управления, формирование требований к элементам приложений НМІ, для обеспечения адаптивности управления, раскрытие и формализация принципов и механизмов реализации адаптивности.

В настоящей работе рассматривается только пассивная адаптация, которая, как известно [1], имеет несколько иерархических уровней: параметрическая, структурная, адаптация объекта, адаптация целей управления. Формализацию механизмов адаптации следует применить, в первую очередь, к типовым задачам управления, решаемым средствами пакетов программ НМІ. К таким задачам относятся: сбор и обработка данных от объекта управления и управляющего устройства, регистрация этих данных на машинном носителе, обмен данными с контроллерами нижележащего уровня КСУ, визуализация данных, организация тревожной сигнализации, регистрация деятельности в системе, ограничения доступа к данным, отдельным видам деятельности в системе, расчет вторичных тегов, распознавание, обработка событий и другие. Проектирование соответствующей задачи сводится к конфигурированию данных задачи управления объектом в специализированных редакторах пакета программ НМІ. Сконфигурированные данные сохраняются в проекте в виде файла на машинном носителе и интерпретируются исполняющей системой приложения. Состав и значения этих данных определяются критерием управления объектом. Поэтому, исполнение другого критерия достигается использованием альтернативного файла конфигурационных данных (параметрическая и альтернативная структурная адаптация). Активизация таких файлов может выполняться

автоматически во время исполнения приложения HMI с помощью команд приложения. Эти команды доступны для конфигурирования, запуска и останова из элементов приложения.. Например, в приложениях пакета программ RSView32 [7] команда **Set** <tag_name> <value> записывает значение в тег, команда **Display**<file> запускает указанный файл графического дисплея, а команды **EventOn** <file>, **EventOff** <file>, соответственно, начинают и прекращают работу указанного файла событий. Для решения нетиповых задач управления, для которых отсутствуют специализированные редакторы в пакете программ HMI, используют скриптинг [8], который состоит из объектной модели приложения и языка программирования, например VBA. Полученные в результате применения скриптинга программы также могут запускаться и останавливаться с помощью команд приложения HMI.

Замена файлов конфигурирования типовых операций и исполняемых файлов нетиповых задач представляет собой операционную основу процессов адаптации. Для управления этими процессами адаптации используется УА адаптации, также реализованный в среде приложения HMI. Он отличается от УА управления объектом только семантикой состояний и переходов. Типовой вариант управления процессом адаптации предполагает увеличение объема процедур управления при переходе от нормального состояния объекта управления к предаварийному. В этом случае адаптация, например, типовой задачи регистрации данных сводится к уменьшению периода обновления данных и расширению числа регистрируемых тегов. Если объект управления перешел в состояние «поврежден», то типовое управление адаптацией заключается отказе от цели максимализировать его производительность (эффективность) и продолжить эксплуатацию на допустимом уровне.

Предложенные принципы реализации процессов адаптации в КСУ предполагается использовать в контроллерной системе мониторинга и управления силовым трансформатором, в которой объем мониторинга зависит от технического состояния элементов трансформатора и самой системы мониторинга [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Растрингин Л. А. Адаптация сложных систем. Методы и приложения. – Рига : Зинатне, 1981. – 375 с.
2. Поляков М. А. Теоретико-множественная модель интегрированной контроллерной системы управления // Системні технології. – 2009. – № 4. – С. 131-137.
3. Поляков М. А. Теоретико-множественные модели элементов и структур интегрированных контроллерных систем управления // Системні технології – 2012. – № 2. – С. 75-81
4. Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы) // Мир компьютерной автоматизации. – 1999. – № 3. – С.6-9.
5. Поляков М. А. Логическое управление объектами электрических систем в среде приложения человеко-машинного интерфейса // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2009. – № 9(158). – С.197-201.
6. Поляков М. А. Операционные автоматы управляющих программ контроллерной системы управления : материалы Международной научно-технической конференции [Автоматизация: проблемы, идеи, решения] (7-12 сент. 2009 г., Севастополь). / М. А. Поляков – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2009. – С. 284-285.
7. RSView32 : Руководство пользователя. – Компания Rockwell Automation. Публикация. 9399-2SE32UG-FEB 97.
8. Получение результатов с помощью RSView32. Scripting. – Компания Rockwell Automation. Публикация 9399-VW32VBAGR- FEB98.
9. Поляков М. А. От мониторинга параметров – к мониторингу состояний силового трансформатора // Електротехніка і електромеханіка. – 2011. – №1. – С.49-52.

ДИНАМИКА МАГНИТОЛЕВИТИРУЮЩЕГО ПОЕЗДА – ОСНОВА ЕГО ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ

Поляков В.А., Хачануридзе Н.М.

Институт транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины
(Украина, г. Днепропетровск)

Являясь одним из видов наземного транспорта, магнитолевитирующий поезд (МЛП) предназначен для перемещения пассажиров и грузов. Такое перемещение – его основная функция. Будучи сложным артефактом, МЛП включает различные подсистемы. Их функционирование базируется на всевозможных физических, химических, а также иного рода естественных принципах и эффектах. Однако, исходя из отмеченной основной функции МЛП, качество его механического движения, в итоге, однозначно определяет потребительскую ценность системы в целом.

Обстановка движения [1] поезда сложна и непредсказуема. Вопреки этому, его движение должно оставаться целенаправленным [2], то есть гарантированно решающим двигательные задачи (ДЗ) поезда. Интенсификация перевозочного процесса ещё более обостряет внутреннюю и внешнюю обстановку такого движения. Это, в свою очередь, усложняет упомянутые ДЗ как структурно, так и функционально. Лавинообразно растёт разнообразие реакций, требуемых от МЛП для сохранения требуемого качества движения. К этим реакциям предъявляются всё более высокие требования дифференцированности и точности. Осложняется их смысл. Одновременно среди ДЗ МЛП постоянно растёт число задач непредсказуемых, разовых, экстремальных – взамен предсказуемых, стандартных, паттерных. Парировать описанную коллизию невозможно без радикального повышения динамических ресурсов системы.

Качество движения МЛП трудно описуемо глобальным показателем. Обычно имеется ряд критериев, разносторонне характеризующих такое качество. Типичен случай, когда эти критерии: антагонистичны в отношении структуры, параметров и управлений поезда; несоизмеримы по физическому смыслу; не автономны. Поэтому, в общем случае, качество динамики МЛП может быть описано лишь системой антагонистичных, несравнимых взаимно влияющих критериев. Её уместно назвать критериальной системой динамики (КСД) МЛП [3].

Назначение движения однозначно определяет его ДЗ. Она же, как правило, исчерпывающе описуема лишь лексикографически. Формализация описания назначения движения, необходимая для разработки алгоритма его построения, достижима после перехода к целям движения (ЦД). Степень достижения каждой из них характеризуется соответствующим критерием – элементом КСД. Для глобальной же количественной характеристики качества решения ДЗ в целом необходим интегративный показатель такого качества, синтетически учитывающий характер и специфику элементов КСД, а также её структуру.

Выражению для определения этого показателя зачастую может быть придан вид функционала

$$J\{x[\bullet], u(\bullet), w(\bullet)\}, \quad (1)$$

где $x(\bullet)$, $u(\bullet)$, $w(\bullet)$ – векторы состояния, управляющих и возмущающих воздействий на поезд. При этом поскольку, как отмечено, $w(t) \forall t \in [s, T]$ обычно непредсказуемы, то гарантированно приемлемое качество каждой реализации процесса в системе при любых возможных таких возмущениях может быть достигнуто лишь при действии на МЛП $u(t) \forall t \in [s, T]$, полученных из минимаксного дифференциально-игрового соотношения [4] вида

$$I = \inf_{u(\bullet)} \sup_{w(\bullet)} J\{x[\bullet], u(\bullet), w(\bullet)\} = \inf_{u(\bullet)} \sup_{w(\bullet)} \int_s^T \lambda[u(\bullet), w(\bullet)] \cdot dt: \quad (2)$$

$$u(\bullet) \in U, w(\bullet) \in W, t \in [s, T],$$

где I – показатель качества управления $u(\bullet)$; $\lambda(\bullet)$ – заданная функция своих аргументов; U, W – заданные замкнутые множества в пространствах управлений и возмущений МЛП, ограничивающие их возможные реализации; $t, [s, T]$ – текущее время, а также его интервал, на котором строится движение поезда. Здесь любая функция с точкой на месте аргумента означает всю совокупность её возможных значений, как единое целое.

Синтез стратегии $u(t) \forall t \in [s, T]$ должен явиться результатом функционирования регулятора МЛП. Предназначенный для построения движения поезда в непредсказуемой обстановке, он должен обеспечивать высокую результативность обработки и использования больших потоков информации. Это возможно лишь при реализации иерархических принципов такого построения [5] за счёт систематизации, структуризации, уровневой градации, детализации и конкретизации, а поэтому – полноты охвата и использования упомянутой информации о состоянии системы на различных уровнях построения её движения. Для каждого из таких уровней становится характерной структурная и функциональная информационная селективность и дифференциация, а поэтому – способность к высококачественной реализации избранного для него круга функций. Эмерджентность такой системы проявляется иерархической синтетичностью функционирования уровней построения движения в его результирующем качестве.

Основными факторами, влияющими на качество движения МЛП, являются: параметры и структура системы, определяющие её кинематическую и динамическую достаточность для выполнения такого движения; текущая внутренняя и внешняя обстановка, в которой оно реализуется; свойства регулятора системы, в первую очередь – его алгоритма функционирования. Исходя из этого, минимально достаточна трёхуровневая структура упомянутого регулятора: на его низовом уровне – интроконтроллер, реализующий требуемый набор паттерн движений МЛП, а также их устойчивых синергий; на промежуточном уровне – адаптер, приспособляющий движения к обстановке; на верхнем уровне – координатор, исчерпывающе решающий, в синтетическом взаимодействии с блоками предыдущих уровней, двигательную задачу поезда. Функциональная глобальность этих блоков возрастает в инверсном порядке: координатор является ведущим, синтезирующим уровнем регулятора; адаптер – промежуточным, согласующим; интроконтроллер – фоновым, провайдерным.

Реализация разработанной методики построения движения МЛП в непредсказуемой обстановке, в конечном итоге, ведёт к преодолению избыточных степеней свободы системы путём координации её движений. Это, в свою очередь, как показано, позволяет существенно повысить управляемость артефакта и, как следствие, – качество его движения, а поэтому и его потребительские свойства, без затраты на это чрезмерных обобщённых ресурсов

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнев Г. В. Очерки механики целенаправленного движения – М. : Наука, 1980. – 192 с.
2. Тяга поездов: учебное пособие для вузов / В. В. Деев, Г. А. Ильин, Г. С. Афонин : под ред. В. В. Деева. – М. : Транспорт, 1987. – 264 с.
3. Поляков В. А. Квалиметрическое описание динамики магнитолевитирующего поезда / В. А. Поляков, Н. М. Хачапуридзе // Вісник ХНТУ. – 2010. – № 3(39). – С. 381-385.
4. Красовский Н. Н. Управление динамической системой. Задача о минимуме гарантированного результата – М. : Наука, 1985. – 520 с.
5. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахага – М. : Мир, 1973 – 332 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ ШАХТНОГО ПОЕЗДА МАГНИТОРЕЛЬСОВЫМ ДОГРУЖАТЕЛЕМ

Процив В.В., Новицкий А.В.,
ГВуз «Национальный горный университет»
(Украина, г. Днепропетровск)

Введение. Производительность подземных горных предприятий и безопасность труда шахтеров во многом зависят от совершенства конструкций применяемых транспортных средств. На действующих шахтах преобладающим средством транспортирования грузов и людей по горизонтальным выработкам есть рельсовый локомотивный транспорт. Повышение производительности внутришахтного рельсового транспорта возможно путем увеличения скорости движения и весовой нормы поезда, что в настоящее время ограничивается возможностями традиционно применяемых тормозных средств локомотива. Колодочно-колесные, дисковые, трансмиссионные тормозные системы реализуют ограниченную по условиям сцепления тормозную силу, что приводит к недоиспользованию возможностей локомотивов, снижению производительности и безопасности рельсового транспорта. Поэтому существенное увеличение допустимой массы поезда по условию торможения на нормируемом тормозном пути возможно за счет приложения к колесу максимально возможных тормозных моментов, не приводящих к срыву сцепления колеса с рельсом, а также применению средств внеколесного торможения – магниторельсовых тормозов, что определяет актуальность работ по созданию тормозных систем нового технического уровня.

Состояние вопроса. Магниторельсовые тормоза давно и успешно применяются на подвижном составе магистрального, промышленного и городского рельсового транспорта, имеется опыт эксплуатации магниторельсовых тормозов на шахтных локомотивах, где основной сферой их применения было аварийное и стояночное торможение [1]. Попытки применения рельсовых тормозов для служебного торможения не увенчались успехом в силу специфики процесса формирования и передачи тормозного усилия, заключающейся в скачкообразном возрастании тормозной силы при контакте тормоза с рельсом от нуля до максимального значения, которое определяется характеристиками магнитной цепи и площадью контакта полюсных наконечников с рельсом. Устройства для регулирования тормозной силы магниторельсового тормоза также не получили широкого применения в силу сложности и ненадежности.

Развитием идеи увеличения тормозной силы локомотива путем применения рельсовых магнитных тормозов является создание конструкции магниторельсового догрузателя, отличительной чертой которого является возможность передачи части силы магнитного притяжения тормозного блока на оси экипажа через систему тяг и балок, при этом величина дополнительной нагрузки на оси регулируется путем изменения угла наклона тяг [2]. Экспериментальные исследования процесса торможения локомотива с применением магниторельсового догрузателя подтвердили эффективность предложенного технического решения, однако фактические показатели эффективности работы в реальных условиях эксплуатации были ниже расчетных значений, что объясняется отсутствием научно обоснованных методик расчета параметров магниторельсовых догрузателей. В частности, недостаточно изучены вопросы формирования тормозного усилия на колесе локомотива при различных режимах торможения и совместном использовании колодочно-колесного тормоза и магниторельсового догрузателя.

Цель работы. Определение параметров процесса торможения шахтного локомотива в выработках с тяжелым профилем пути с учетом реальных условий эксплуатации.

Тормозная сила, реализуемая колодочно-колесным тормозом в точке контакте колеса с рельсом, равна силе трения колодки и определяется по формуле [3]

$$F_{11} = \hat{E}_{11}\varphi,$$

где \hat{E}_{11} – тормозное нажатие на колодку;
 φ – коэффициент трения колодки о колесо.

Максимальная тормозная сила на колесе шахтного локомотива по условию сцепления ограничивается значением, величина которого пропорциональна реакции рельса под колесом

$$F_{11} \dot{\alpha} \delta = N_{11}\psi,$$

где N_{11} – реакция рельса под колесом; ψ – коэффициент сцепления колеса с рельсом. Следовательно, условие работоспособности колесно-колодочного тормоза можно представить в виде

$$\hat{E}_{11}\varphi \leq N_{11}\psi,$$

а максимальное значение усилия нажатия на колодку может быть определено из соотношения

$$\hat{E}_{11} \dot{\alpha} \delta = \frac{N_{11}\psi}{\varphi}.$$

При блокировании колеса тормозная сила будет определяться из выражения

$$F_{11} = N_{11}f_{\tilde{n}\hat{e}},$$

где $f_{\tilde{n}\hat{e}}$ – коэффициент трения скольжения колеса по рельсу.

Физическая природа эффекта догружения заключается в том, что срыв сцепления в этом случае произойдет при большей величине тормозного нажатия, чем при торможении без догружения, поскольку реакция рельса под колесом будет определяться суммарной нагрузкой от действия сцепного веса локомотива, приходящегося на колесо, и действия силы догружения:

$$\hat{E}_{11} \ddot{\alpha} \delta = \frac{N_{11} \ddot{\alpha} \psi}{\varphi} = \frac{(D_{\tilde{n}\ddot{\alpha}} + N_{\ddot{\alpha}})\psi}{\varphi},$$

где $N_{\ddot{\alpha}}$ – сила догружения.

Сила догружения колес при изменении угла наклона тяг изменяется по следующему закону

$$N_{\ddot{\alpha}} = P_{\ddot{\alpha}} \left(\frac{\tilde{n}tg\alpha f_{\ddot{\alpha}}}{1 + \tilde{n}tg\alpha f_{\ddot{\alpha}}} \right),$$

где $P_{\ddot{\alpha}}$ – сила магнитного притяжения магниторельсового догрузателя к рельсу;

α – угол наклона тяг магниторельсового догрузателя;

$f_{\ddot{\alpha}}$ – коэффициент трения ползьев догрузателя по рельсу.

Для моделирования процесса торможения шахтного поезда использована динамическая модель, сгенерированная и рассчитанная с помощью файла *3DKP.nb* программного комплекса Wolfram Mathematica 8 [4]. Условия моделирования следующие: тип электровоза АРВ10ГЭ, масса поезда 58 т, уклон пути 35 ‰, начальная скорость торможения 3 м/с, состояние рельсов – покрытые грязью.

Методика моделирования предусматривает расчет основных параметров процесса торможения при изменении величины тормозного нажатия на колодку колесно-колодочного тормоза. Срыв сцепления определялся по величине относительного скольжения колеса, остановка поезда фиксировалась при скорости x' равной нулю. В

результате получені графіки, що відображають зміну параметрів процесу гальмування шахтного поїзда при використанні колесно-колодочного гальмозна і магниторельсового догружателя (рис. 1, 2).

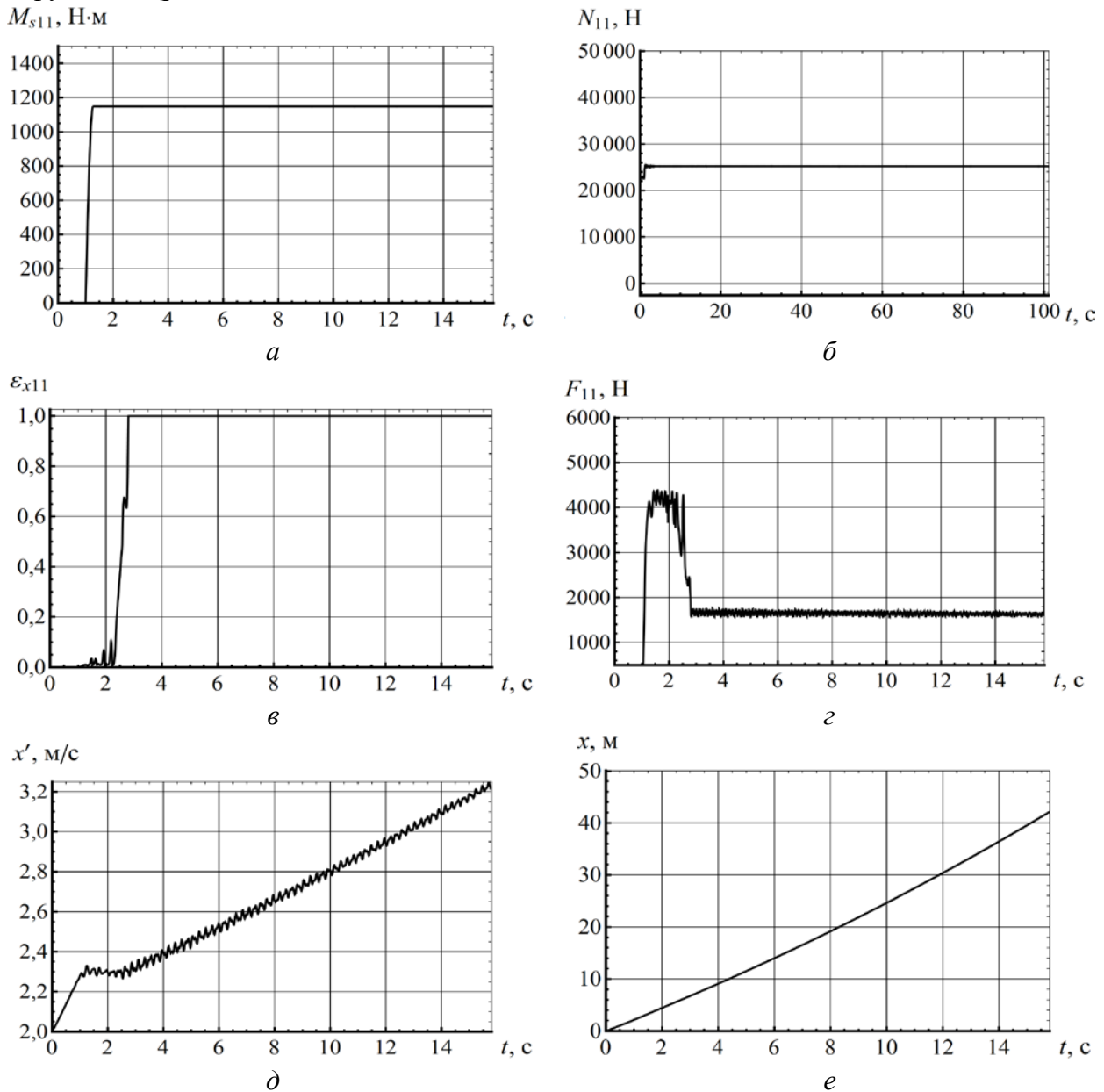


Рисунок 1 – Зміна параметрів процесу гальмування при використанні колесно-колодочного гальмозна:

- a – гальмозна момент на колесі
- b – реакція рейса під колесом
- c – відносне ковзання колеса;
- d – швидкість локомотива;
- e – гальмозна шлях локомотива;
- z – гальмозна сила на колесі;

При гальмуванні локомотива АРВ10ГЭ колесно-колодочним гальмознам срыв сцепления, определяемый по величине относительного скольжения колеса ε_{x11} , равного единице (рис. 1, c), зафиксирован при величине гальмозна моменту $M_{s11} = 1,147$ кН·м, который создается нажатием на гальмозна колодку с усилием $K_{11} = 14,15$ кН. Гальмозна сила на колесі зростає в течение 2 с до максимального значення $F_{11}^{\max} = 4,45$ кН; блокування колеса приводит к резкому снижению гальмозна силы до значення $F_{11} = 1,64$ кН (рис. 1, z). Вследствие снижения гальмозна силы локомотив начинает

двигаться равноускоренно (рис. 1, *д*), а тормозной путь в итоге существенно превышает нормированное значение 40 м (рис. 1, *е*).

При включении магниторельсового догрузателя на колесо передавалась дополнительная нагрузка $N_{\ddot{a}} = 2 \text{ кН}$ (угол наклона тяг догрузателя α равен 15°), что привело к увеличению вертикальной реакции под колесом (рис. 2, *б*). К колодке прикладывался тот же тормозной момент (рис. 2, *а*), что и в предыдущем случае, однако это не вызвало блокирования колес, поскольку относительное скольжение колеса ε_{x11} составило 0,008 (рис. 2, *в*). Тормозная сила на колесе за весь период торможения осталась постоянной, что позволило остановить поезд на тормозном пути 30 м (рис. 2, *е*).

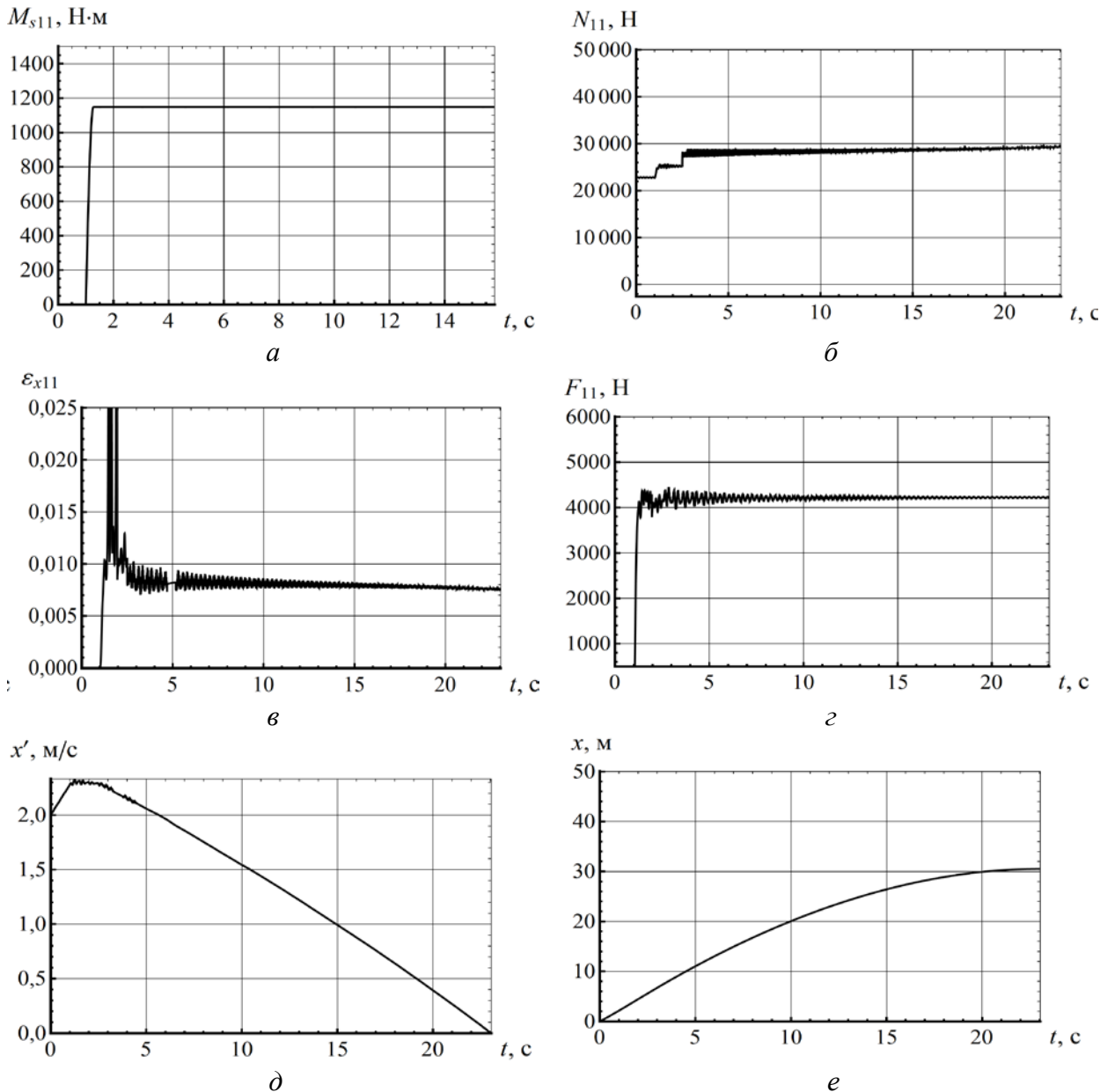


Рисунок 2 – Изменение параметров процесса торможения при совместном использовании колесно-колодочного тормоза и магниторельсового догрузателя:

- а* – тормозной момент на колесе
- б* – реакция рельса под колесом
- в* – относительное скольжение колеса;
- г* – тормозная сила на колесе;
- д* – скорость локомотива;
- е* – тормозной путь локомотива

На основании результатов математического моделирования построен график зависимости реализуемой колесом шахтного локомотива тормозной силы от тормозного усилия на колодке при различных условиях взаимодействия колеса с рельсом (рис. 3).

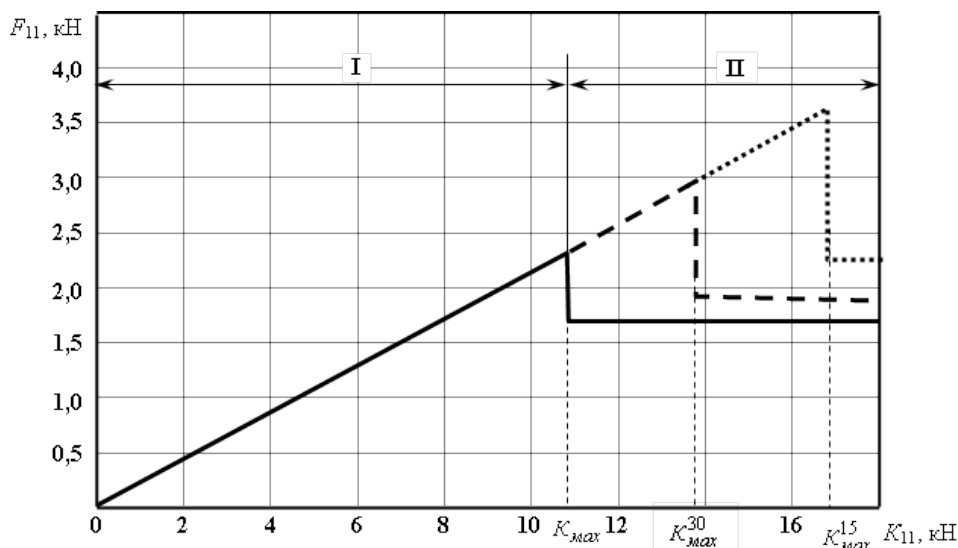


Рисунок 3 – Графік залежності тормозної сили на колесі локомотива від величини тормозного нажатия

Аналіз графіка показує, що при торможении тільки колодочно-колесним тормозом реакція реліса під колесом визначається суммою величин вертикальної навантаження на колесо від сцепного ваги локомотива і динамічних складових від переміщень подрессоренних мас екіпажа. В цьому випадку, при збільшенні зусилля нажатия на колодку, тормозная сила на колесі F_{11} зростає (участок I). При $K_{11} = K_{\text{max}}$ відбувається срыв сцеплення, заблокованне колесо починає ковзати по релісу (участок II), а збільшення сили нажатия на колодку після блокування не приводить до збільшенню тормозної сили.

При використанні магниторельсового догружателя частина сили магнітного притягання тормозного блоку передається на осі локомотива, внаслідок чого реакція реліса під колесом збільшується на величину сили догруження. На участку I догруження колесної пари також не приводить до зміненню тормозної сили F_{11} , ефект виражається в підвищенні стійкості екіпажа в колее. На участку II закон змінення тормозної сили також буде визначатися произведением сцепного ваги локомотива на коефіцієнт трення скольження колеса по релісу, однак реакції реліса під колесом в цьому випадку буде більше на величину $N_{\ddot{a}}$, відповідно, сила трення колеса по релісу також буде вище.

Аналіз результатів розрахунків показав, що при торможении колесно-колодочним тормозом блокування колеса произойдет при значенні K_{max} , рівному 10,6 кН, максимальная тормозная сила на колесі складе 4,2 кН. При догруженні колеса величина $\hat{E}_{\dot{\alpha}} \ddot{\alpha}$ залежить від кута нахилу тяг догружателя. Так, при куті нахилу 30° к колодці можна приложити максимальное нажатие K_{max}^{30} , рівне 13,9 кН, що дозволяє отримати тормозную силу на колесі F_{11}^{30} в розмірі 5,86 кН, а при куті нахилу 15° K_{max}^{15} складе 16,8 кН, тормозная сила F_{11}^{15} буде рівна 7,72 кН. Збільшення тормозної сили локомотива при використанні магниторельсового догружателя складе 24 % при куті нахилу тяг 30° і 42 % при куті нахилу тяг 15° .

За рахунок підвищення тормозної сили локомотива створюються умови для збільшення допустимой по торможению маси поезда (рис. 4). Так, при торможении локомотива колодочно-колесним тормозом з одночасним догруженням осей (кут нахилу тяг 30°) допустимая маса поезда на уклоне релісового шляху в 10 % складе 27 т, при уклоне шляху 40 % – 17 т. При установці тяг догружателя на кут 15° допустимая маса поезда складе

34 т при уклоне рельсового пути 10 ‰ и 22 т при уклоне пути 40 ‰. При торможении только колесно-колодочным тормозом допустимая масса поезда составит 19 и 12 т для уклонов 10 ‰ и 40 ‰ соответственно. Рост допустимой по торможению массы поезда составит при установке тяг догрузателя на угол 15° составит 45%, при установке тяг догрузателя на угол 30° – 30%.

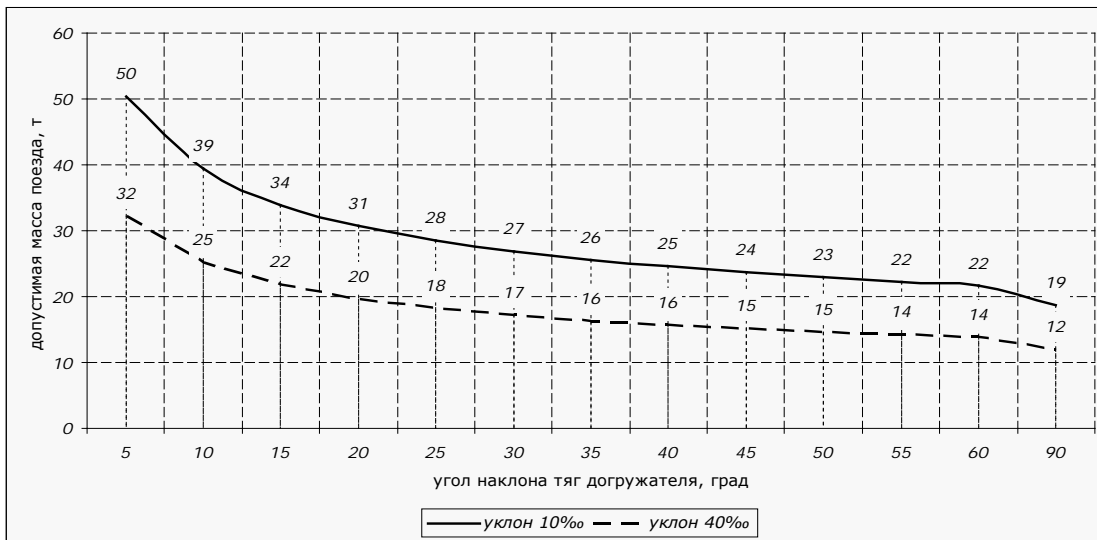


Рисунок 4 – График зависимости допустимой по торможению массы поезда от угла наклона тяг магниторельсового догрузателя

Выводы. В результате математического моделирования процесса торможения шахтного поезда с использованием магниторельсового догрузателя установлены закономерности влияния догрузки осей локомотива на величину тормозного пути. Установлено, что при догрузении осей шахтного локомотива магниторельсовым догрузателем появляется возможность увеличить на 28 – 42 % реализуемую тормозную силу за счет приложения больших нажатий на колодку без риска блокирования колеса, что, в свою очередь, позволяет повысить допустимую по условию торможения массу шахтного поезда на 30 -45 %, производительность и безопасность шахтного рельсового транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А. П. Перспективы развития рельсового тормоза для рудничного подвижного состава / А. П. Абрамов // Механизация и автоматизация ручных и трудоемких операций в промышленности Кузбасса : тез. докл. науч. практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Кемерово, 1982. – С. 119-121.
2. Салов В. А. Повышение тяговой и тормозной способности шахтного подвижного состава с помощью магнитных устройств / В. А. Салов // Изв. вузов Горн. журн. – 1990. – № 2. – С. 77-80.
3. Проців В. В. Перевірка адекватності динамічної моделі руху шахтного поїзда положенням класичної механіки / В. В. Проців // Збірник наукових праць НГУ. – 2010. – № 35. – Т. 1. – С. 82-91.
4. Проців В. В. Визначення динамічних характеристик ходової частини шахтного локомотива з рейковим гальмом у перехідних режимах / В. В. Проців : Матеріали міжнародної конференції «Сталий розвиток гірничо-металургійної промисловості-2005». – Кривий Ріг : Криворізький технічний університет, 2004. – Т. 2. – С. 109-112.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИТРАТ НА ОРГАНІЗАЦІЮ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЧАТКОВОЇ ЯКОСТІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ПІДЛЯГАЄ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННЮ В УМОВАХ СТАЦІОНАРНИХ СХОВИЩ

Струневич Л.М.,

Національний транспортний університет
(Україна, м. Київ)

Логістичні системи успішно функціонують лише в тому випадку, коли поруч з матеріальними потоками обертаються відомості про умови транспортування, продукцію та її якість, постачальників, посередників, перевізників, споживачів та взаємовідносин між ними. Інформаційні потоки в таких системах – багатовекторні, для роботи з ними потрібні критерії вибору для своєчасного забезпечення задач необхідними та достовірними даними. Розробка таких критеріїв особливо стає актуальною у разі вирішення задач врахування зміни якості у процесі переміщення товарів від виробника до споживача.

Немає такого товару, для якого проблема якості та її збереженості була б неактуальною. Особливо це стосується сільськогосподарської продукції, яка підлягає зберіганню упродовж маркетингового року. Жодна найдосконаліша технологія зберігання не забезпечить збереженість неякісної продукції. Особливою складністю завжди відрізнялись інформаційні потоки, що пов'язані зі зберіганням та транспортуванням овочевої продукції залежно від початкової якості в момент закладання на довгострокове зберігання.

При оцінюванні витрат на організацію транспортування овочевої продукції, що призначена для закладання на довгострокове зберігання, потрібно враховувати: загальний обсяг заготівлі, місцерозташування виробників та стаціонарних сховищ. У нашій країні сховища розташовані, здебільшого, в місцях реалізації продукції. Підприємці не можуть заздалегідь спланувати потребу та зайнятість транспорту. Немає способів запобігання втрат якості, залежних від початкової якості та умов транспортування.

Об'єктом дослідження є складна динамічна система заготівлі, зберігання, транспортування та реалізації партій продукції з обмеженим терміном зберігання.

Предметом дослідження є інформаційні процеси, що пов'язані з управлінням динамічною системою заготівлі, зберігання та реалізації продукції з обмеженим терміном зберігання в оптимальних умовах стаціонарних сховищ.

Методи досліджень. Дослідження проводились з використанням математичних методів дослідження операцій.

Для вирішення задачі моделювання витрат на організацію вантажних перевезень овочевої продукції, що призначена для закладання на тривале зберігання в оптимальних умовах роботи овочесховищ, необхідно, перш за все, розробити критерії вибору постачальників продукції з відповідними вимогам ефективного зберігання властивостями. Визначається також гранична відстань до постачальника $R_j^{(l)}$, яку нераціонально використовувати для перевезень.

Необхідно організувати перевезення партій продукції l -го типу ($l = 1, 2, \dots, 6$) від I_n постачальників, які ввійшли у перелік потенційних постачальників, до $m^{(l)}$ сховищ. Розроблені цільова функція та обмеження на обсяги перевезень, з урахуванням особливостей предметної області, коли овочева продукція може мати різні якісні характеристики, а партії, що закладаються на тривале зберігання, мають бути однорідними.

Висновки. Задача моделювання вартості перевезень овочевої продукції, що підлягають довгостроковому зберіганню, вказує на необхідність розглядати систему організації виробництва, транспортування та використання овочевої продукції. При

використанні розробленої моделі відображаються суттєві характеристики об'єкта дослідження. Врахування початкової якості овочевої продукції, що закладається на зберігання, впливає на обсяги заготівлі та вимагає прогнозування ринка, розробки стратегії за допомогою маркетингових програм з метою раціонального використання врожаю та отримання прибутку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колтунов В. А., Струневич Л. М. Прогнозування збереження картоплі та овочів в системі логістики. – К. : Київ. Нац. торг.-екон. ун-т, 2005. – 212 с.
2. Колтунов В. А. Выращивание овощей для длительного хранения и прогнозирование их сохранности. – К. : Урожай, 1985. – 147 с.
3. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. – М. : Агропромиздат, 1989. – 302 с.
4. Скурихин В. И. и др. Математическое моделирование. – К. : Техника, 1983. – 270 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З УРАХУВАННЯМ ПОЧАТКОВОЇ ЯКОСТІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ПІДЛЯГАЄ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННЮ В УМОВАХ СТАЦІОНАРНИХ СХОВИЩ

Струневич Л.М.,

Національний транспортний університет
(Україна, м. Київ)

Важливим етапом процесу управління маркетингом є формування його цілей. Однією із найважливіших цілей заготівлі овочевої продукції є планування обсягів заготівлі з метою задоволення потреби в якійсій продукції та отримання прибутку при найменших витратах врожаю та витратах фінансових, трудових та інших ресурсів.

Відомо, що втрати овочевої продукції при тривалому зберіганні залежать: від початкової якості продукції в момент закладання овочів на тривале зберігання; лежкоздатних властивостей продукції, які формуються у процесі виробництва (вирощування) [1]. Розрахунок обсягів перевезень овочевої продукції, що призначена для закладання на довгострокове зберігання, потрібно провадити як оцінювання загального обсягу заготівлі [3].

На сьогодні витрати на транспортування та зберігання значно обмежують прибутки від вирощування та реалізації овочевої продукції. Високі врожаї не забезпечують високих прибутків. Виробникам необхідно утримувати високі ціни. Такий стан не є позитивним для розвитку економіки, та, до певної міри, стримує відновлення робочої сили, бо овочі є популярними продуктами харчування. Тому потрібно впроваджувати технології зменшення втрат врожаю та витрат на його зберігання та транспортування. Останні прямо пропорційно залежать від прийняття обґрунтованого рішення стосовно обсягів заготівлі.

Таким чином, актуальною науково-прикладною задачею є розробка моделей, методів, придатних для формування інформаційної технології для підтримки прийняття рішень стосовно обсягів перевезень овочевої продукції.

Об'єктом дослідження є складна динамічна система заготівлі, зберігання, транспортування та реалізації партій продукції з обмеженим терміном зберігання.

Предметом дослідження є інформаційні процеси, що пов'язані з управлінням динамічною системою заготівлі, зберігання та реалізації продукції з обмеженим терміном тривалого зберігання в умовах стаціонарних сховищ.

Методи досліджень. Дослідження проводились з використанням математичних методів дослідження операцій.

Відомо, що обсяги заготівлі включають не лише обсяг, який відповідає купівельноспроможному попиту на овочеву продукцію, але і обсяги втрат при зберіганні та транспортуванні. Обсяг втрат при зберіганні та транспортуванні залежать від початкової якості у момент закладання на зберігання, [1, 3].

Моделювання обсягу перевезень овочевої продукції проводиться лише за умови розв'язання задачі оцінювання динаміки якості овочів у процесі зберігання. Задача оцінювання динаміки якості овочів та картоплі може розглядатися у «широкому» та «вузькому» розумінні.

У «вузькому» розумінні задача формулюється слідуєчим чином: для партії овочевої продукції (чи картоплі) з високими лежкоздатними властивостями визначити її якість після зберігання упродовж часу t , $t \in (0, 210]$, (у днях), якщо відомо початковий склад партії, тобто при заданому векторі початкового складу $\bar{X} = \{X_{10}, X_{20}, \dots, X_{n0}\}$, де i -та складове партії у відсотках від загального обсягу партії, n – кількість складових.

Задача оцінювання динаміки якості овочів та картоплі у «широкому» розумінні формулюється так – із заданих партій овочевих культур та картоплі потрібно:

- відібрати партії з високими лежкоздатними властивостями;
- вказати алгоритми формування структури партій для закладання на тривале зберігання;
- визначити терміни зберігання, при яких втрати продукції за якістю та масою будуть найменшими.

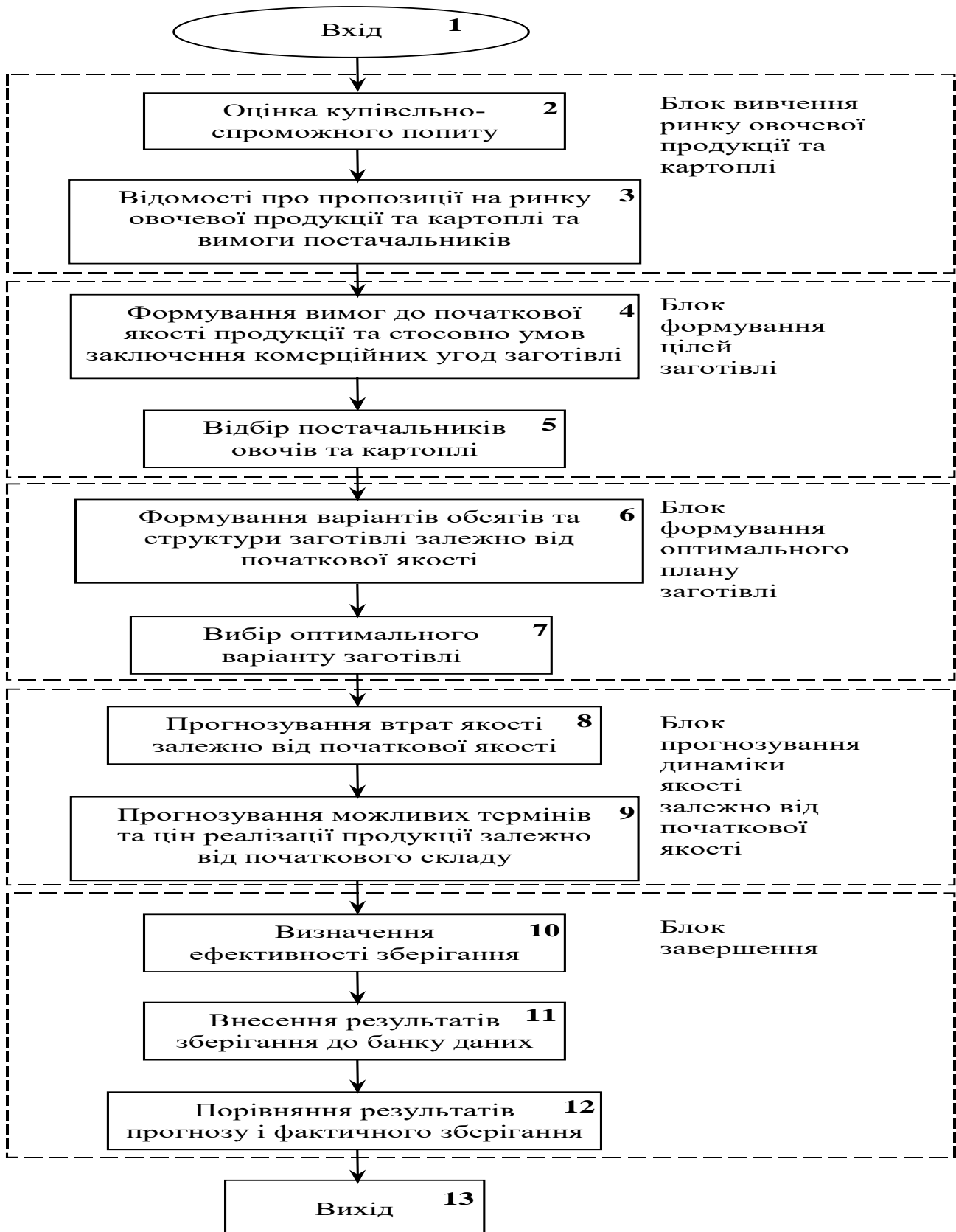


Рисунок 1 – Збільшена блочна схема розв’язання задачі визначення обсягів перевезень

Вважається, що відомо умови вирощування сільськогосподарських культур.

Обсяги продукції, яка закладається на зберігання, потрібно розраховувати з врахуванням купівельної спроможності і передбачених втрат маси та якості продукції при зберіганні в оптимальних (фіксованих) умовах.

Вирішення задачі оцінки зміни якості овочів та картоплі при тривалому зберіганні як у «широкому», так і у «вузькому» розумінні вимагає врахування груп факторів, які формуються на етапах вирощування та транспортування, якщо передбачається зберігання продукції при фіксованих значеннях факторів зберігання.

Це означає, що на етапі заготівлі необхідно використовувати інформацію, яка повинна надходити від виробників, а також мати гарантії, що у процесі зберігання будуть дотримані відповідні умови та методи запобігання екстремальним ситуаціям при зберіганні.

Отже системний підхід до вирішення задачі ініціюється особливостями факторів, що впливають на зберігаємість овочів та картоплі та дозволяє розглядати систему управління якістю при зберіганні овочевої продукції та картоплі, як систему регулювання потенційної лежкоздатності та початкової якості продукції, що закладається на зберігання.

При системному підході задача буде формулюватись наступним чином: враховуючи динаміку якості овочевої продукції та картоплі при тривалому зберіганні, необхідно відібрати серед партій з високою лежкоздатністю ті партії, якість яких дозволить одержати на виході (після зберігання) продукцію високої якості при мінімальних втратах та витратах на транспортування, перебирання, формування партій, догляд і підтримку рекомендованих режимів та умов зберігання.

Оптимізація обсягів зберігання суттєво впливає на загальні втрати у процесі заготівлі та зберігання. Існує необхідність враховувати результати різних етапів – від вирощування до реалізації.

Задача оцінки обсягу заготівлі повинна розглядатися також з урахуванням потреб на овочеву продукцію та картоплю у якості кормів, посівного фонду, сировини для переробки продуктів харчування у сфері соціального забезпечення – лікарні, дитячі заклади, будинки для людей похилого віку, військові частини, місця позбавлення волі, тощо.

Повна модель процесу вирішення задачі динаміки якості у широкому розумінні одержується як комбінація варіантів окремих блоків. Загальна модель розбивається на кінцеве число блоків, кожен із яких моделюється незалежно від інших. У подальшому блоки зв'язуються, ґрунтуючись на фактичній ієрархії процесів динаміки якості представлений на рис. 1.

Висновки. Задача моделювання обсягів перевезень овочевої продукції, що підлягають довгостроковому зберіганню, вказує на необхідність проектування інформаційної системи, яка б забезпечувала роботу з даними, що враховуються на усіх етапах – від вирощування до реалізації овочевої продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колтунов В. А., Струневич Л. М. Прогнозування збереження картоплі та овочів в системі логістики. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. –212 с.
2. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. – М. : Агропромиздат, 1989. – 302 с.
3. Скурихин В. И. и др. Математическое моделирование. – К. :Техника, 1983. – 270 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М. : Наука, 1988.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ В ДВУХПОТОЧНЫХ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЯХ ДИЗЕЛЕВООЗОВ

Таран И.А.,

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»
(Украина, г. Днепропетровск)

Введение. Эффективность работы рельсового транспорта шахт определяется техническим совершенством средств тяги – локомотивов, наиболее перспективные из которых – дизелевозы. На шахтах Украины работает свыше 60 единиц техники производства чешской фирмы «Ferrit», накоплен положительный опыт их эксплуатации. Достоинства дизелевозов, распространенных во многих угледобывающих странах мира определяют актуальность работ по созданию национальных образцов дизелевозов, формирующих перспективное направление шахтного локомотивостроения.

Силовые установки дизелевозов – тепловые двигатели, не в состоянии обеспечить изменение параметров потока механической энергии в пределах, требуемых для выполнения различных тяговых и маневровых работ. Регулирование силовых и скоростных параметров потока механической энергии в дизельных двигателях нерационально, так как расширение диапазона регулирования связано со значительным расходом топлива и увеличением выхлопа в шахтную атмосферу. Для этих целей применяют преобразующе-передающую систему – трансмиссию, которая может быть выполнена по полнопоточной или двухпоточной схеме.

Актуальность исследований. Трансмиссия тягово-транспортной машины в значительной степени определяет её эксплуатационные качества и обуславливает эффективную передачу энергии, реализуемой в тяговое усилие. Являясь при этом сложным многорежимным агрегатом, требует тщательного исследования с целью определения конструктивных параметров, обеспечивающих надежность конструкции, высокий КПД и соответствие технических характеристик трансмиссии функциональному назначению транспортного средства: перевозить грузы с максимально допустимой скоростью и развивать на минимальной скорости максимально допустимую тягу для выполнения различных тяговых и маневровых работ. К сожалению, результаты научных исследований и методики, применяемые в тепловозостроении, неприемлемы вследствие специфических условий работы шахтных локомотивов.

Передача энергии от входного вала к выходному с различной степенью трансформации момента в каждом из них позволяет создавать более совершенные трансмиссии и расширяет возможности их применения. Однако, двухпоточные трансмиссии могут допускать циркуляционные режимы, т.е. обратные потоки мощности через вариатор, что существенно снижает их функциональность. Анализ тенденций в применении ступенчатых механических и бесступенчатых гидрообъемно-механических трансмиссий (ГОМТ) на транспортных средствах повышенной проходимости, тракторах и комбайнах, дорожно-строительных машинах, на тяговом электротранспорте, достоинств и недостатков таких трансмиссий, позволяет научно обоснованно подойти к постановке задачи о степени эффективности использования бесступенчатых трансмиссий в шахтных дизель-поездах. Работы [1-10], посвященные фундаментальным исследованиям по проблемам структурного и параметрического синтеза двухпоточных ГОМТ, а также расчетно-теоретическому обоснованию и проектированию ГОМТ для тракторов, автомобилей и дизелевозов, основам моделирования бесступенчатых ГОМТ, разработке схем бесступенчатых трансмиссий, их математическому моделированию.

Постановка задачи. Циркуляция мощности в двухпоточных трансмиссиях выдвигает задачу установления закономерностей распределения потоков мощности, т.к. это накладывает значительное ограничение на тип используемого вариатора, структуру и

кинематическую схему такой трансмиссии. Однако, строгого научного подхода к описанию распределения потоков мощности в двухпоточных ГОМТ на сегодняшний день нет.

Результаты исследований. Установление закономерностей распределения потоков мощности проводится в три этапа.

На первом этапе установлена взаимосвязь кругового передаточного числа замкнутого контура с учетом потерь и КПД в гидрообъемных передачах с характером изменения потоков мощности в ГОМТ и выявлены закономерности в характере изменения циркуляционных и безциркуляционных режимов работы во всем диапазоне рабочих режимов гидрообъемно-механических коробок передач (ГОМ КП) [11].

Для класса двухпоточных бесступенчатых ГОМ КП с планетарным механизмом на выходе (рис.1) существует три возможных режима работы ГОМТ (рис. 2), которые описываются полученными универсальными выражениями:

$$\frac{N_k}{N_d} = \frac{\eta^{\pm 1}_{ГОП}}{\eta^{\pm 1}_{ГОП} - i_{оквд}}, \quad \frac{N_e}{N_d} = \frac{\eta^{\pm 1}_{ГОП} \cdot i_{оквд}}{i_{оквд} - \eta^{\pm 1}_{ГОП}}, \quad (1)$$

где $i_{оквд}$ и $i_{оквд}$ – круговые передаточные отношения замкнутого контура.

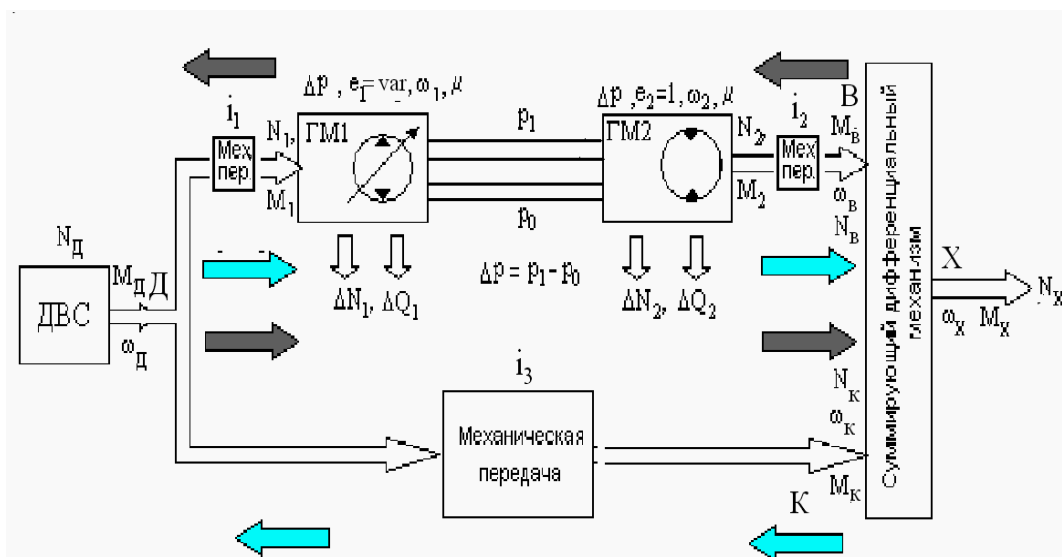
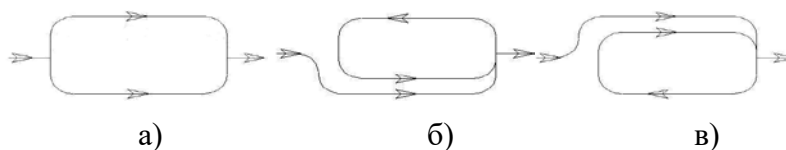


Рисунок 1 – Функциональная схема бесступенчатой ГОМ КП с планетарным механизмом на выходе



Рисинок 2 – Возможные распределения потоков мощности в двухпоточных ГОМТ:
а) параллельное, б) с перегрузом механической ветви, в) с перегрузом гидравлической ветви

На рис. 1 выделены звенья Д, К, В замкнутого контура двухпоточной ГОМ КП и введены обозначения: N_1, M_1 и N_2, M_2 – мощности и моменты на валах ГМ1 и ГМ2; ω_d, N_d, M_d и ω_x, N_x, M_x – угловые скорости, мощности и моменты на валу ДВС и выходном валу; $\Delta N_1, \Delta N_2$ – суммарные гидромеханические потери на гидромашинах; $\Delta Q_1, \Delta Q_2$ – суммарные объемные потери; p_0, p_1 – давление нагрузки и подпитки соответственно; μ – средний коэффициент динамической вязкости рабочей жидкости. Стрелки одинакового цвета указывают три возможных направления потоков мощности в двухпоточной ГОМТ. В дальнейшем для описания угловых скоростей ω , параметров регулирования e , потерь и

КПД η первый индекс «1» будет относиться к регулируемой гидромашине (ГМ1), индекс «2» – к нерегулируемой гидромашине (ГМ2). Перепад рабочего давления Δp для обеих гидромашин примем одинаковым. Как правило, перед регулируемой гидромашинной ГМ1 ставится согласующий редуктор с передаточным отношением i_1 , а после нерегулируемой гидромашинной ГМ2 – редуктор с передаточным отношением i_2 , i_3 – передаточное отношение механической передачи ($i_3=0$).

Универсальность выражений (1) состоит в том, что в случае 1 при параллельных потоках мощности в ГОМТ (рис. 2а), когда ГОП работает в прямом потоке мощности, показатель степени при $\eta_{ГОП}$ равен +1. Круговое передаточное отношение контура строго отрицательно ($i_{оквд} < 0$).

В случае 2 при циркуляции мощности в контуре в направлении ДКВД, когда ГОП работает в обратном потоке мощности (рис. 2б), показатель степени при $\eta_{ГОП}$ равен -1. Круговое передаточное отношение контура строго положительно ($i_{оквд} > 0$).

В случае 3 при циркуляции мощности в контуре в направлении ДВКД, когда ГОП работает в прямом потоке мощности (рис. 2в), показатель степени при $\eta_{ГОП}$ равен +1. Круговое передаточное отношение контура строго положительно ($i_{оквд} > 0$). Акцентируем внимание на то, что при одинаковых соотношениях для случая 1 и 3 используются разные по знаку круговые передаточные отношения контура ($i_{оквд} < 0$ и $i_{оквд} > 0$ для случаев 1 и 3 соответственно).

На втором этапе формализованы регулировочные характеристики ГОМТ.

Под регулировочной характеристикой (РХ) бесступенчатых ГОМТ транспортных машин, в частности шахтных дизелевозов, понимается зависимость относительного параметра e регулирования гидрообъемной передачи (ГОП) от скорости движения машины V . По сути, параметр регулирования e ГОП является и параметром регулирования ГОМТ в целом. Существует две общепринятые разновидности «пилообразных» РХ для бесступенчатых ГОМТ. Первый тип РХ проходит через нуль (рис. 3) – назовем такую характеристику нулевой или реверсивной и обозначим как РХ (0). Второй тип РХ начинается при $V=0$ и/или $e=\pm 1$ (рис. 3). Назовем такую РХ нереверсивной и обозначим как РХ (± 1). На рис. 1 для примера качественно показаны зависимости РХ(0) и соответствующие кривые КПД ГОМТ η (сплошные линии) и зависимости РХ(+1) с соответствующими КПД (штриховые линии) от скорости движения машины V для 3-х диапазонной ГОМТ. Вдоль оси построена гистограмма распределения эксплуатационных скоростей, характеризующая реальную статистику плотности вероятности пребывания шахтного дизель-поезда (ШДП) на эксплуатационных скоростных интервалах.

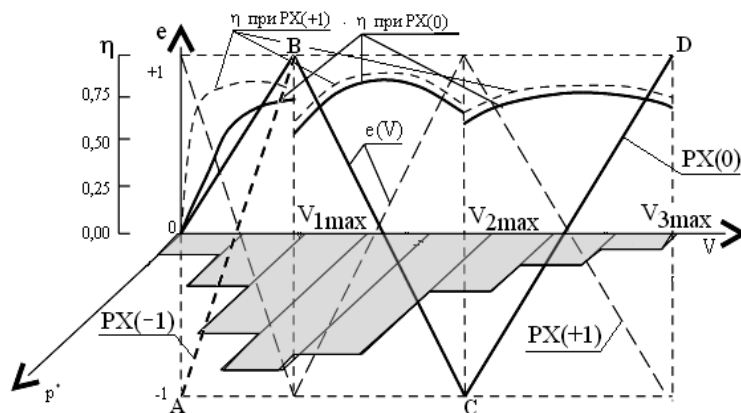


Рисунок 3 – Типы РХ и зависимости КПД ГОМТ с учетом гистограммы эксплуатационных скоростей

РХ (0), проходящая через нуль, обеспечивает ШДП плавное трогание (без сцепления или главного фрикциона), полный кинематически симметричный реверс при движении

ШДП как вперед, так и задним ходом, что чрезвычайно важно для выполнения машиной определенных технологических процессов. Недостаток такой реверсивной РХ (0) в том, что на 1-ом диапазоне ГОМТ работает в полнопоточном режиме, в связи с чем КПД ГОМТ η определяется исключительно режимом работы ГОП и несколько ниже, чем для двухпоточного режима для РХ(+1) (см. рис. 3).

Второй тип РХ (± 1) не обеспечивает реверса при переходе с 1-го диапазона на задний ход – для этого необходимо переключение в нулевой скорости (при $V=0$ и/или $e = \pm 1$). Однако при движении на 1-ом диапазоне ГОМТ работает как двух- (или более) поточная, в связи с чем полный КПД ГОМТ выше, чем в случае с РХ (0) (рис. 3).

На третьем этапе установлены взаимосвязи кругового передаточного отношения замкнутого контура двухпоточных ГОМ КП с параметром регулирования ГОП в случаях планетарного механизма на выходе и на входе.

Проиллюстрируем установленные закономерностей распределения потоков мощности в ГОП КП с учетом потерь и КПД в гидрообъемной передаче, а также взаимосвязей основных рабочих параметров на конкретном примере двухпоточной бесступенчатой ГОМТ с планетарным механизмом передач (ПМП) на выходе, которая потенциально может быть использована в дизелевозах.

Структурная схема ГОМТ и ее конструктивные параметры приведены на рис. 4. Рабочие параметры исследуются здесь при работе ГОМТ в составе дизелевоза транспортирующего прицепную часть массой 50 т. Работа дизелевоза на первом реверсивном диапазоне обеспечивается включением тормоза Т при выключенном фрикционе Ф. При этом переход с переднего на задний ход и обратно (реверс) осуществляется сменой знака параметра регулирования e ГОП.

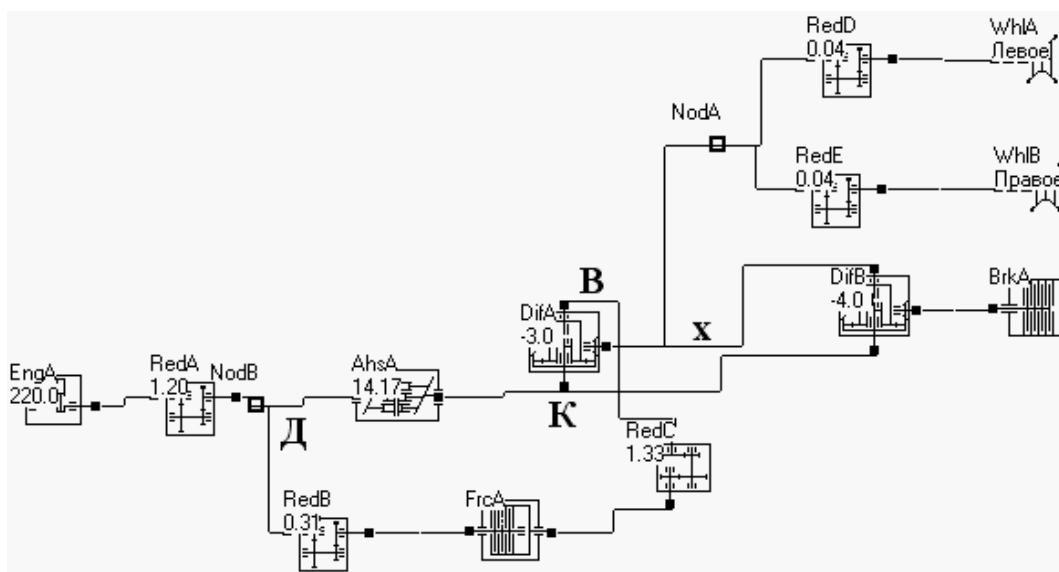


Рисунок 4 – Структурная схема ГОМТ и ее конструктивные параметры: EngA – двигатель; RedA, RedB, RedC, RedD и RedE – редукторы; AhsA – ГОП; DifA и DifB – планетарные ряды; WhlA и WhlB – ведущие колеса, FrcA – фрикцион (Ф), BrkA – тормоз (Т)

К особенностям работы такой ГОМТ относится то, что на первом диапазоне трансмиссия работает как полнопоточная с относительно невысоким общим КПД, который регламентируется КПД ГОП. Этот недостаток компенсируется значительным эксплуатационным достоинством – возможностью реверса в полнопоточном режиме ГОМТ, переходом с переднего хода на задний и наоборот, без остановки ШДП и без переключения передач.

Второй скоростной диапазон обеспечивается включением фрикциона Ф и отключением тормоза Т (рис. 4). Все множество передаточных отношений трансмиссии (передаточные отношения редукторов и планетарных рядов) выбирается в режиме диалога

с ПЭВМ таким образом, чтобы переключение с первого на второй диапазон происходило в момент выравнивания угловых скоростей ω_3 и ω_4 вне зависимости от угловой скорости коленчатого вала ДВС. Рассмотрим работу ГОМ КП на втором двухпоточном диапазоне. При этом

$$\omega_6 = \omega_k; \omega_5 = \omega_8; \omega_7 = \omega_x; \omega_8 = \omega_d \cdot i_A \cdot i_1 \cdot i_2; \omega_k = \omega_d \cdot i_A \cdot e. \quad (2)$$

В нашем случае кинематика ПМП описывается следующими уравнениями:

$$(1 - k_1) \cdot \omega_8 = \omega_k - k_1 \omega_x; \quad (3)$$

$$(1 - k_2) \cdot \omega_x = \omega_k - k_2 \omega_8, \quad (4)$$

где k_1 и k_2 – внутренние передаточные числа 1-го и 2-го планетарных рядов.

Параметр рассматриваемого ПМП:

$$i_{k8} = \left. \frac{\omega_x}{\omega_d} \right|_{\omega_x=0} = 1 - k_1 \quad (5)$$

С учетом выражений (2)-(4)

$$\frac{\omega_x}{\omega_d} = \frac{i_A \cdot e - (1 - k_1) \cdot i_A \cdot i_1 \cdot i_2}{k_1}; \quad (6)$$

$$\frac{d}{dV} \left(\frac{\omega_x}{\omega_d} \right) = \frac{i_A}{k_1} \cdot \frac{de}{dV}. \quad (7)$$

Знак кругового передаточного отношения замкнутого контура

$$\begin{aligned} \text{sign}(i_{\partial k \partial}) &= \text{sign}(i_{\partial k}) \cdot \text{sign}(i_{k8}) \cdot \text{sign}(i_{8\partial}) = \\ &= \text{sign}(i_A \cdot e) \cdot \text{sign}[(1 - k_1)] \cdot \text{sign}(i_1 \cdot i_2) = \\ &= 1 \cdot \text{sign} \left(2 \left[\frac{V - V_{1\min}}{V_{1\max} - V_{1\min}} - \frac{1}{2} \right] \right) \cdot \text{sign} \frac{de}{dV} \cdot \text{sign}[(1 - k_1)] \cdot \text{sign}(i_1 \cdot i_2) \end{aligned} \quad (8)$$

Очевидно, что на первой половине второго скоростного диапазона, где ГОМ КП работает как двухпоточная, при $e \in [1; 0]$ $i_{\partial k \partial}$ положительно и $\text{sign}(e \cdot \frac{de}{dV}) < 0$:

$$\text{sign}(i_{\partial k \partial}) = 1 \cdot (-1) \cdot (-1) \cdot (+1) \cdot (+1) = 1 \quad (9)$$

На второй половине второго скоростного диапазона при отрицательно $e \in [0; -1]$ $i_{\partial k \partial}$ и $\text{sign}(e \cdot \frac{de}{dV}) > 0$:

$$\text{sign}(i_{\partial k \partial}) = 1 \cdot (+1) \cdot (-1) \cdot (+1) \cdot (+1) = -1. \quad (10)$$

Таким образом, на втором диапазоне при $e \in [1; 0]$ ГОМТ работает в режиме циркуляции мощности, когда ГОП находится в обратном потоке мощности. При этом нерегулируемый гидромотор выполняет функции насоса, а регулируемый гидронасос – функции мотора. При $e \in [0; -1]$ ГОМТ работает в режиме параллельных потоков

мощности через ГОП и механическую часть трансмиссии. При этом ГОП работает в прямом потоке мощности. На первом полнопоточном реверсивном диапазоне $sign(e \cdot \frac{de}{dV}) > 0$ и никаких циркуляций в контуре нет (контур разомкнут фрикционом Φ).

На рис. 5 приведены результаты исследования, предложенной выше реверсивной двухпоточной бесступенчатой ГОМТ при полной нагрузке – масса состава 50 т. На первом скоростном полнопоточном диапазоне коэффициент сцепления принимается равным $f = 0,23$. На втором транспортно-тяговом диапазоне $f = 0,09$. Гидрообъемная передача ГСТ-90 на базе отечественных гидромашин аксиально-поршневого типа с рабочим объемом 89 см³. На рис. 5 в качестве основных рабочих параметров ГОМТ выбраны: параметр регулирования e (1); мощность загрузки двигателя N (2), перепад рабочего давления в ГОП (3); КПД ГОМТ (4); КПД ГОП (5) и мощность, протекающая через гидромашину ГМ1 (6). Изменение указанных параметров рассматривается в зависимости от скорости движения ШДП. На рис. 5 видно, что трогание поезда происходит при $e = 0,14$ (1) и загрузке двигателя до мощности $N = 16,8$ кВт (2) при давлении в ГОП 22 МПа (3). Очевидно, реверс ГОМТ при этих же параметрах осуществляет трогание для реализации поездом заднего хода. При трогании вперед до максимальной скорости на первом диапазоне $V_{I\max} = 1,8$ км/ч и $e = 1$ (1) загрузка двигателя растет до 87 кВт (2). Мощность, протекающая через ГМ1 (регулируемый гидронасос) растет по модулю от 16 кВт до 86 кВт (6) и на графике отрицательна. Это соответствует принятой условной формализации о том, что мощность, входящая на элемент (на регулируемый гидронасос ГМ1), отрицательна. Давление на первом реверсивном диапазоне составляет по модулю порядка 20-22 МПа (3). Знак давления (3) соответствует той или иной полости в ГОП. Максимальный КПД ГОМТ (4) не превосходит на первом диапазоне 0,7.

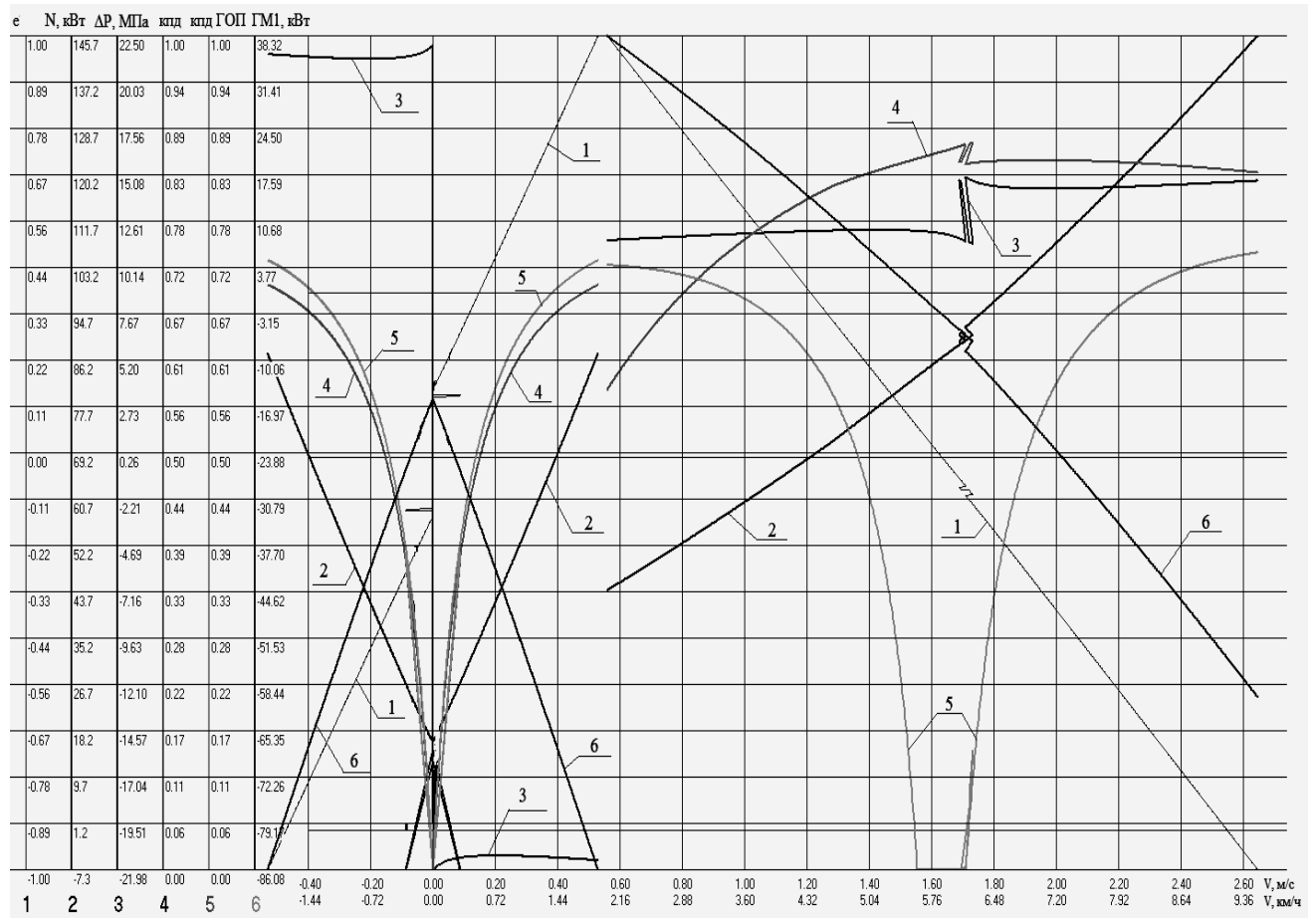


Рисунок 5 – Основные рабочие параметры ГОМТ ШДП при полной нагрузке

На втором тягово-транспортном диапазоне имеет место нисходящая $PX(+1)$. Уровень давления в ГОП (3) составляет 10-14 МПа и является положительным – произошла смена полостей высокого и низкого давления в ГОП при переходе с первого на второй диапазон. Циркуляция мощности на первой половине второго диапазона иллюстрируется кривой 6 – мощностью, проходящей через ГМ1, которая в этом случае положительна, то есть выходит из регулируемого гидромотора ГМ1, работающего в обратном потоке мощности в режиме циркуляции мощности в замкнутом контуре ДКВД. Выходная мощность из ГМ1 (6) обращается в нуль в точке, когда КПД ГОП (5) обращается в нуль при скорости $V = 5,55$ км/ч. При этом в диапазоне скоростей от 5,55 км/ч до 6,1 км/ч в ГОП имеет место так называемая особая зона [3], когда обе гидромашины работают как гидронасосы, и вся поступающая на ГОП мощность уходит в потери. При $V > 6,1$ км/ч КПД ГОП (5) начинает возрастать от 0 и отрицательная мощность на ГМ1 (6) соответствует входу мощности на ГМ1, отсутствию циркуляции мощности в контуре и передаче энергии от двигателя к ведущим колесам параллельными ветвями. Обращает на себя внимание достаточно высокий для бесступенчатых ГОМТ КПД (4) на втором диапазоне, его максимальное значение достигает 0,86-0,87 в диапазоне от 5,5 до 6,5 км/ч. При максимальной скорости движения ШДШ 9,5 км/ч на втором диапазоне загрузка по двигателю составляет 145,7 кВт (2). Понятно, что с уменьшением массы состава уменьшается и мощность нагрузки на двигатель, что позволяет производить его выбор для использования для различных типов ШДШ.

Выводы. Приведены результаты установленных взаимосвязей характера изменения циркулирующих в двухпоточных бесступенчатых ГОМТ мощностей с потерями в гидрообъемных передачах и их КПД.

Результаты исследования доказывают, что на нисходящих $PX (+1)$ i_{ke} всегда положительно, а на первой половине скоростного диапазона до пересечения регулировочной характеристики с осью скорости V циркуляция в двухпоточных ГОМ КП с ПМП на выходе всегда имеет место с обратным потоком мощности через ГОП, а на второй половине скоростного диапазона до максимальной скорости на нем имеет место параллельный поток мощности в ГОМ КП и прямой поток мощности через ГОП.

Для иллюстрации распределения энергии, потоков мощности и исследования основных рабочих параметров при работе в составе ШДП подробно рассмотрена ГОМТ дизелевоза. В целом, отмечая относительно низкий КПД ГОМТ на первом реверсивном диапазоне, следует акцентировать внимание на достаточно высоком КПД ГОМТ на втором тягово-транспортном диапазоне и возможность использования отечественных гидрообъемных передач типа ГСТ-90, которые обеспечивают приемлемые уровни перепадов давлений и эффективно работают на первом реверсивном диапазоне с переходом с переднего на задний ход без остановки поезда и переключений в ГОМТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аврамов В. П. Гидрообъемные передачи в гидрообъемно-механических трансмиссиях транспортных машин / В. П. Аврамов, В. Б. Самородов. – Харьков : ХПИ, 1986. – 76 с.
2. Александров Е. Е. Результаты моделирования разгона и неравномерного поворота гусеничной машины с бортовыми гидрообъемно-механическими трансмиссиями / Е. Е. Александров, В. Б. Самородов // Вестник ХГПУ. – 2000. – Вып. 110. – С. 25-33.
3. Самородов В. Б., Самородов Б. В. Эффект особых зон при работе гидрообъемно-механических трансмиссий и методология их анализа // Автомобильный транспорт. – ХДАТУ, 2002. – Вып.10. – С.36-40.
5. Рогов А. В. Развитие методов расчета систем «двигатель – трансмиссия» автомобилей и тракторов : дисс. канд. техн. наук: 05.22.02 / А. В. Рогов. – Харьков, 2006. – 168 с.

6. Динамика транспортно-тяговых колесных и гусеничных машин / [Е. Е. Александров, Д. О. Волонцевич, В. А. Карпенко и др.]. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 642 с.
7. Объемные гидромеханические передачи : Расчет и конструирование / О. М. Бабаев, Л. И. Игнатов, Е. С. Кисточкин и др. – Л. : Машиностроение, 1987. – 256 с.
8. Деркач О. И., Бутылин А. А., Корецкий Н. А., Лизунов К. М., Кошман В. А., Сысоев А. В. Гидротрансмиссионный блок для железнодорожного транспорта // Механика и машиностроение. – 2008. – №1. – С. 126-130.
9. Таран И. А. Теоретические основы автоматизированного структурного синтеза и технология матричного моделирования трансмиссий // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 11. – С. 46-53.
10. Таран И. А. Методика автоматизированного конструирования трансмиссий шахтных дизелевозов // Уголь Украины. – 2010. – № 12. – С. 23-26.
11. Таран И. А. Результати автоматизованого аналізу гідрооб'ємномеханічної трансмісії шахтного дизелевоза / И. А. Таран // Управління проектами, системний аналіз і логістика : науковий журнал. – К. :НТУ, 2010. – Вип. 7. – С. 172-177.
12. Таран И. А. Закономерности передачи мощности по ветвям двухпоточных гидрообъемно-механических трансмиссий // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 2. – С. 69-75.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Шарко А.В., Погребняк И.Ф.,

Херсонський національний технічний університет
(Україна)

Вступление. Для устойчивых динамических, в том числе и производственных систем характерно наличие некоторых поверхностей притяжения инвариантных многообразий в фазовом пространстве ситуаций, получивших название аттракторов. Такие асимптотически устойчивые множества характеризуются состояниями равновесия и строгой периодичностью колебаний режимов движения, что в принципе, распространяется и на развитие производства. Основная направленность функционирования многих динамических систем состоит в стабилизации соотношений между переменными состояниями, к которым можно отнести как неоднозначность информации о текущем состоянии объекта управления, так и влияние внешней среды.

Актуальность исследований. Проблематика принятия решений в динамических системах с использованием модели Марковских процессов впервые была рассмотрена Р. Беллманом, однако, при всей ее теоретической значимости практического применения данная модель не получила, т.к. ее методологическая схема ориентирована на экзогенно заданную цель управления [1-3].

Предложена модель динамических равновесий, предполагающая структурные преобразования базовой информационной структуры в информационные структуры полезности и риска. Особенность базовой информационной структуры заключается в том, что в ее составе предполагается одновременное задание состояний и ситуаций, которые, будучи качественными характеристиками, недоступны непосредственному наблюдению и нуждаются в диагностике.

Принятие интегрального многообразия, на котором свойства управляемого объекта наилучшим образом согласуются с соответствующими технологическими или техническими требованиями задачи управления, отражающей цель функционирования данного объекта, лежит в основе синергетической теории управления. Это свойство вытекает из вариационной постановки задачи об оптимальном управлении и характеризует некоторые предельные возможности развития производства в сложившейся ситуации.

Результаты исследований. Критерий качества стратегий управления в настоящей работе интерпретируется как получение максимального результата. Тогда выбор альтернатив управления будет направлен на достижение равновесий между стремлением к максимизации ожидаемой полезности и минимизацией риска или потерь полезности. Поскольку равновесия достигаются последовательно на каждом шаге принятия решений, то они считаются динамическими.

Модель динамических равновесий предполагает структурные преобразования базовой информационной структуры в информационные структуры полезности U_n и риска R . При этом формализация проблемы расширяется идентификацией переходной функции, где гипотезы о характере переходной функции выбираются на каждом шаге принятия решений вместе с выбором структурных альтернатив $g \in G$, а необходимая информация извлекается из последовательного наблюдения состояний. Это значительно упрощает качественное решение системы в том случае, если они расположены на многообразиях состояний S меньшей размерности, чем размерность исходного фазового пространства. При этом происходит сведение процессов высокой размерности к процессам более низкой размерности. Поэтому используемые конструкции базовой информационной структуры будут определяться идентификацией ее составляющих.

Базовая информационная структура:

$$I = \{S, \beta(S), X, [X_s \subseteq X, s \in S], Y, [Y_x \subseteq Y, x \in X], G, q^g(S|S \times Y), \omega^g(Y \times (S \times X))\}, g \in G,$$

где S – множество состояний; $\beta_0(S)$ – распределение вероятностей на множестве состояний; X – множество ситуаций; $X_s \subseteq X$ – ограничения на допустимость альтернатив диагностики в зависимости от состояния $s \in S$; Y – множество управляющих альтернатив; $Y_x \subseteq Y$ – ограничения на допустимость управляющих альтернатив в зависимости от ситуации $x \in X$; G – множество структурных альтернатив; $q^g(S|S \times Y)$ – переходная функция из $S \times Y$ в S ; $w^g(Y \times (S \times X))$ – функция полезности, представляющая априорные предпочтения на альтернативах $y \in Y$ и структурных альтернатив $g \in G$.

Однозначное отображение $\eta_n: S \rightarrow \Gamma$, такое что $\eta_n(s) \equiv \eta_n(s_n)$ является решающей функцией идентификации переходной функции.

Считая, что пределы

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n(\pi^n | \tau^n, \eta^n)(x) = \varphi_n(\pi^\infty | \tau^\infty, \eta^\infty),$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \psi_n(\delta^n | \pi^n, \tau^n, \eta^n)(s) = \psi_n(\delta^\infty | \pi^\infty, \tau^\infty, \eta^\infty)$$

не зависят от начальных условий, будем считать критерии качества стационарных стратегий $(\pi^\infty, \tau^\infty, \delta^\infty, \eta^\infty)$ стационарными равновесиями:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi(\pi^\infty | \tau^\infty, \eta^\infty) \geq \varphi(\pi^\infty | \tau^\infty, \eta^\infty) \forall \pi^\infty \\ \mu(\tau^\infty | \pi^\infty, \eta^\infty) \geq \mu(\tau^\infty | \pi^\infty, \eta^\infty) \forall \tau^\infty, \\ U = U(\pi^\infty, \tau^\infty, \delta_1^\infty, \eta^\infty) \quad (\Pi) \\ \rho(\eta^\infty | \pi^\infty, \delta^\infty, \tau^\infty) \leq \rho(\eta^\infty | \pi^\infty, \delta^\infty, \tau^\infty) \forall \eta^\infty \\ \Psi(\delta^\infty | \pi^\infty, \tau^\infty, \eta^\infty) \leq \Psi(\delta^\infty | \pi^\infty, \tau^\infty, \eta^\infty) \forall \delta^\infty \\ R = R(\Pi) \end{array} \right. ,$$

где τ – стратегия структурного выбора; π – стратегия управления; η – критерий качества структурного выбора; φ – критерий качества управления; Ψ – критерий качества диагностики; δ – стратегия диагностики – выбор ситуации в зависимости от состояния.

В этих условиях информационная структура Π будет определяться как

$$\Pi = \{S, \beta(S), X, [X_s \subseteq X, s \in S], Y, [Y_x \subseteq Y, x \in X], G, w^g(Y \times (S \times X)), \Gamma, q^{(g,\gamma)}(S|S \times Y), g \in G, \gamma \in \Gamma$$

Выбор гипотезы $\gamma \in \Gamma$ определяет значение параметра переходной функции, т.е. гипотезы $\gamma \in \Gamma$ формально играют роль структурных альтернатив. Идентификация параметра $\gamma \in \Gamma$ переходной функции $q^{(g,\gamma)}(S|S \times Y)$ должна основываться на

статистической информации, извлекаемой из наблюдения состояния $s_n \in S$, $n = 1, 2, \dots$. При этом структура полезности U_n будет зависеть от стратегии идентификации η_1^n .

Показано, что для построения критерия ожидаемой полезности необходимо последовательное формирование информационных структур полезности в зависимости от используемых стратегий управления, структурного выбора и диагностики.

Выражения U_n и R , трансформирующие базовую информационную структуру, определяют конструкции структурных преобразований, требуемые моделью динамических равновесий:

$$U_n = \{X, Y, [Y_x \subseteq Y, x \in X], G, w^g(Y \times X), Q_n^{(g,\gamma)}(X|X \times Y), g \in G, \gamma \in \Gamma\}.$$

где $w^g(X \times Y)$ – функция полезности на $(X \times Y)$, формируемая по правилу $w^g(x, y) = w^g(s_*, x, y)$;

$$R = \{S, X, [X_s \subseteq X, s \in S], Y, G, r^g(X \times S \times Y), \Gamma, q^{(g,\gamma)}(S|S \times Y), g \in G, \gamma \in \Gamma\}.$$

Вывод. Разработанная модель многокритериальной оптимизации стратегического управления производственными объектами в условиях неопределенности сводит до минимума элемент субъективизма при выборе управленческих решений и позволяет оптимизировать весь процесс управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – М. : ИЛ, 1980. – 410 с.
2. Колесников А. А. Синергетическая теория управления. – Таганрог : ТРТУ; М. : Энергоатомиздат, 1994. – 344 с.
3. Подиновский В. В. Оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин, В. Д. Парето. – М. : Наука, 1982. – 256 с.

СЕКЦІЯ 3:
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РУХОМ СУДЕН

Бень А.П.,

Херсонська державна морська академія
(Україна)

Вступ. Зростання інтенсивності морських перевезень в останні десятиліття привело до значного збільшення кількості морських аварій, у тому числі з людськими жертвами і складними техногенними наслідками, тому підвищення безпеки судноводіння залишається однією з найбільш важливих проблем морської галузі. Аналіз причин зіткнень суден показує, що головна причина аварій – людські помилки, що становлять близько 80 % від загальної кількості причин, що призводять до аварій.

Актуальність дослідження. Зниження впливу людського чинника на рівень аварійності на морі представляє актуальну науково-практичну проблему, яку необхідно вирішувати перш за все шляхом вдосконалення процесів взаємодії судноводія з сучасними технічними засобами управління судном.

Складність процесів взаємодії судноводія і технічних засобів управління судном обумовлена істотним збільшенням обсягів навігаційної інформації, що доступна судноводію в режимі реального часу завдяки застосуванню сучасних інформаційних технологій.

З іншого боку, стрімкий розвиток інформаційних технологій та активне застосування принципів штучного інтелекту в техніці створюють сприятливі передумови для розробки та впровадження інтелектуальних систем в судноводінні, здатних забезпечити ефективну підтримку прийняття рішень з управління судном [1-5].

Зазначені обставини обумовлюють актуальність та невідкладну необхідність запровадження інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень в судноводінні, що забезпечить істотне зменшення кількості аварій морських суден пов'язаних з «людським фактором», та стане вагомим внеском в реалізацію концепції «гарантованої безпеки судноводіння», яка активно розробляється в наш час провідними фахівцями морської галузі.

Основна частина. Обов'язки прийняття рішень з управління судном, як і відповідальність за їх наслідки, на поточний момент і в найближчому майбутньому будуть покладені на судноводія, а інтелектуальні системи будуть виконувати роль засобів підтримки прийняття таких рішень.

Існуючі інтелектуальні системи управління рухом суден є подальшим розвитком систем попередження зіткнень суден, і є, за своєю сутністю, третім поколінням таких систем, що відрізняється від попередніх наявністю, експертної системи або модулю підтримки прийняття рішень. Джерелами інформації в таких системах є радіолокатор, транспондер автоматичної ідентифікаційної системи, приймач GPS, електронна картографічна система. Сучасні інтелектуальні системи управління рухом суден є засобом інформаційної підтримки судноводія, але вони не звільняють капітана та штурманський склад від обов'язків постійного контролю за навігаційною обстановкою, а також від відповідальності за прийняті рішення з управління судном [3].

Необхідність подальшого вдосконалення інтелектуальних систем управління рухом суден потребує визначення перспективних напрямів та шляхів їх розвитку, а також базових принципів побудови. Проведені дослідження в галузі створення інтелектуальних систем управління рухом суден, та аналіз існуючих розробок дозволяють сформулювати наступні вимоги до таких систем:

9. Для зниження впливу «людського фактору» в умовах потенційного зіткнення суден необхідно застосовувати системи підтримки прийняття рішень судноводія, що базуються на принципах динамічних експертних систем.

10. База знань інтелектуальної системи судна повинна містити та накопичувати інформацію за трьома напрямками: декларативна інформація, що регламентує законодавчу базу управління процесами розходження суден (МППЗС-72), експертна інформація – формалізовані знання експертів в предметній галузі – досвідчених судноводіїв, та база прецедентів – інформація стосовно розвитку подій в навігаційних ситуаціях, що вже мали місце в минулому.

11. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень судноводія повинна будуватися на принципах мультиагентного моделювання суден, що мають цілеспрямовану поведінку, направлену на уникнення зіткнення та виконання вимог Міжнародних правил попередження зіткнень суден (МППЗС-72) під час руху. Необхідна наявність засобів прогнозування розвитку навігаційної ситуації та візуального подання такого прогнозу.

12. Математичні моделі, що застосовуються в інтелектуальних системах управління рухом суден, повинні відповідати вимогам адекватності, ненадлишковості та технічної здійсненності – перспективним є поєднання моделей, що базуються на принципах штучного інтелекту з математичними моделями, які описують процеси руху суден.

13. Функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень судноводія в здійснюється режимі в реальному часу, що вимагає їх інтеграції з наявними на судні засобами контролю руху та навігаційної ситуації.

14. Форми відображення інформації в інтелектуальних системах управління рухом судна повинні забезпечувати її швидке сприйняття та високий рівень усвідомлення судноводієм, тому при візуалізації навігаційних ситуацій є доцільним застосування методів когнітивної графіки.

15. Необхідно забезпечити можливість інформаційної взаємодії між береговими системами управління рухом та інтелектуальними системами управління рухом суден, що обумовлює необхідність розробки уніфікованих протоколів обміну інформацією в таких системах.

Висновки. Зниження впливу «людського фактору» в судноводінні може бути досягнуто шляхом застосування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень судноводія, що базуються на принципах динамічних експертних систем. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень судноводія повинна будуватися на принципах мультиагентного моделювання суден, що мають цілеспрямовану поведінку. Застосування інтелектуальних систем в судноводінні дозволить істотно зменшити вплив психологічних факторів та факторів суб'єктивності прийняття рішень з управління рухом судна в критичних ситуаціях та в умовах обмеженості часу. Перспективними напрямками розвитку таких систем є їх повна інтеграція з наявними на судні засобами контролю та управління рухом, а також забезпечення взаємодії в режимі реального часу з аналогічними системами та береговими системами управління рухом суден.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексейчук М. С. Основные принципы системы принятия оптимального решения при расхождении судов / М. С. Алексейчук // Судовождение : сб. науч. трудов ОГМА. – 1999. – Вып. 1. – С. 7-14.
2. Бень А. П. Принципи побудови систем підтримки прийняття рішень судноводія : збірка наукових праць у двох томах Міжнародної науково-практичної конференції [«Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», (MINTT-2010)], (25-27 травня 2010 р., Херсон) / А. П. Бень. – Херсон: Видавництво ХДМІ. – Т.1. – С. 8 – 11.
3. Вагущенко Л.Л. Поддержка решений по расхождению с судами / Л. Л. Вагущенко, Л. Л. Вагущенко. – Одесса : Феникс, 2010. – 229 с.
4. Мальцев А. С. Интеллектуальные гибридные системы поддержки принятия решений при расхождении судов// Судовождение : сб. научн. трудов ОНМА / А. С. Мальцев. – Одесса : ИздатИнформ, 2006. – Вып. 11. – С. 74-86.
5. Цымбал Н. Н. Гибкие стратегии расхождения судов / Н. Н. Цымбал, И. А. Бурмака, Е. Е. Тюпиков – Одесса : КП ОГТ, 2007. – 424 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ

Бень А.П., Врублевский Р.Е.,

Херсонская государственная морская академия
(Украина)

Вступление. В литературе практически отсутствует информация по математическому моделированию спонтанного намагничивания обрабатываемого изделия, с целью управления его упрочнением. Сложность моделирования процесса магнитно-импульсной обработки (МИО) заключается в том, что при магнитном упрочнении одновременно может изменяться до 20 параметров [1]. Причем, как правило, процесс протекает в четырех измерениях [5]. Указанные сложности затрудняют исследования по развитию методики моделирования и алгоритмизации МИО и требуют разработки специализированных систем управления МИО.

Цель статьи. Целью статьи является разработка математической модели процесса МИО и определение структуры интеллектуальной системы управления им.

Основная часть. Для создания модели процесса МИО и расчета оптимальных параметров магнитного упрочнения применяется модель стохастического самобаланса энергии в веществе [2], при которой изделие не претерпевает перемагничивания. Величина предельного намагничивания материала при магнитоупрочнении не превышает 0,3...0,8 величины магнитного насыщения конкретной стали.

Для построения модели применим условие энергетического завершения микрогистерезисных процессов в стали [3, 5]. Кроме того, при выборе исходных данных принимаем следующее:

1) при МИО импульсное поглощение энергии веществом «работает» по схеме синфазных затухающих колебаний:

$$W \rightarrow W_1 \rightarrow W_2 \rightarrow W_3 \rightarrow W_n;$$
$$W_n = \text{const}; \Delta W_i = 0,$$

где W_1, W_2, \dots, W_n – порции электромагнитной энергии, поглощенные заготовкой за каждый импульс 1, 2, 3...n.

В связи с тем, что процесс улучшения свойств материала зависит от магнитной индукции $B_1, B_2, B_3 \dots B_n$, то функция $\psi = \varphi(n)$ имеет конечную величину ($W' = \text{const}$);

2) обратная связь при стабилизации механических свойств изделия вследствие намагничивания определяется автоматически после первого импульса;

$\tau \leq 1$ с; $W_1 = W_{\text{max}}$ – что определяется постановкой задачи, требованием технологии и решается при помощи конструкции соленоида;

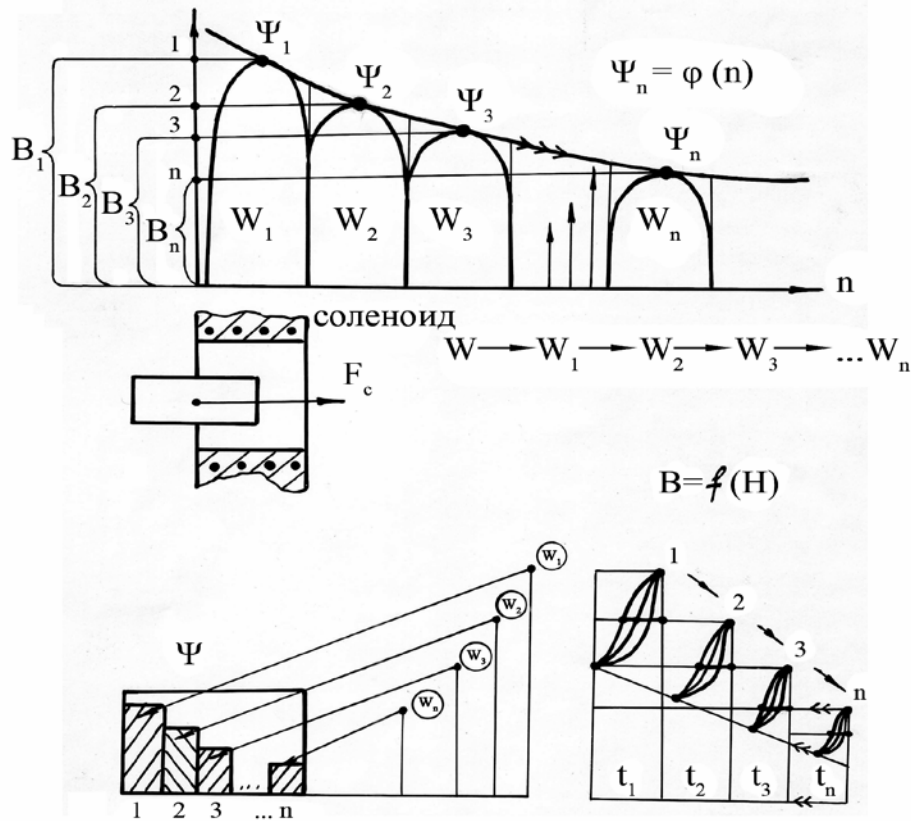
3) декремент затухания импульсов зависит от массы заготовки (M) и магнитных свойств стали (μ);

4) после МИО микрогистерезисные процессы в стали завершаются в течение 10...12 часов, т.е. $v' = \frac{W}{M} \approx 0$;

5) избыточная энергия в изделии контролируется по скорости изменения магнитного сопротивления, а ее устранение считается оптимальным при достижении постоянной величины $\Delta\mu / V\mu = \text{const}$ [6];

6) потери магнитной энергии в соленоиде не превышают 50 % [4];

Базис модели понятен из рис. 1, из которого следует, что выбор модели и оптимизация режима МИО возможна только при тензорной оценке изменения свойств заготовки.



n_1, W_1, τ_1 – контроль массы магнитных свойств детали; при $\Delta W = \text{const}$ обработка прекращается

Рисунок 1 – Схема «компенсации» напряжений и микрогистерезисных процессов

Сложность процессов МИО, протекающих в металлических изделиях, их зависимость, как геометрической формы изделия, его массы, так и от физических параметров структуры материала конкретного образца требует разработки интеллектуальных систем управления МИО, обеспечивающих адаптивную настройку параметров обработки конкретного изделия с целью сохранения его характеристик.

Проведенный анализ процесса МИО позволяет определить набор управляемых параметров и структуру интеллектуальной системы управления МИО металлических изделий.

1. Ввод предварительных данных обработки. На начальном этапе работы в систему вводятся исходные данные процесса МИО: масса заготовки (детали), объем V , концентрации напряжений ψ , определяемые по электрическому R и магнитному сопротивлению μ_R , диаметр d и длина l образца, величина электромагнитной энергии, поглощаемая перлитной сталью W за время полного цикла намагничивания поправочный коэффициент (корректировка) K , который учитывает использование магнитного потока ($\Phi \leq 2000 \text{ Вб}$), взаимоиндукцию и тензорные свойства материала λ .

2. Определения избыточной энергии детали. Определяет избыточную энергию и переводит величины на математическую модель по «расходу» магнитной энергии на компенсацию избыточных напряжений в стали. По значению максимальной энергии и массе заготовки M определяются скорости диспергирования энергии по массе D_m и по объему D_v . При этом исходим из предпосылок, что при $D_m \sim D_v$, получаем оптимальную стойкость изделия ($T \rightarrow T_{\text{отт}}$) и исходные значения напряженности H , силы тока в соленоиде I и мощности P для первого цикла упрочнения.

3. Обработка результатов МИО. Осуществляется оценка достигнутых в процессе МИО параметров обработки (стойкость изделия).

4. Модуль прогнозирования и коррекции параметров МИО. Модуль построен с использованием нейросети. На основе полученных из модуля обработки результатов,

позволяет скорректировать следующие параметры МИО: W – электромагнитная энергия; τ – время импульса; n – Число импульсов; t – интервал между импульсами; Φ – величина магнитного потока; P – мощность установки; H – напряженность поля. Коррекция параметров МИО позволяет обеспечить оптимальную стойкость заготовки, учитывая:

1. влияние распределения массы по объему несимметричной заготовки, распределение в детали остаточных напряжений, контролируя дозировку электромагнитной энергии в течение каждого импульса 1, 2, 3... n ;
2. изменение свойств, например, электрического и магнитного сопротивлений до полной синхронизации изменения этих величин;
3. течение микрогистерезисных процессов в стали и влияние взаимоиндукции.



Рисунок 2 – Структура интеллектуальной системы управления процессом МИО

Выводы. Использование предложенной интеллектуальной системы управления процессом МИО позволяет выбрать оптимальные режимы магнитоупрочнения для сложнопрофильных изделий с учетом разброса физических характеристик материала конкретного образца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дистлер Г. И., Каневский В. Н. О влиянии слабого импульсного магнитного поля на реальную структуру твердых тел – М. : АН СССР, 1983. – Т. 268. – № 3. – С. 591-593.
2. Магнитные материалы и элементы : справочник. – М. : Высшая школа, 1976. – 335 с.
3. Постников С. Н. и др. Некоторые физические аспекты магнитной обработки инструмента : труды Горьковского политехн. ин-та. – 1976. – № 4. – С. 27-35.
4. Пустовойт В. Н. Алгоритмизация и программа расчета параметров магнитного упрочнения. – Минск : ФТИ АН БССР, 1990. – 115 с.
5. Пустовойт В. Н. Физические и технологические основы термической обработки в магнитном поле. – Минск : ФТИ АН БССР, 1980. – 40 с.
6. Пустовойт В. Н., Блиновский В. А. О методе исследования напряженного микросостояния после термической обработки в магнитном поле. – М. : Технические науки, 1975. – С. 68-70.
7. V. P. Bulatov. The effect of magnetic pulse treatment on the triboengineering features of the plasma titanium nitride coating / V. P. Bulatov, Yu. P. Kozyrev, V. G. Kuznetsov, A. I. Oreshnikov, S. I. Rybnikov, E. B. Sedakova // Трение и износ. – 2000. – Т. 2. – С. 640-643.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МОРЕХОДНЫХ КАЧЕСТВ СУДОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ЗЕРНОВЫЕ

Бень А.П., Кошелюк Л.А.,

Херсонская государственная морская академия
(Украина)

Введение. Основной задачей современного судоходства является обеспечение безопасности морских перевозок при одновременном достижении максимального экономического эффекта. Решение этой задачи требует производить мониторинг мореходных качеств морских судов: посадки, остойчивости, прочности как в порту при загрузке судна, так и во время рейса. При эксплуатации судна контроль и оценка его характеристик, в большинстве случаев, производится вручную, а расчеты имеют недостаточную точность и трудоемки.

Указанные обстоятельства обуславливают необходимость применения на судах автоматизированных систем оценки и контроля мореходных качеств и состояния перевозимых грузов.

Актуальность исследований. Теории оценки мореходных качеств морских судов посвящены работы многих авторов. Анализ последних публикаций по данной тематике показывает, что актуальными вопросами, связанными с проблемами загрузки судов являются:

- задачи оптимальной загрузки и расчета безопасных параметров посадки, остойчивости, прочности [1, 6, 9];
- разработка и усовершенствование математического описания динамики судна [1, 3, 5, 6];
- автоматизация расчетов мореходных качеств судов путем применения компьютерных программ [2, 7, 8, 10].

Следует отметить, что в настоящее время недостаточно изучено поведение судна при нерегулярном волнении, шквале, затоплении отсеков, резонансных явлениях. Механика взаимодействия волн и ветра с судном сложна и до конца не исследована, поэтому математические модели, которые составляют основу автоматизированного контроля характеристик судов, требуют дальнейшего уточнения и доработки. Существующие системы контроля параметров загрузки и мореходности судов нуждаются в регулярном пополнении своих «баз знаний» и в усовершенствовании математического аппарата расчетов.

Поэтому дальнейшее усовершенствование уже существующих автоматизированных систем контроля загрузки судов и разработка принципиально новых узкоспециализированных систем, которые учитывали бы специфику перевозимого груза и его влияние на мореходные качества судна, является актуальной задачей. Практика морских перевозок зерновых культур насыпом сухогрузными судами из портов Южного региона Украины Черным и Средиземным морем и необходимость повышения уровня его сохранности подтверждают потребность в создании именно такой специализированной автоматизированной судовой системы контроля состояния зерна.

Изложение основного материала. В настоящее время уже разработаны и используются на судах автоматизированные системы контроля загрузки судна, производящие измерения фактических параметров его мореходности. В качестве примера можно назвать комплекс MasterLoad, систему фирмы Транзас Марин, бортовой ПК «STABEDIT», а также автоматизированную систему «САДКО-МАРИН». Эти системы нашли применение на судах различных типов: танкерах, балкерах, сухогрузах, контейнеровозах класса автоматизации А1. Работа упомянутых систем основана на измерении периодов качки судна или углов крена датчиками.

Базовая структура автоматизированной системы контроля мореходности судна характеризуется наличием таких составляющих:

- измерительно-следающая система с датчиками исходной информации, обеспечивающая контроль состояния внешней среды и динамических характеристик судна на волнении;
- модуль преобразования исходной информации и ввода в компьютер;
- счетно-решающая часть, обрабатывающая эти данные;
- средства представления графической информации, документирования результатов вычислений и прогнозов.

Большинство существующих автоматизированных систем контроля загрузки и состояния мореходности судов (в том числе и указанные в качестве примера), являются универсальными, т.е. разработаны для использования на судах, различных по типу и характеру перевозимых грузов. Такое направление разработки в основном мотивировано коммерческими целями и не всегда себя оправдывает. Разнообразие конструктивных типов транспортных судов, широкий диапазон перевозимых грузов и всевозможных условий перевозок этих грузов на практике приводят к тому, что универсальная система может быть просто не приспособлена к специфике данного судна, груза, условий плавания и т.д.

В особенном контроле нуждаются зерновые культуры, перевозимые сухогрузными судами. Зерно, как и все навалочные грузы, имеет свойство смещаться во время морской перевозки под действием качки. Смещение зерна значительно увеличивает угол крена судна. Как следствие, судно приобретает несимметричный крен на один борт, что может привести к потере остойчивости и к его дальнейшему опрокидыванию.

Проблема контроля состояния зерновых культур во время морских перевозок является сложной задачей, так как зерновые культуры являются одним из видов так называемых «живых» грузов, имеют способность «дышать» и изменять свое первоначальное состояние под действием качки, вибрации, влаги, несоблюдения температурного режима перевозок. Зерно может увеличиваться или уменьшаться в объеме, терять сыпучесть, самовозгораться, дозревать, прорасти и т.д. Такие изменения состояния груза приводят к ухудшению мореходных качеств судна.

На безопасность перевозки зерновых культур оказывают влияние следующие факторы:

- продольное и поперечное смещение зерна;
- уплотнение зерна;
- разжижение и перетекание зерна;
- самонагревание и самовозгорание зерна;
- повышение концентрации ядовитых или взрывоопасных газов и понижение содержания кислорода в грузовых помещениях;
- нарушение местной или продольной прочности корпуса;
- коррозия корпуса судна вследствие химического воздействия груза на металл и др.

Поэтому в условиях рейса возникает необходимость контролировать влияние этих факторов на перевозимый груз (зерно) и на морское судно, которое этот груз перевозит. Существенно облегчить контроль состояния перевозки зерна могут *специализированные автоматизированные судовые системы контроля*.

Система должна базироваться на требованиях, предъявляемых к судам, перевозящим зерновые грузы, которые отражены в следующих документах: Международной конвенции по охране человеческой жизни на море СОЛАС-74, гл. VI, Эквивалентом ИМКО 1969 г. и Правилами перевозки зерна Регистра судоходства Украины 2007 г.

Согласно Правил перевозки зерна для любого судна, перевозящего зерно насыпью, в течение всего рейса характеристики его остойчивости в неповрежденном состоянии,

принимая во внимание кренящие моменты от смещения зерна должны отвечать следующим критериям:

- угол крена от смещения зерна не должен превышать 12° или угла входа кромки палубы в воду, смотря по тому, что меньше;
- на диаграмме статической остойчивости, чистая или остаточная площадь между кривой кренящих и кривой восстанавливающих плеч до угла крена, соответствующего максимальной разности между ординатами этих двух кривых, или 40° , или угла заливания, смотря по тому, какой из них меньше, при всех условиях загрузки должна быть не менее $0,075 \text{ м} \cdot \text{рад}$;
- начальная метацентрическая высота с поправкой на влияние свободной поверхности жидкостей в танках должна быть не менее $0,30 \text{ м}$ [11].

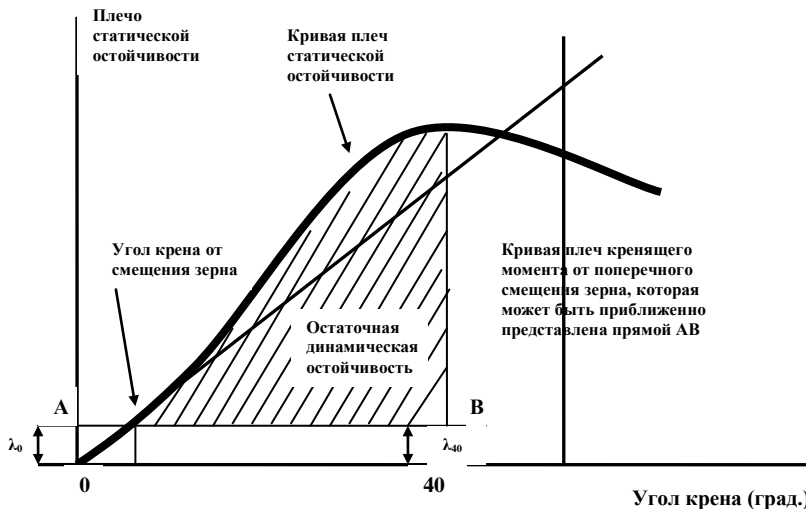


Рисунок 1 – Диаграмма остойчивости судна при загрузке зерном:

$$\lambda = \frac{M_{vkr}}{SF \cdot \Delta} \text{ – плечо кренящего момента, м, при крене } 0^\circ;$$

$$\lambda_{40} = 0,8\lambda_0 \text{ – плечо кренящего момента, м, при крене } 40^\circ;$$

M_{vkr} – условный объемный кренящий момент от поперечного смещения зерна, $\text{м}^3 \cdot \text{м}$;

SF – удельный погрузочный объем, $\text{м}^3/\text{т}$;

Δ – водоизмещение судна для рассматриваемого случая загрузки, т.

Система должна облегчать расчеты по составлению грузового плана судна; выдавать информацию о состоянии зерна, перевозимого насыпом в трюмах; прогнозировать влияние возможного изменения состояния груза на мореходные качества судна в процессе рейса в различных районах плавания.

Необходимо обеспечивать контроль:

- влажности, температуры, давления, загазованности грузовых помещений;
- угла естественного откоса зерна;
- объема и веса зерновой массы;
- усадки зерна;
- посадки, остойчивости и прочности судна в различных состояниях загрузки.

Для решения этих задач необходимо использовать уже существующие и новые методы эффективного контроля состояния зерна, методы расчета статики и динамики морского судна, методы прогнозирования отрицательного влияния этого вида груза на мореходные качества.

Выводы. Использование автоматизированной судовой системы контроля состояния зерна позволит существенно сократить время погрузки судна, облегчит расчеты по составлению грузового плана, а также повысит безопасность и сохранность перевозки

зерна насыпом за счет контроля его параметров и прогнозирования их влияния на мореходные качества судна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксютин Л. Р. Контроль остойчивости морского судна / Л. Р. Аксютин. – М. : Транспорт, 1974. – 112 с.
2. Преображенский Н. В., Путий Л. Д., Шпилько Л. И. Автоматизация оперативной оценки характеристик статики и состояния судов на основе их трехмерных цифровых моделей // Сборник научных трудов. – Севастополь : СВМИ им. П. С. Нахимова, 2009. – Вып. 1(16). – 4 с.
3. Антоненко С. В., Восковщук Н. И. Динамика корабля в штормовом море и нормы остойчивости : избранные доклады Третьей Сахалинской региональной морской научно-технической конференции [Мореходство и морские науки – 2011] (15-16 февраля 2011 г., Южно-Сахалинск) / Под ред. В. Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск : СахГУ, 2011. – 300 с.
4. Аксютин Л. Р. Грузовой план судна – Одесса : ЛАТСТАР, 1999. – 140 с.
5. Маков Ю. Л. Остойчивость... Что это такое? – СПб. : Судовождение, 2005. – 320 с. .
6. Сизов В. Г. Теория корабля : Учебн. пособ. – 2-е изд. с испр. / Одесск. национальн. морская акад. – Одесса : Фенікс, 2004. – 284 с.
7. Николаева Л. Л., Соколов М. Ю. Основные принципы разработки компьютерной программы загрузки судна : материалы региональной науч.-практ. конф. [Эффективная и безопасная эксплуатация морских судов и сооружений: матер.] – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2009. – 103 с.
8. Преображенский Н. В. Компьютерное моделирование для контроля посадки, плавучести, начальной и аварийной остойчивости судов / Н. В. Преображенский, Л. И. Шпилько // Сборник научных трудов. – Севастополь : СВМИ им. П.С. Нахимова, 2009. – Вып. 1(16). – 4 с.
9. Марков Ю. М. Оперативная оценка остойчивости судов в море / Ю. М. Марков. – Калининград : Морская Индустрия, 2001. – 2 с.
10. Чесноков Д. Ю. Программа для расчета плавучести, остойчивости, непотопляемости, D&A Ukraine Software Group / Д. Ю.Чесноков. – Евпатория, 2010. – 28 с.
11. Регистр судоходства Украины. Правила перевозки зерна от 01.06.2007 р.

СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛУЖБАХ

Гладких И.И.,

Одесская национальная морская академия
(Украина)

Анализ проблем развития внутренних водных путей (ВВП) показывает, что без создания современных систем информационных технологий, навигационных систем и совершенствования организации информационного обеспечения участников транспортного процесса, высокоэффективной отраслью она стать не сможет. Это в основном обусловлено такими факторами как: наличие, на основных ВВП, участков повышенной сложности для плавания судов, транспортировка по ВВП опасных грузов, в первую очередь нефтепродуктов и химических материалов что представляет большую опасность окружающей среде и требует постоянного регулирования движения судов, контроля их местоположения и состояния перевозимых грузов; природно-климатические условия Европы не ограничивают возможности круглогодичного использования внутреннего водного транспорта, которые, как показывают исследования, могут быть существенно расширены посредством применения современных информационных технологий в судоходстве.

Для достижения приемлемого уровня безопасности судоходства на ВВП, его эффективного функционирования, охраны жизни и здоровья людей, защиты окружающей среды от возможного негативного воздействия судоходства, а также обеспечения эффективных перевозок, требуется регулярный обмен информацией между участниками транспортного процесса по следующим направлениям:

- метеорологическая информация;
- путевая информация;
- информация о движении флота;
- информация о перевозках.

Содержание предложенных направлений может быть представлено следующим образом:

Метеорологическая информация.

1. Прогнозы погоды и метеорологические сводки.
2. Предупреждения (штормовые, ледовые и т.п.).

Путевая информация.

1. Географические данные бассейна с обновлениями.
2. Береговые и плавучие знаки судоходной обстановки.
3. Габариты судового хода.
4. Постоянные препятствия на судовом ходе.
5. Временные препятствия на судовом ходе.
6. Текущий и прогнозируемый уровень воды в контрольных точках.
7. Состояние рек, каналов, шлюзов и мостов в бассейне.
8. Ограничения из-за подъема воды или ледовой обстановки.
9. Повреждения знаков судоходной обстановки.
10. Краткосрочные изменения в графике работы шлюзов и мостов.
11. Краткосрочные изменения в знаках судоходной обстановки.
12. Постоянный график работы шлюзов и мостов.
13. Местные правила судоходства.
14. Физические ограничения водных путей, шлюзов и мостов.
15. Правила плавания для прогулочных судов, яхт и т.п.
16. Тарифы и сборы.

Інформація о движении флота и грузов.

1. *Тактическая (текущая) информация:* определение собственного местонахождения; определение местонахождения других судов.

2. *Стратегическая (среднесрочная и долгосрочная) информация:* отображение информации о водном пути; отображение дислокации флота на акваториях большой протяженности; среднесрочная и долгосрочная оценка судоходной ситуации; характеристики судов; характеристики грузов; ожидаемый маршрут и пункт назначения; информация о происшествиях/авариях в зоне ответственности; организация судоходства в бассейне.

В целях эффективного использования ВВП необходимо организовать обмен информацией по вопросам:

– достижения максимальной пропускной способности или полезной мощности водных путей;

– достижения максимальной грузоподъемности судов;

– сокращения времени нахождения в пути;

– сокращения транспортных издержек;

– сокращения потребления топлива;

– обеспечения эффективной и экономичной увязки между видами перевозок;

– обеспечения эффективности портов и терминалов.

Оценка возможных путей осуществления информационного обеспечения ВВП показывает, что данное направление деятельности может быть качественно обеспечено посредством таких действий как,

а) организация на современном технологическом уровне:

– радиосвязи между судами и берегом (диспетчерскими службами на ВВП, районов водных путей, судоходных шлюзов и судоходных компаний);

– телефонной и документальной связи между смежными диспетчерскими службами РВП, СК, портов и узлами связи;

– радиосвязи между судами;

– контроля эфира на частотах бедствия, безопасности и вызова для радиотелефонии на ВВП.

б) применение в сфере навигации:

– традиционных навигационных систем, созданных на основе новых технологий, и спутниковых навигационных систем (СНС);

– электронных навигационных карт (ENC);

– систем отображения электронных навигационных карт и информации (Inland ECDIS);

– систем определения и передачи дифференциальных поправок GPS;

– инструментального контроля местоположения судов техническими средствами, в том числе РЛС и АИС.

в) создания речных информационных служб (РИС), задачи которых – сбор, обработка и передача на суда метеорологической информации и путевой информации, а судовладельцам и другим потребителям информации о движении флота и информации о грузовых и пассажирских перевозках.

С учетом опыта Европейских стран и специфики функционирования системы РИС на Дунае и Рейне можно предположить, что с внедрением новых информационных технологий будет обеспечен необходимый уровень безопасности и эффективности перевозок на ВВП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Настоящие руководящие принципы РИС-2002. – Женева, 2002. – 236 с.
2. Стандарт Inland ECDIS для внутреннего судоходства. – Регенсбург, 2011. – 244 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Ильченко С.В.,

Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований НАНУ
(Украина, г. Одесса)

Вступление. Для экономического исследования территориально-сетевое влияние каждого вида транспорта на размещение факторов производства и развития регионов экономистами разных стран было разработано и апробировано определенное количество подходов, в том числе и экономико-математических. Эти модели условно сгруппированы в три крупных блока – межрегиональные, региональные и межотраслевые, каждый из которых в свою очередь представляет комплекс предлагаемых вариантов.

Актуальность исследования. Предлагаемые различными авторами модели имеют очень много общего, все они учитывают такой производственный фактор как транспорт в качестве самого важного в развитии региональной экономики. В то же самое время, в каждой из моделей очевидны некоторые упущения, недоучет которых в результате не дает возможность получить адекватный результат. К примеру, выражение доступности региона только через километраж дорог в регионе или через время транспортировки грузов, приводит к недооценке влияния изменения качества транспортной сети. Или допущение, что трудовые ресурсы региона величина постоянная, упуская факт демографических изменений и межрегиональную миграцию на региональном рынке труда. Тем не менее при необходимости описанные модели могут корректироваться как на входе, так и во время исследования.

Постановка задачи. В результате проведенного исследования, наряду с определяющими и моделирующими количественные подходы, предлагается использовать формализованные модели, позволяющие оценить результаты усовершенствования транспортной системы качественно.

Результаты исследования. Подход к определению экономической активности региона на основе производственной функции оценивает влияние набора факторов производства на получение максимально возможного объема продукта, производимого с помощью этих факторов. Классически в качестве производственных факторов рассматривается капитал, труд и земля. Попытаемся ко всем перечисленным факторам добавить инфраструктуру в качестве общественных затрат, используемых фирмой в рамках региона. Это допущение объясняется следующим образом – чем выше техническое состояние инфраструктуры в регионе, тем выше уровень выпуска продукции, т.е. чем больше в регионе дешевой инфраструктуры в достаточном количестве, тем больший объем транспортно-привлекательных грузов будет произведено и привлечено. Основная проблема региональной производственной функции состоит в том, что при проведении ее эконометрической оценки возникает опасность недоучета случайных связей и эффектов замены между производственными факторами. То же самое касается и подхода, учитывающего количественное обеспечение региона транспортной инфраструктурой, поскольку при расчетах игнорируется ее качество, т.е. речь идет о тех подходах, когда в качестве параметров вводится количество километров ж/д путей или автомобильных дорог без оценки их состояния. Вряд ли применение на практике таких моделей покажет свою состоятельность, т.е. в таком упрощенном виде их использовать нельзя. Сегодня необходимы гибридные подходы, в которых транспортная инфраструктура учитывается в качестве одного из факторов, причем используемые индикаторы должны быть разными и включать, в том числе тип производства и вид транспорта.

Рекурсивная имитационная модель пространственного и социально-экономического влияния транспортного инвестирования и совершенствование транспортной системы, впоследствии с успехом использованная в некоторых национальных и региональных

проектах ЕС, от других региональных экономических моделей отличается тем, что в качестве производственного фактора учитывает не только спрос на региональном рынке труда, но также население и уровень миграции.

Имитационно-динамические модели системного типа предназначены для оценки наиболее желаемого воздействия транспорта на региональную экономику и окружающую среду. Эти макроэкономические модели определяют региональный спрос и предложение, а также межпроизводственные связи с помощью таблиц «затраты-выпуск». Кроме того, к ним можно применять субмодель в отношении пассажирского и грузового транспорта, размера и состава парка транспортных средств и влияния транспорта на окружающую среду – выбросы, шум, заторы и несчастные случаи на дорогах. Модели успешно использовались в национальных проектах в Германии и Италии, а также в крупных проектах ЕС.

В качестве долгосрочного прогноза пространственного развития страны в мире используется модель, разработанная в Политехническом университете Милана. С помощью программы моделируется рост национального и регионального ВВП, население и уровень миграции, основанные на предположении макроэкономических тенденций, таких как капиталовложения, безопасность, обменный курс и уровень инфляции, расходы на социальные нужды, цены на энергоносители и миграционная политика, а также институциональные изменения, сельскохозяйственный потенциал и транспортная инфраструктура.

Следующий блок моделей основан на модели межотраслевого баланса «затраты-выпуск» В. В. Леонтьева (1966). Конечный спрос в каждом регионе экзогенный, региональное предложение эластично, поэтому модели могут быть использованы при прогнозировании экономического развития региона в ответ на изменения транспортных расходов. Когда транспортные расходы в регионе растут, производители стремятся заказывать большее количество товаров у поставщиков из ближайших регионов, таким образом, экспорт в ближайших регионах растет, а в более отдаленных - снижается. Используя ее можно получить ответы на вопросы – какова связь транспорта с региональной экономикой и каким образом совершенствование на транспорте могут на нее повлиять, как определить и спрогнозировать рост грузовых и пассажирских транспортных потоков в условиях демографического и экономического непостоянства.

Базируясь на пространственной модели «затрат-выпуска» и используя функцию случайной полезности возможно симитировать размещение производства и потребления на уровне региона с учетом себестоимости продукции и транспортных расходов, таким образом генерируя потоки товаров и услуг, которые в свою очередь трансформируются в грузовые и пассажирские перевозки. Такой подход был успешен в проектах разных уровней в Испании, США, Венесуэле и совсем недавно в Чили.

В качестве другой группы моделей можно предложить модели, включающие идеи экономии на масштабах производства и несовершенной (монополистической) конкуренции. Различия с моделью «затрат-выпуска» ничтожно малы, поскольку последняя также определяет общее равновесие между транспортом и размещением и работает с использованием программного обеспечения. Стоит отметить, что в модели для каждого региона предполагается условие несовершенной (монополистической) конкуренции Диксита-Стиглица (1977) товарных рынков и совершенной конкуренции для локальных рынков товаров и факторов производства. В них цена и объемы товаров зависят от времени доставки грузов и транспортных расходов.

Еще в 1970 г. Amano и Fujita предложили свой вариант моделирования транспортных процессов и определения их роли в пространственном развитии регионов. Их модель была успешно использована в Японии для оценки экономического эффекта построения моста между о. Хоккайдо и Сикоку.

Наряду с перечисленными, определяющими и моделирующими количественные подходы, предлагается использовать формализованные модели, позволяющие оценить результаты усовершенствования транспортной системы качественно:

$$A_i = \sum_j E_j \exp(-\mu c_{ij}) \quad (1)$$

где A_i – доступность региона i ; E_j – вес региона j (ВРП, население, в том числе уровень занятости); C_{ij} – транспортные расходы или время на доставку грузов из i в j .

Относительную значимость результатов проводимых изменений можно определить с помощью формулы:

$$\Delta q_i = \Delta \left(\frac{A_i E_i}{\sum_j A_j E_j} \right). \quad (2)$$

Изменения в регионе i могут быть определены с помощью:

$$\Delta E_i = \sigma E_i \Delta q_i, \quad (3)$$

где σ – параметр чувствительности, рассчитываемый на основе предшествующих исследований.

Выводы. Расчеты, проводимые по всем представленным моделям, подчеркивают большую или меньшую степень поляризации регионов и их инфраструктуры, соответственно максимальную выгоду извлекают регионы, наиболее обеспеченные инфраструктурой не только количественно, но и качественно. Вопрос стоит о сокращении ярко выраженной степени поляризации, поскольку такая ситуация приводит к расслоению общества – социальному, экономическому, культурному. Однако результаты моделирования лишь констатируют и интерпретируют полученные результаты, но не решают автоматически поставленных задач. Более того, не всегда объективные данные, полученные в результате расчетов, оправдывают себя, и реализованные проекты становятся экономически, экологически и социально выгодными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Émile Quinet, Roger William Vickerman. Principles of transport economics / É. Quinet, R. William Vickerman – Edward Elgar Publishing, Inc., 2004. – 389 p.
2. Rietveld P., Nijkamp P. Transport and regional development / P. Rietveld, P. Nijkamp – Vrije Universiteit, Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometrie, 1992 – 21 p.
3. Кругман П. Пространство: последний рубеж // Пространственная экономика. 2005. – № 3. – С. 121-126.
4. Fujita M., Mori T. Structural stability and evolution of urban systems / M. Fujita, T. Mori. – Regional Science and Urban Economics, 1997. – P. 397-440.
5. Yarroq G. K. Welfare Losses in Oligopoly and Monopolistic Competition / G. K. Yarroq – J. Industr. Econ, 1985. – P. 515-530.
6. Леонтьев В. Межотраслевая экономика / В. Леонтьев; [пер. с англ.] – М. : Экономика, 1997. – 315 с.

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Жуковицький І.В., Скалозуб В.В., Устенко А.Б.,

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
(Україна)

Для ефективного рішення задачі управління вантажними перевезеннями на залізницях України (УЗ) вже кілька десятиріч використовуються комп'ютерні інформаційні системи. Перехід до ринкових відносин та розподілення загального вагонного парку за участю як держав-власників, так і приватних структур призвели до суттєвого ускладнення процесу управління і водночас вивели на перший план економічні фактори використання рухомого складу.

В УЗ для управління вантажними перевезеннями використовується автоматизована система керування вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ), та її нова версія – АСК ВП УЗЄ, яка відповідає вимогам до сучасних масштабних корпоративних систем. Але поки що не були створені її підсистеми, які б в повній мірі забезпечували підтримку управлінських рішень персоналу з використанням відповідних сучасних засобів прогнозування та оптимізації процесів перевезень на основі моделювання. Зрозуміло, що такі підсистеми матимуть ряд спільних функцій та можуть спиратися на спільні методи їх реалізації, тож доцільно координувати їх створення і підготувати засади до їх певної уніфікації. Для означення подібних підсистем управління автори запропонували використовувати термін «Аналітичні сервери» – АС.

Призначення АС полягає в тому, щоб, спираючись на інформаційний фундамент АСК ВП УЗ, забезпечувати безпосередню інформаційну підтримку управлінських рішень керівного, інженерно-технічного та диспетчерського персоналу УЗ.

Згідно з сучасними підходами до створення інформаційних систем, є доцільним використання спільної платформи, в рамках якої вирішуються питання стандартизації та загальносистемного забезпечення АС.

Загальні принципи створення аналітичних серверів згруповані по наступним категоріям:

- формування та використання інформаційної бази;
- взаємодія з користувачами;
- системна організація.

Принципи створення та використання інформаційної бази полягають в тому, що АС мають спиратися на повну інформаційну базу АСК ВП УЗ.

Разом з тим, повинно виконуватись автоматизоване створення «бази знань», яка включає результати поточної обробки первинних даних.

Для вирішення задач прогнозування динаміки технологічного процесу перевезень та оптимізації управління має використовуватись структурована сукупність математичних моделей, які відповідають різним рівням управління та використовують набір сучасних технологій моделювання (зокрема, апарат нейронних мереж, імітаційних моделей, нечітких моделей управління тощо).

Для оцінки управління та його оптимізації мають широко використовуватись економічні показники ефективності в сукупності з традиційними експлуатаційними показниками.

Принципи взаємодії АС з користувачем виходять з того, що в рамках АС мають бути реалізовані як суто інформаційний, так і інформаційно-радний режим підтримки управлінських рішень.

Принципи системної організації АС засновані на тому факті, що відкритість архітектури є фундаментальним принципом сучасних інформаційних систем.

Виходячи з перспективи створення сімейства АС, які мають вирішувати різноманітні типи задач підтримки управління, доцільно передбачати використання широкого спектру програмно-технічних рішень відповідно до особливостей таких задач. Зокрема це стосується можливості використання з боку АС власних апаратних ресурсів та ресурсів вузлів АСК ВП УЗ, а також розподілення ресурсів в рамках схеми клієнт-сервер.

При наявності широкого спектру апаратно-програмних рішень по створенню АС, доцільно віддавати пріоритет сучасним веб-технологіям.

В загальній схемі, що відображує функціонування аналітичних серверів в складі АСК ВП УЗ, можна виділити три рівні, на яких відбувається функціонування АС:

- рівень апаратно-програмних засобів (АПЗ) ядра АСК ВП УЗ;
- рівень АПЗ власно аналітичних серверів (АС);
- рівень АПЗ клієнтів АС.

АПЗ ядра АСК ВП УЗ насамперед забезпечують ведіння бази даних, якою користуються задачі АС. Тут також можуть функціонувати деякі програми обробки даних (наприклад, програми для формування «бази знань»).

АПЗ власно АС (це можуть бути апаратні сервери, які функціонують під управлінням власної операційної системи) забезпечують виконання більшої частини прикладних задач АС та задач управління взаємодією з клієнтами. На цьому рівні також ведуться локальні бази даних аналітичних серверів. Ці АПЗ можуть також вирішувати задачі представлення даних для користувачів (наприклад, при створенні АС на базі веб-рішень програмна реалізація текстово-графічного інтерфейсу користувача значною мірою відбувається на сервері).

На рівні АПЗ клієнтів, за варіантом використанні веб-технологій, викривується «надтонкий клієнт», де на ПК користувача може функціонувати лише стандартна програма-браузер.

Доцільно розглядати створення *двох платформ АС*, які призначені відповідно для керівного та інженерно-технічного персоналу, а також для оперативно-диспетчерського персоналу.

Доцільно виділити суттєво відмінні категорії функцій АС:

- базові функції, які мають входити до складу платформ АС (тобто, є спільними для різних модифікацій аналітичних серверів);
- прикладні функції, які відповідають задачам АС для конкретної категорії користувачів.

До складу базових функцій мають входити:

- одержання та аналітична обробка даних;
- прогнозування динаміки процесу перевезень та його показників;
- підтримка оптимізації управлінських рішень;
- оцінка очікуваних наслідків управління;
- адміністрування аналітичного серверу.

АС повинен мати низку стандартних функцій аналітичного характеру – прогнозування, оптимізації, статистичних, які можуть бути використані для різноманітних систем підтримки прийняття рішень. Кожна з таких систем може вибрати необхідну кількість стандартних функцій із запропонованого набору і, також, набір спеціалізованих функцій, призначених саме для цієї системи.

Склад прикладних функцій має визначатись в ході розробки конкретних АС. Прикладами таких функцій є підтримка складання різних типів оперативних планів, підтримка оптимізації рішення різних типів задач управління вагонопотоками тощо.

БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РЕКОНФІГУРАЦІЇ КЕРУВАННЯ ЛІТАКОМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ У ПОЛЬОТІ

Казак В.М., Шевчук Д.О., Кравчук М.П.,

Національний авіаційний університет

(Україна, м. Київ),

Вовк В.Г.,

Національний університет харчових технологій

(Україна, м. Київ)

Актуальність. Концепція реконфігурації поверхонь керування знайшла свій розвиток у реконфігурації закону керування повітряним судном (ПС). Так, у роботі [1] розглянуто фактори, що викликають втрату керованості ПС у процесі їх льотної експлуатації, а також запропоновані методи та моделі реконфігурації керуючих органів для забезпечення виконання поставленої задачі ПС в умовах виникнення особливих ситуаціях (ОС) у польоті. Дослідження [2, 3] показують, що для відновлення керованості ЛА в ОС можна використовувати активні та пасивні способи.

Постановка задачі. Науковому дослідженню підлягає проблема розроблення бортової інтелектуальної системи реконфігурації керування (БІСРК) для забезпечення керованості системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище» в умовах виникнення особливої ситуації у польоті.

Результати досліджень. Під системою «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище» в умовах виникнення пошкодження зовнішньої поверхні літака у польоті, будемо розуміти літак з його аеродинамічними властивостями, дії екіпажу, спрямовані на відбиття особливої ситуації (ОС), що раптово виникла, БІСРК, що функціонує на кожному етапі розвитку ОС, середовище, що змінює свої характеристики, а також ОС, яка розвивається в часі, певним чином між собою взаємозалежні і відображають у комплексі єдине ціле, а також впливають на рішення необхідного набору задач польоту і залежно від етапу ОС із заданою точністю у визначеному наборі обмежень.

Керування такою складною системою, як «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище» в умовах виникнення ОС у польоті неможливе без залучення синоптичної інформації, тобто якісної інформації. Традиційні методи теорії керування виявляються малоефективними в ситуаціях, коли, не всі цілі управління об'єктом можуть бути виражені у вигляді кількісних співвідносин; процес керування є багатокроковим або зміст кожного кроку не може бути заздалегідь однозначно визначений. Отже, виникає потреба застосування логіко-лінгвістичних моделей, які допомагають формалізувати знання і досвід дій екіпажів в аналогічних ОС, тобто введення в БІСРК логіко-лінгвістичних моделей поряд з математичними. Використання логіко-лінгвістичного моделювання, ґрунтованого на принципах нечіткої логіки та нейромережах, значно розширює можливості застосування БІСРК за рахунок складноформалізованих або зовсім неформалізованих завдань керування польотом літака в умовах виникнення ОС.

Можливість класифікації ОС дозволяє звести завдання прийняття рішення до завдання пошуку такого розбиття множин ситуацій на типові класи ОС, за якого кожному класу відповідає певне рішення (краще з погляду екіпажів), які успішно нейтралізували аналогічну ОС. Таким чином, у процесі функціонування БІСРК буде генеруватись рішення, що ґрунтуються на типових сценаріях, на основі попереднього досвіду та успішних дій екіпажів в аналогічних ОС. Сценарії в БІСРК мають бути пов'язані між собою такими причинно-наслідковими відношеннями, які при зміні стану системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище-ОС» (у результаті аналізу інформації від бортових вимірювальних пристроїв) повністю описували б розвиток типової ОС, яка виникла у польоті за допомогою переходу з одного сценарію в інший за оптимальним шляхом до досягнення поставленої

мети.

Ядром БІСРК ситуаційного типу є «база даних» (рис 1), призначена для зберігання довгострокових даних, що описують типові ОС у вигляді логіко-лінгвістичних моделей. Блок оцінювання поточного стану на основі інформації яка надходить на його вхід від системи діагностування зовнішнього обводу літака, систем бортового обладнання та інформації про дії екіпажу, будує формалізований опис поточної (спостережуваної) польотної ситуації, здійснює аналіз ситуації та визначає необхідність зміни стану ПС в умовах виникнення типової ОС у польоті. Дані про типовий ОС і потрібні керуючі впливи зберігаються в розподіленій «базі знань» у вигляді набору керуючих правил: «Якщо (виникла ОС), то (необхідна реконфігурація керуючих впливів), інакше (погіршений етап розвитку ОС)». З використанням інформації про поточний стан системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище-ОС» відбувається спрямований пошук потрібного правила керування. Якщо поточна польотна ситуація вимагає реконфігурації керуючих впливів, тобто формування цільового для ситуації, що склалася у повітрі, керуючого впливу або вироблення відповідної підказки екіпажу, то опис спостережуваної ситуації надходить в блок аналізу та прийняття рішень. Цей блок містить «таблицю рішень», що формується за допомогою системи продуціювання типових ОС на конкретні правила керування, які зберігаються в «базі даних», вибирає необхідне, що відповідає поточній польотній ситуації системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище-ОС» для забезпечення виконання поставленої цілі.

Блок формування підказок та реконфігурації керуючих впливів здійснює зіставлення керуючих впливів екіпажу з потрібними для ситуації, що склалася у польоті та приведення нев'язки, до форми, що видається на індикацію екіпажу, у вигляді підказок або автоматичної стабілізації польоту літака залежно від стану системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище-ОС». Для обробки поточної польотної інформації і прийняття рішень щодо керуючих впливів відбувається постійне звертання до розподіленої бази даних БІСРК.

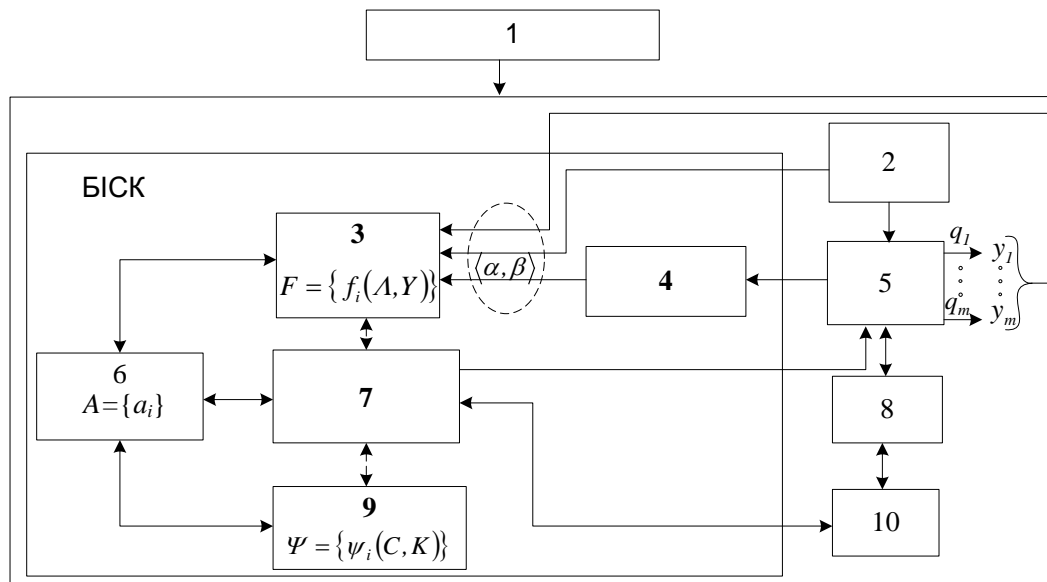


Рисунок 1 – Структурна схема БІСРК:

1 – особлива ситуація; 2 – зовнішнє середовище; 3 – блок оцінки поточного стану; 4 – система діагностування зовнішнього обводу літака у польоту; 5 – літак; 6 – база даних; 7 – блок формування підказок та реконфігурації керуючих впливів; 8 – екіпаж; 9 – блок аналізу та прийняття рішення; 10 – табло підказок.

Математичну модель задачі формування оптимального варіанта продовження польоту в умовах виникнення особливої ситуації у польоті, подамо у вигляді кортежу:

$$\text{БІСРК} = \langle C, A, \Lambda, P, Q, Y, F, K, \Psi, E \rangle, \quad (1)$$

де $C = \{c_i\}$ – множина цілей (для даної задачі основною ціллю є збереження керованості системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище» в умовах виникнення пошкодження зовнішньої поверхні літака у польоті); $A = \{a_i\}$ – множина стратегій виконання поставлених цілей у польоті з урахуванням поточних аеродинамічних властивостей літака, дії екіпажу, що спрямовані на парировання ОС, БІСРК, яка функціонує на кожному етапі розвитку ОС, середовища, що змінює з висотою свої характеристики, а також ОС, яка бурхливо розвивається в часі, певним чином; $\Lambda = \{\lambda_j\} = \{\langle \beta_j, \gamma_j \rangle\}$ – множина чинників, що впливають на результат продовження польоту (β_j – чинники, якими неможливо керувати (зовнішнє середовище, пошкодження несучої поверхні, дії екіпажу); γ_j – чинники, якими можна керувати (реконфігурація керування, положення органів керування і несучих поверхонь)); $Q = \{q_j\}$ – множина наслідків вибору певної альтернативи забезпечення керованості літака в умовах виникнення ОС у польоті; $Y = \{y_j\}$ – вектор характеристик наслідків $q \in Q$, тобто оцінювання результатів вибору певної альтернативи із бази даних БІСРК для забезпечення керованості системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє середовище-ОС» в умовах виникнення пошкодження зовнішньої поверхні літака у польоті; $F = \{f_i(\Lambda, Y)\}$ – множина функцій, яка ставить у відповідність множинам стратегій A і чинників Λ множину результатів Y ; $K = \{k_i\}$ – множина критеріїв ефективності оцінки вибраного керуючого правила із бази даних БІСРК, для визначення відповідності результату прийняття рішення поставленим цілям; $\Psi = \{\psi_i\}$ – множина оцінок корисності існуючих альтернатив за критеріями K , та ймовірностей впливу P^{oc} , P^{36} , $P^{ек}$; $P^{oc} = \{p_i^{oc}\}$ – множина оцінок ймовірностей впливу зовнішнього пошкодження літака, яке виникло у польоті на керованість системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє збурення-ОС»; $P^{36} = \{p_i^{36}\}$ – множина оцінок ймовірностей впливу зовнішнього середовища на керованість системи «літак-екіпаж-БІСРК-зовнішнє збурення-пошкодження зовнішньої поверхні літака»; $P^{ек} = \{p_i^{ек}\}$ – множина оцінок ймовірностей впливу дій екіпажу на керованість системи «літак – екіпаж – БІСРК – зовнішнє збурення – ОС».

Висновок. Концепція створення БІСРК будується на основі інтеграції декількох технологій штучного інтелекту. Оскільки нечіткі системи працюють зі слабо-структурованою якісною інформацією, а нейронні мережі використовують лише кількісну інформацію, через поєднання цих двох методів можна використовувати усю доступну інформацію про літак в умовах раптового виникнення ОС у польоті. Розроблений на цій основі алгоритм керування поєднує певним чином здатність нейронних мереж до самонавчання та адаптації до невизначеностей і здатність нечітких систем обробляти якісну інформацію, яка формується у базі даних БІСРК, створеної на досвіді успішних дій інших екіпажів в аналогічних ситуаціях у польоті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Системні методи відновлення живучості літальних апаратів в особливих ситуаціях у польоті : монографія / В. М. Казак. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. – 284 с.
3. Живучесть авиационных силовых установок : учебник для студ. вузов направления «Авиация и космонавтика» / В. С. Кривцов, А. И. Рыженко; Национальный аэрокосмический ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный ин-т». – Х. : ХАИ, 2004. – 660 с.
4. Бруссард Р. Применение рассчитанных заранее законов управления в реконфигурируемой системе управления полетом / Р. Бруссард, Д. Д. Мер-дер, Н. Хальо, А. К. Каглаян // Аэрокосмическая техника. – 1989. – № 2. – С. 33–42.

КЛАСИФІКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТА МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Кондратенко Ю.П., Сіденко Є.В.,

Чорноморський державний університет ім. П. Могили
(Україна, м. Миколаїв)

Вступ. Дана доповідь присвячена проблемам транспортної логістики, що являє собою одну із функціональних сфер логістики, яка оптимізує логістичні операції на шляху матеріального потоку від постачальника до кінцевого споживача із застосуванням транспортних засобів [1]. При цьому процес транспортування розглядається як процес, пов'язаний з переміщенням матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва або готової продукції певним транспортним засобом у логістичному ланцюзі, який складається, у свою чергу, з комплексних та елементарних підпроцесів, що охоплюють експедирування, вантажопереробку, упаковування, передачу прав власності на вантаж, страхування та ін [2].

Актуальність досліджень. Важливу роль в підвищенні ефективності транспортних вантажоперевезень відіграють інформаційні технології та програмні засоби, що дозволяють вирішувати задачі транспортної логістики на новому (інтелектуальному) рівні з використанням методів лінійного програмування, умовної оптимізації, теорії нечітких множин та нечіткої логіки, SWOT-аналізу та ін. Значна частина логістичних операцій на шляху руху матеріального потоку від джерела сировини до кінцевого споживача здійснюється із застосуванням різних транспортних засобів, в т.ч. і комбінованих. Витрати на виконання цих операцій складають до 50% від суми загальних витрат на логістику. Узгодження дій з управління матеріальними потоками в процесі здійснення великих обсягів перевезень є важливою задачею транспортної логістики. Актуальність транспортної логістики обумовлена необхідністю транспортувати зростаючі потоки вантажів без відповідного збільшення кількості транспортних засобів, які приймають участь в процесі вантажоперевезень. Підприємству або фірмі при реалізації каналів розподілу готової продукції доводиться вирішувати комплекс питань, пов'язаних з доставкою, вибором виду і типу транспорту транспортного засобу, організацією перевезень. Від ефективності прийняття рішень буде залежати прибуток компанії, його імідж, конкурентоспроможність і т. д. [3].

Постановка задачі. Процеси прийняття ефективних рішень в транспортній логістиці, тобто вибір найкращого альтернативного варіанту серед існуючих, супроводжуються попереднім створенням певної системи критеріїв і переваг та аналізом множин оцінювальних параметрів. Вирішення комплексу завдань, пов'язаних з організацією переміщення вантажів транспортом загального користування, передбачає попередню класифікацію задач транспортної логістики для підвищення ефективності прийняття управлінських рішень, а також визначення методів, які доцільно і найбільш ефективно застосовувати в процесі вирішення поставлених завдань. При цьому транспорт загального користування охоплює: залізничний, водний (морський та річний), автомобільний, повітряний, трубопровідний транспорт.

Результати досліджень. Аналіз задач транспортної логістики [4, 5, 6] дозволяє окреслити основні з них: створення транспортних систем, зокрема транспортних коридорів ланцюгів; спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту; координація транспортного і виробничого процесів; вибір виду і типу транспортного засобу; визначення раціональних маршрутів доставки вантажів; оцінка якості вантажоперевезень; зниження паливних витрат, пов'язаних з перевезенням вантажу; оптимізація транспортних маршрутів в умовах невизначеності. Цільовою функцією в задачах транспортної логістики (рис. 1) найчастіше є мінімізація вартості та термінів вантажоперевезень від постачальників до споживачів та мінімізація довжини маршруту вантажоперевезень від одного постачальника до кількох споживачів.



Рисунок 1 – Класифікація транспортної складової логістичних систем

Ефективність прийняття рішень в транспортній логістиці суттєво залежить від коректного вибору відповідного методу оптимізації. Для вибору оптимальних маршрутів, а також виду та типу транспортних засобів доцільно застосовувати методи на основі експертних оцінок та пріоритетів, зокрема, метод аналізу ієрархій (МАІ), нечіткий МАІ, метод групового урахування аргументів. Методи на основі нечіткого логічного виведення Мамдані або Сугено-типу є ефективними для багатокритерійного оцінювання якості вантажоперевезень [6, 7]; при прогнозуванні перспектив розвитку транспортних компаній комбінують використання нечіткої логіки з нейронними мережами. Методи лінійного програмування застосовують для визначення оптимальної кількості транспортних засобів, які приймають участь в процесі перевезення вантажів, з мінімізацією транспортних витрат або максимізацією прибутку від реалізованих послуг.

Задачі мінімізації вартості перевезень вантажу від кількох постачальників до кількох споживачів розв'язують методами північно-західного кута, мінімальної вартості, Фогеля (для отримання початкового плану) та методом потенціалів для отримання найкращого варіанту вантажоперевезень.

Висновки. В результаті досліджень авторами проведено класифікацію задач транспортної логістики та окреслено методи для їх ефективного вирішення. Ефективність прийняття рішень в задачах, пов'язаних з перевезеннями вантажів, залежить від правильності обраних методів та стратегії для досягнення поставленої мети.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ларіна Р. Р. Логістика. – Донецьк : ДонДУУ, 2006. – 277 с.
2. Денисенко М. П., Левковець П. Р., Михайлова Л. І. та ін. Організація та проектування логістичних систем. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
3. Крикавський Є. В., Чухрай Н. І. Логістика. – К. : Кондор, 2009. – 340 с.
4. Гаджинський А. М. Логістика. – М. : Центр «Маркетинг», 2000. – 375 с.
5. Леншин И. А., Смольняков Ю. Й. Логістика. – М. : Машиностроение, 1996.–392 с.
6. Kondratenko Y. P. Optimisation problems in marine transportation // Incidencia de las relaciones economicas internacionales en la recuperacion economica del area mediterranea. Barcelona: Real Academia de Ciencias Economicas y Financieras, 2011. – P. 43-52.
7. Кондратенко Ю. П., Енчева С. Б., Сіденко Є. В. Синтез нечітких систем підтримки прийняття рішень для задач транспортної логістики // Технічні вісті. – Вип. 1(31), 2(32). – Львів, 2010. – С. 61-66.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ DATA FARMING

Криковлюк Е.А., Пенеляев В.А., Сахнюк М.А.,
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины
(Украина, г. Киев)

Введение. Одной из основных тенденций, которые наметились в последние годы в области исследования сложных стохастических систем, является повышение требований к процессам принятия соответствующих управленческих или проектных решений.

Реализация систем управления, внедряемых в таких областях, как транспорт, экономика, биология, маркетинг, бизнес-процессы, космос, планирование и выполнение военных (боевых) или миротворческих операций, требует разработки новых методов и подходов, базирующихся на современных информационных технологиях. К числу наиболее известных подходов, получивших развитие в последние десять лет, относится методология Data Farming. Указанная методология берет свое начало от проекта ALBERT, выполнение которого было инициировано управлением Военно-морских сил США. Впоследствии эта разработка приняла международный характер и к ней подключились специалисты из многих стран, сформировав сообщество по Data Farming, в состав которого вошли представители таких стран как Германия, Англия, Голландия, Португалия, Швеция, Норвегия, Турция, Канада, Австралия, Сингапур, Новая Зеландия, Южная Корея [1].

Отличительной особенностью методологии Data Farming является интеграция методов имитационного моделирования, оптимизации, методов интеллектуального анализа данных и технологии распределенных вычислений, реализуемых на высокопродуктивных средствах вычислительной техники [2].

Постановка задачи. В условиях отсутствия отечественных разработок в области использования системы Data Farming и соответствующего финансирования актуальной является проблема создания отечественной версии указанной системы.

В настоящее время в Институте кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины начаты работы по созданию системы распределенного оптимизационно-имитационного моделирования на базе концепции Data Farming. При этом, в качестве базовой системы будет использована разработанная ранее система оптимизационно-имитационного моделирования NEDISOPT_D [3].

Основные концепции методологии Data Farming. Методология Data Farming была разработана в целях оказания помощи лицам принимающим решения (decision makers), для получения ответов на вопросы, с которыми они не могли обратиться к традиционным методам имитационного моделирования.

В основу разработки методов и средств поддержки Data Farming положены следующие идеи.

1. Использование парадигмы *агентно-базированное моделирование*. По своей сути *агентно-базированное моделирование* относится к классу традиционного дискретно-событийного имитационного моделирования. Основное отличие здесь заключается в том, что объекты агентно-базированной имитационной модели представляют те объекты реального мира, которые, кроме набора определяющих их атрибутов, обладают возможностью познания и обучения. Заметим, что в практике современного имитационного моделирования объекты такого рода принято называть агентами.

2. Использование *высокопродуктивных платформ вычислительной техники*. Последнее позволяет порождать, обрабатывать и анализировать в кратчайшие сроки громадные пространства выходных данных экспериментов с целью выбора наиболее эффективных управленческих решений.

3. Использование концепции *дистилляционные модели (distillations)*. Заметим, что термин «*distill*» в переводе означает «извлекать существенное». Разработка *distillations-*

моделей должна базироваться на выборе такого уровня детализации реальных систем, который позволяет принимать к рассмотрению только доминантные элементы и объекты, оказывающие наибольшее влияние на выходы соответствующих моделей (в данном случае – на обязательном учете влияния человеческого фактора).

4. Расширение множества *объектов реального мира*, которые представляются в соответствующих агентно-базированных моделях.

Как правило, при выполнении боевых или миротворческих операций, особенно на урбанизированных территориях, часто возникает необходимость устранения так называемых *асимметричных угроз*, когда приходится иметь дело не с регулярными войсками противника, а с толпой голодных, злых, и подчас разъяренных представителей мирного населения. Нередко солдаты и даже командиры воинских подразделений априори не знают, каким образом поведут себя отдельные группы гражданского населения: станут их сторонниками, нейтралами или врагами. В классических моделях для оценки результатов боевых операций, так называемых *combat-моделях*, основное внимание уделялось вопросам эффективного использования средств вооружения и мощностей наличной боевой техники. Современные подходы к разработке тактик и стратегий в области военных приложений базируются, в первую очередь, на учете влияния человеческого фактора на исход (успешный или неудачный) соответствующих операций.

На рис. 1 представлены основные объекты реальных систем, которые должны быть описаны в разрабатываемых агентно-базированных моделях для поддержки задач оценки и принятия эффективных управленческих решений при планировании и выполнении боевых или миротворческих операций. Эта схема впервые была рассмотрена в работе создателей системы Pythagoras [4].

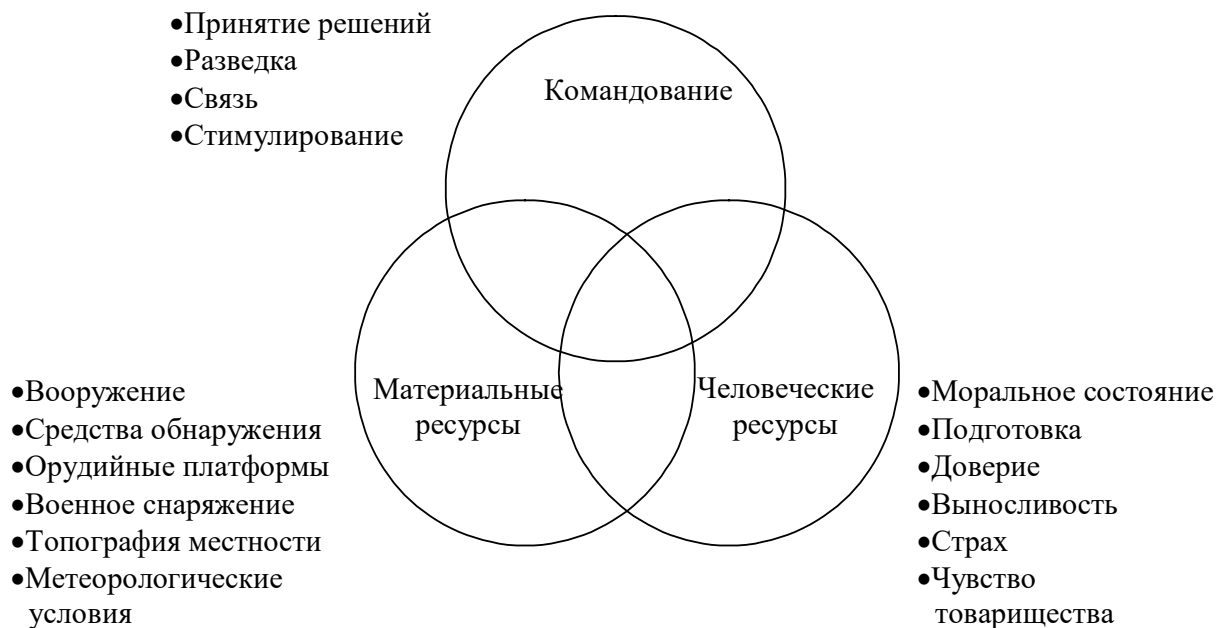


Рисунок 1 – Основные составляющие среды боевых или миротворческих операций

В кругах указаны наименования соответствующих классов объектов реального мира, а в вертикальных столбцах перечислены наборы их атрибутов или наименования отдельных актов их деятельности. Заметим, что указанные по вертикали характеристики выступают в роли определяющих факторов при решении задач управления боевыми или миротворческими операциями. Кроме того, многие из этих факторов являются взаимосвязанными. Так, например, только хорошо подготовленные солдаты могут эффективно применять соответствующее оружие под командованием опытных офицеров.

Дружелюбный по своему характеру солдат и мирный житель всегда могут прийти к взаимопониманию.

В данном случае, к классу объектов *человеческие ресурсы* относятся как солдаты соответствующих воинских подразделений, так и представители различных групп мирного населения. В состав объектов класса *командование* могут быть включены как командиры воинских подразделений, так и лидеры отдельных групп мирного населения. Объекты класса *материальные ресурсы*, наряду с инфраструктурой и вооружением воинских подразделений, представляют также окружающую среду (рельеф местности и метеоусловия).

Набор факторов для всех объектов указанных классов с учетом возможных уровней их изменения образует громадное пространство переменных решений, на базе которого будет осуществляться поиск и выбор оптимального управленческого решения, основываясь на реализации многомиллионных прогонов соответствующей агентно-базированной модели. Именно средства системы Data Farming способны обеспечить решение поставленной задачи на средствах высокопродуктивной вычислительной техники.

5. Использование концепции *коэволюция (co-evolution)*. Как правило, в агентно-базированных моделях представляются действия и взаимодействия одновременно-существующих различных групп (команд) агентов, которые дружат или конкурируют, соперничают, конфликтуют, воюют друг с другом вплоть до уничтожения. В методологии разработки военных приложений часто используется концепция *blue-red-teaming*, когда рассматривается противостояние команд *синих* и *красных* агентов. Команды наблюдают за действиями друг друга и на основании полученной информации принимают решения о превентивных мерах направленных на упреждение угроз со стороны противника [5].

6. Проведение исследований в среде Data Farming в формате *оптимизационно-имитационных экспериментов*. В настоящее время применяемые в среде Data Farming оптимизационные стратегии базируются на моделях эволюционных вычислений и методе на основе латинского гиперкуба (*Latin Hypercube*). Зарубежными специалистами создан центр SEED (Simulation Experiment and Efficient Design), одним из основных назначений которого является разработка перспективных средств планирования и реализации такого рода экспериментов для повышения эффективности процессов принятия решений [6].

Особенности реализации систем агентно-базированного моделирования в среде Data Farming. К наиболее известным системам *агентно-базированного моделирования*, разработанных в поддержку проекта ALBERT и применяемых в военных приложениях, относятся такие системы, как PAX, Pythagoras и MANA. Указанные системы встроены в среду Data Farming.

Система агентно-базированного моделирования PAX была разработана в Германии Европейским аэрокосмическим и оборонным концерном (EADS) в сотрудничестве с факультетом социальной психологии Университета в Цюрихе и факультетом исследования операций в Университете в Пассау в целях исследования различных аспектов миротворческих операций: планирования тактик, использования техники и различных процедур поддержки такого рода операций, в первую очередь по оказанию гуманитарной помощи.

Система моделирует объекты человеческих ресурсов, представленных как личным составом воинских подразделений, так и гражданскими лицами. В системе PAX также обеспечена возможность исследования важного социально-психологического аспекта, связанного с проблемой нейтрализации коллективной агрессии, базирующейся на таких факторах как мотивация, эмоции и стресс.

С помощью специально разработанных инструментариев Rules Editor и Motive Editor система PAX поддерживает возможности задания атрибутов и определения схем поведения соответственно для военных и мирных граждан, а также возможности анализа тактик, применяемых как военными, так и гражданскими лицами.

Поиск оптимальных управляющих решений на основании различных эволюционных алгоритмов и стратегий осуществляется с использованием среды Data Farming, реализованной на кластере Бундесвера. Последнее позволяет принимать оперативные решения на фазе оперативного анализа и планирования, что обеспечивает возможность их применения в военных играх (*wargaming*).

Другой областью будущих приложений является использование PAX для обучения и тренинга командного состава, а также при формировании различного рода военных доктрин.

Система Pythagoras была разработана компанией Northrop Grumman, для поддержки Проекта ALBERT. В системе разработан широкий набор средств, обеспечивающих адекватное описание поведения, как военных, так и гражданских лиц в условиях военных конфликтов: мягкие правила (*soft decision rules*), динамическая многосторонность (*sidedness*), триггеры (*triggers*) управляющие изменением поведения агентов в зависимости от текущей обстановки, особенности использования оружия несмертельного действия [7].

Система Pythagoras размещена в Высокоэффективном вычислительном центре на Мауи, где выполняются большое количество вычислений на огромных объемах данных с целью идентификации области неожиданных поведений и нелинейных результатов при исследовании военных конфликтов, реализуемых, как правило, по схеме *co-evolution*.

Система использовалась при исследовании проблем патрулирования сельской местности в условиях реализации антитеррористических операций. На основе моделирования проводился анализ военного конфликта при Меддоу, где противостояли военные силы США и Японии.

Разработанная Технологическим Агентством Обороны в Новой Зеландии система MANA (Map Aware Non-Uniform Automata) базируется на концепции клеточных автоматов. Используют методы агентно-базированного моделирования для представления различных аспектов военных конфликтов. При этом участники таких конфликтов (как дружественные элементы, так и противники) представлены агентами, которые перемещаются в зависимости от сложившейся ситуации на поле сражения.

Система предлагает специальный набор параметров, управляющих перемещением и изменением состояния агентов. Для отображения различных аспектов военных сражений разработаны соответствующие сценарии, которые базируются на тактике коэволюции (*co-evolution*) [8]. Модифицированная версия системы MANA использовалась в США в целях оценки инвестиционных стратегий по организации защиты границ вдоль части Южного побережья с пограничным постом в Дугласе.

Выводы. Несмотря на то, что изначально система Data Farming проектировалась для применения в области военных приложений, перспективы ее использования будут связаны с мирной деятельностью. В настоящее время агентно-базированное моделирование использовались в различных областях таких, как: моделирование индивидуального и группового поведения на финансовых рынках, сети дорог, эпидемиологические системы.

Здесь можно провести аналогию с традиционными системами имитационного моделирования. Так, широко известные в свое время системы на базе языков Simula-67, GPSS, GASP-IV (зарубежные разработки) и СЛЭНГ, НЕДИС, АЛСИМ (отечественные разработки) первоначально использовались при создании различного рода секретных приложений, а затем нашли широкое применение в практике разработки и использовании мирных приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Horne G. E., Meyer T. E. Data Farming: Discovering Surprise // Proc. of the Winter Simulation Conf., 2005. – P. 1082–1087.
2. Horne G. E. Data Farming around the world overview / G. E. Horne, K. P. Schwierz // Proc. of the Winter Simulation Conf. – 2008. – P. 1442–1447.
3. Пепеляев В. А., Сахнюк М. А., Черный Ю. М. Параллельная реализация процессов направленного поиска оптимальных решений // Проблеми програмування. – 2010. – № 2-3. – С. 572-576.
4. Bitinas E. J., Henscheid Z. A., Truong L. V. Pythagoras : A New Agent-based Simulation System // Technology Review Journal. – 2003 – P. 45-57.
5. Choo C. S., Ng E. C., Ang Dave, Chua C.L. Data Farming in Singapore: a brief history // Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference – 2008. – P. 1448-1455.
6. <http://harvest.nps.edu/>
7. Lampe Thorsten A., Schwarz Gunter J., Wagner Gudrun PAX : Designed for Peace Support Operations // Issue 2 Workshop 14. – 2007. – P. 43-48.
8. Emmet R. B. III, Ernest H. P., A Case Study of the Development and Use of MANA-based Federation for Studying U.S. Border Operations // Proc. of the 2006 Winter Simul. Conf. – 2006. – P. 841 – 847.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОШУКОВИХ ЗАПИТІВ В БАЗІ ЗНАНЬ «НАДТВЕРДІ МАТЕРІАЛИ»

Лебедєва А.А., Панасюк Т.С.

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М.Бакуля НАН України
(Україна, м. Київ)

У цьому повідомленні представлені результати розробки програмних продуктів для автоматизації та оптимізації пошукових запитів в базі знань (БЗ) предметної області «Надтверді матеріали» (ПрО «НТМ»).

Використання інформаційних технологій в області створення нових перспективних надтвердих матеріалів включає вирішення складного завдання ефективного і оперативного аналізу величезної кількості несистематизованих даних. Це вимагає впровадження нових інформаційних технологій для організації систем збору, зберігання і відповідної обробки кількісної та якісної інформації, а також застосування технологій інтелектуального аналізу даних, що дозволяють виявляти «приховані» знання, з наступною адекватною оцінкою їх достовірності.

База знань в предметній області «Надтверді матеріали», що розробляється в ІНМ [1], заснована на моделі ПрО «НТМ», яка є об'єднанням тезаурусу і онтології. Тематичний електронний інформаційно-пошуковий тезаурус і онтологія ПрО спроектовані в системі Protégé, яка формує відповідні XML-файли (Extensible Markup Language) з фіксованими в них парадигматичними відношеннями лексичних одиниць (термінів). Для пошуку, вибору та аналізу інформації розроблена комп'ютерна програма поєднання через формат XML електронного тезаурусу і онтології з матеріалознавчим базами даних Інституту, розробленими на об'єктно-орієнтованій мові DELPHI в системі WINDOWS-XP і розміщеними на Сервері-2003 ІНМ.

Необхідність аналізу великого обсягу неструктурованих даних ПрО «НТМ» та низький рівень їх формалізації зумовили інтенсивність наукових досліджень в області оптимізації пошукових запитів в системі управління матеріалознавчою БЗ Інституту. Оптимальним вважається запит, що дозволяє знаходити об'єкти, у яких семантичні метадані близькі семантичному опису пошукового запиту. Під терміном семантичні метадані розуміємо метадані, що описують контекст об'єкта в інформаційній системі за допомогою понять предметної області «НТМ».

Одночасно виникла проблема ефективного пошуку, обробки та аналізу інформації в повнотекстових базах даних (звітів по НДР, патентів, архівних файлів, даних в Інтернет та ін.) з метою подальшого розширення БЗ ПрО «НТМ».

Результатом робіт по розв'язанню цих проблем стала розробка програмних засобів для БЗ, які дозволяють реалізувати семантичний пошук інформації як в корпоративних базах даних, так і в Інтернет. Об'єктом-еталоном при семантичному пошуку є пошуковий запит, поданий у вигляді тематичних метаданих. Процедура формування масиву об'єктів-кандидатів для виконання серед них семантичного пошуку полягає у виборі користувачем тих понять з онтології інформаційних ресурсів, яким відповідають необхідні типи об'єктів. В результаті семантичного пошуку користувачеві пропонується список знайдених за запитом об'єктів, впорядкованих за рівнем семантичної близькості і додатково згрупованих за типами об'єктів. Пошукова машина використовує запит як вхідні дані для отримання вибірки з колекції документів.

Розроблені програми дозволяють розширювати і уточнювати пошукові запити до баз даних шляхом пошуку в XML-файлі заданого терміну в якості кореневого елемента та пошуку термінів, асоційованих з ним і представлених дочірніми елементами. Всі знайдені слова і словосполучення (терміни) виводяться в окремому текстовому файлі з можливістю подальшої їх коригування та оформлення в якості пошукового запиту.

Після коригування запиту система здійснює пошук в зазначених базах даних кожного із заданих термінів. Якщо термін знайдений, то на екран виводиться посилання на відповідний файл (або елемент бази даних), доступний для перегляду.

Для наочного представлення і зручності користування тезаурусом розроблена система візуалізації зв'язків між термінами. Для полегшення пошуку передбачено «випадаюче» меню зі списком усіх можливих термінів, передбачених тезаурусом.

Розроблені програмні продукти, дозволяють об'єднати електронний тезаурус, онтологію та корпоративні бази даних в єдину систему управління БЗ.

Запропонований підхід дає можливість використання онтолого-тезаурусного системи ПрО «НТМ» як інформаційно-інтелектуального продукту в режимі on-line як в корпоративній так і в глобальній мережі Інтернет.

ЛІТЕРАТУРА

1. Онтологический подход к построению базы знаний «Сверхтвердые материалы» / В. Н. Кулаковский, А. А. Лебедева, К. З. Гордашник, Е. М. Чистяков, И. В. Скворцов // Штучний інтелект. – 2008. – № 4. – С. 91-102.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ЛЕСА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Ляшенко Е.Н., Жарикова М.В.

Херсонский национальный технический университет
(Украина)

Введение. Согласно лесному кодексу Украины (статья 3) [1], лес – это совокупность земли, растительности, в которой доминируют деревья и кустарники, животных, микроорганизмов и иных природных компонентов, которые в своем развитии биологически взаимосвязаны, влияют друг на друга и на окружающую среду.

Леса Украины по экологическому и хозяйственному значению делятся на первую и вторую группы (статья 36) [1]. К первой группе относятся леса, выполняющие преимущественно природоохранные функции. В зависимости от преобладания выполняемых ими функций леса первой группы относятся к следующим категориям защитности:

1) водоохранные (полосы лесов по берегам рек, вокруг озер, водохранилищ и других водных объектов, полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб, а также защитные лесные насаждения на полосах отвода каналов);

2) защитные (леса противозерозийные, защитные полосы лесов вдоль железных дорог, автомобильных дорог международного, государственного и областного значения, особо ценные лесные массивы, государственные защитные лесные полосы, степные колки и другие леса степных, лесостепных, горных районов, имеющие важное значение для защиты окружающей природной среды);

3) санитарно-гигиенические и оздоровительные (леса населенных пунктов, леса зеленых зон вокруг населенных пунктов и промышленных предприятий, леса первого и второго поясов зон санитарной охраны источников водоснабжения и леса зон округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных территорий).

К первой группе принадлежат леса лесостепной зоны (Винницкая, Киевская, Полтавская, Сумская, Тернопольская, Харьковская, Хмельницкая, Черкасская области); степной зоны (Днепропетровская, Донецкая, Запорожская, Кировоградская, Луганская, Николаевская, Одесская, Херсонская области и степная зона Крыма); горной зоны Автономной республики Крым.

Ко второй группе относятся леса, которые наряду с экологическим, имеют эксплуатационное значение, и для сохранения защитных функций, непрерывности и неистощительности использования которых, устанавливается режим ограниченного лесопользования.

Ко второй группе принадлежат леса зоны Полесья (Волинская, Житомирская, Ровненская, Черниговская области) и зоны Карпат (Закарпатская, Ивано-Франковская, Львовская, Черновецкая области).

Леса как 1-й группы, так и 2-й группы принадлежат к исключительно высоко пожарным объектам, их пирологические характеристики постоянно находятся в динамическом состоянии и зависят от погодных условий и состояния лесных насаждений.

Постановка задачи. Стихийный характер возникновения и распространения лесных пожаров, неопределенность срока и мест их возникновения, наличие жестких ограничений на допустимое время принятия и реализации решений в борьбе с огнем обуславливают высокие требования к проблемам охраны леса.

Мировая практика выработала концептуальные подходы в борьбе с лесными пожарами, которые можно объединить по следующим направлениям [2, 3, 4, 5]:

- 1) противопожарное устройство лесного фонда (страны Западной Европы);
- 2) оперативное выявление (обнаружение) и ликвидация лесных пожаров с применением мощных и эффективных технических средств (Канада, США);

3) гибкое соединение всех видов лесопожарной профилактики с оперативным выявлением и ликвидацией лесных пожаров (Украина, Россия).

Для условий лесного хозяйства Херсонской области наиболее целесообразным может быть применение концептуального подхода, т.е. гибкого соединения всех видов лесопожарной профилактики с оперативным выявлением и ликвидацией лесных пожаров. Для реализации этого подхода предлагается создание единой региональной системы охраны леса от пожаров.

Такое решение обосновывается особенным значением леса на Нижнеднепровских песках, отличающихся сухостепными лесорастительными условиями.

Цель статьи. Целью настоящей статьи является описание функциональной структуры региональной системы охраны леса от лесных пожаров.

Описание функциональной структуры системы. Региональная система охраны леса от пожаров включает комплекс организационных, технических, правовых и других мер, направленных на предупреждение возникновения, своевременное обнаружение, борьбу и ликвидацию последствий лесных пожаров.

Функциональная структура системы охраны леса от пожаров представлена на рис. 1.

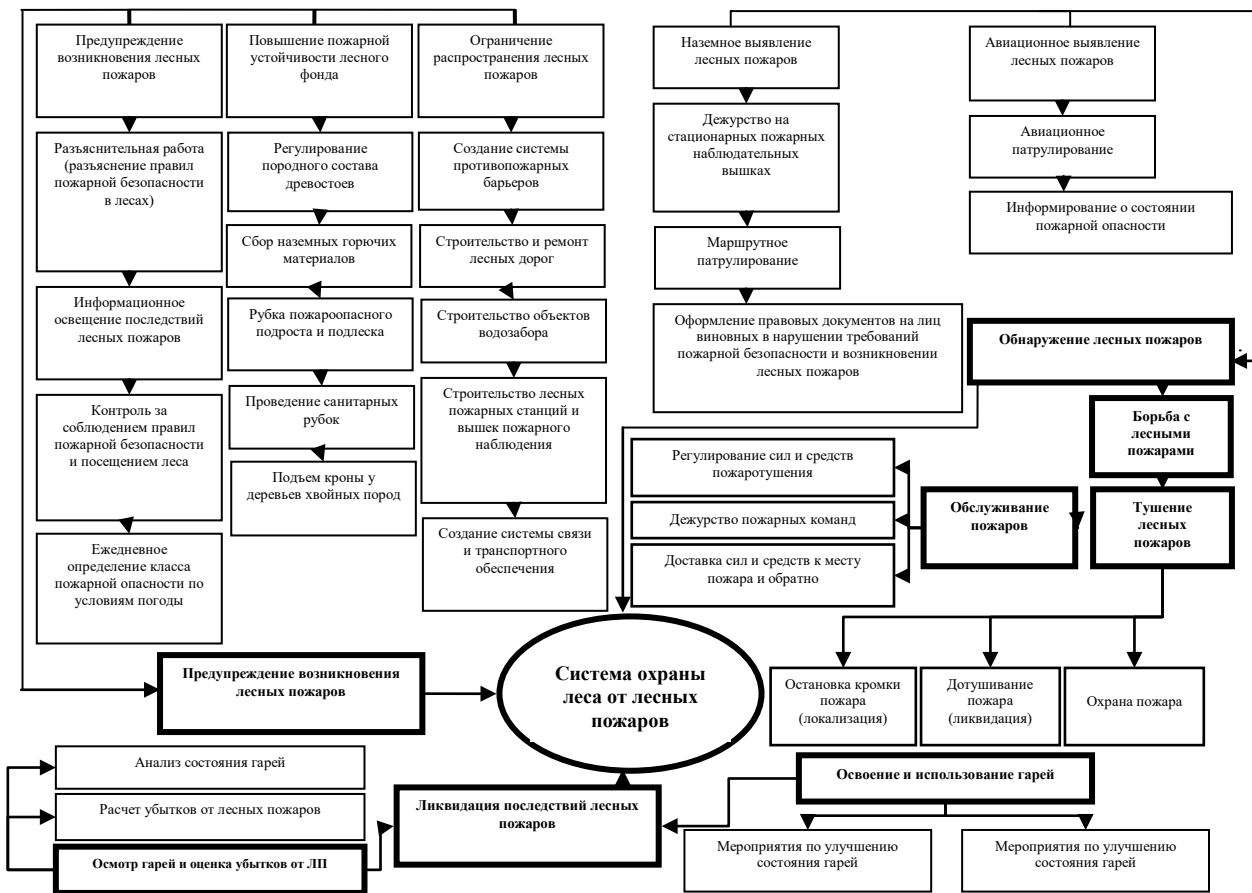


Рисунок 1 – Функциональная структура системы охраны леса от пожаров

Согласно рис. 1, к мероприятиям, направленным на предупреждение возникновения лесных пожаров относят: разъяснительную работу (разъяснение правил пожарной безопасности в лесах); информационное освещение последствий лесных пожаров; контроль за соблюдением правил пожарной безопасности и посещением леса; ежедневное определение класса пожарной опасности по условиям погоды.

К мероприятиям, направленным на повышение пожарной устойчивости лесного фонда относят: регулирование породного состава древостоев; сбор наземных горючих материалов; рубку пожароопасного подроста и подлеска; проведение санитарных рубок; подъем кроны у деревьев хвойных пород.

К мероприятиям, направленным на ограничение распространения лесных пожаров относят: создание системы противопожарных барьеров; строительство и ремонт лесных дорог; строительство объектов водозабора; строительство лесных пожарных станций и вышек пожарного наблюдения; создание системы связи и транспортного обеспечения.

К мероприятиям, направленным на ликвидацию последствий лесных пожаров можно отнести: осмотр гарей и оценку убытков от лесных пожаров; освоение и использование гарей.

К мероприятиям, направленным на борьбу с лесными пожарами можно отнести: наземное выявление лесных пожаров (дежурство на стационарных пожарных наблюдательных вышках, маршрутное патрулирование, оформление правовых документов на лиц виновных в нарушении требований пожарной безопасности и возникновении лесных пожаров); авиационное выявление лесных пожаров (авиационное патрулирование; информирование о состоянии пожарной опасности); обслуживание пожаров (регулирование сил и средств пожаротушения, дежурство пожарных команд, доставка сил и средств к месту пожара и обратно); тушение лесных пожаров (остановка кромки пожара (локализация), дотушивание пожара (ликвидация), охрана пожара).

Вывод. В настоящей статье рассматривается функциональная структура региональной системы охраны леса от лесных пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лісовий Кодекс України: в редакції Закону № 3404-IV (3404-15) від 08.02.2006, № 21, ст. 170 із змінами, внесеними згідно із Законом № 1483-VI (1483-17) від 09.06.2009 / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. Вид-во, 2006. – 109 с.
2. Анцышкин С. П. Противопожарная охрана леса / С. П. Анцышкин. – М.: : Гослесбумиздат, 1957. – 185 с.
3. Арцыбашев Е. С. Лесные пожары и борьба с ними / Е. С. Арцыбашев. – «Лесная промышленность», 1974. – 152 с.
4. Aversani P. Interactive case-based planning for forest fire management / Aversani P., Perini A., Ricci F. // Proceedings of International Conference on Case-Based Reasoning. – Sesimbra. – 2000. – P. 20-23.
5. Cisborne H. T. The Principles of Measuring Forest Fire Danger / Cisborne H. T. // J. of Forestry. – 1936. – Vol. 34, № 8. – P. 432-439.

ПОБУДОВА ПОЧАТКОВОГО РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПІДБОРОМ ТА ДОСТАВКОЮ

Молчановський О.І.,

Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут»
(Україна),

Любонько А.Л.,

ПП «Українські Інтелектуальні Технології»
(Україна)

Вступ. Клас задач маршрутизації транспортних засобів (англ. Vehicle Routing Problem - VRP) є досить широким та розглядається більше 50 років. Задачі VRP мають багато підкласів [1], одним з яких є підбір та доставка (англ. VRP with Pickup and Delivery - VRPPD). В світі існує декілька наукових шкіл, які займаються цілеспрямовано цим типом задач. Проте в Україні можна говорити про відсутність особливої цікавості до даної тематики. З іншого боку задачі VRP мають великий потенціал до практичного впровадження, в першу чергу у галузі логістики. Задача VRPPD є однією з найскладніших екземплярів задач VRP [1]. Загалом прийнятим є такий підхід до вирішення задачі, при якому розв'язок будується в два етапи: спочатку генерується початкове рішення, а потім це рішення покращується алгоритмами на основі метаевристик. Більшість літератури з даної тематики не звертає окремої уваги на побудову початкового рішення, роблячи акцент на етапі покращення. Але від якості отриманого на першому етапі рішення залежить й загальний результат, адже відомо, що метаевристичні алгоритми є чутливими до якості вхідних сформованих рішень.

Опис математичної моделі. Опис математичної моделі базується на роботах [2] та [3]. Постановка задачі VRPPD включає в себе такі елементи: вузли замовлень, термінальні вузли та транспортні засоби (ТЗ). Загальна кількість замовлень n . Кожне замовлення r_i включає в себе вузол підбору p_i та вузол доставки d_{i+n} . Таким чином маємо множину вузлів підборів $P = \{1, \dots, n\}$ та доставок $D = \{n+1, \dots, 2n\}$. Нехай $N = P \cup D$. K – множина всіх ТЗ, $|K| = m$. Нехай T , $|T| = 2m$ – множина термінальних вузлів. $\tau_k = 2n + k$ та $\tau'_k = 2n + k + m$, де $k \in K$ – відповідно початковий термінальний та кінцевий термінальний вузол для ТЗ k . Зазначимо, що як вузли замовлень, так і термінальні вузли можуть співпадати між собою. Отже може бути один термінальний вузол для всіх ТЗ (як, наприклад, в еталонних тестах Li-Lim [4]) та/або деякі вузли одночасно можуть бути й вузлами підбору, й вузлами доставки. Граф $G = (V, A)$ складається з вузлів $V = N \cup \{\tau_1, \dots, \tau_m\} \cup \{\tau'_1, \dots, \tau'_m\}$ та дуг $A = V \times V$. Для кожної дуги $(i, j) \in A$ визначається відстань $d_{ij} \geq 0$ та час подорожі $t_{ij} \geq 0$. Передбачається, що значення відстаней та подорожей задовольняють нерівностям трикутника: $d_{ij} \leq d_{il} + d_{lj}$ та $t_{ij} \leq t_{il} + t_{lj}$ для всіх $i, j, l \in V$.

Кожний вузол $i \in V$ має час обслуговування s_i та часове вікно $[a_i, b_i]$, $a_i \leq b_i$. Час обслуговування – це час необхідний на завантаження чи розвантаження ТЗ у відповідному вузлі. Часове вікно вказує часові межі для вузла, коли в ньому може відбуватись обслуговування. ТЗ може прийти у вузол раніше часу a_i , але тоді йому доведеться чекати відкриття часового вікна для початку обслуговування. Для кожного вузла $i \in P$ визначається кількість вантажу $q_i > 0$, який необхідно підібрати у цьому вузлі. Так само для кожного вузла $j \in D$ визначається кількість вантажу $q_j > 0$, який необхідно доставити до цього вузла. При чому, якщо вузли i та j належать до одного замовлення ($j = i+n$), то $q_i = q_j$. Вважається, що кожний вузол доставки чи підбору відвідується лише один раз. Умова передування вимагає, щоб вузли підбору передували відповідним вузлам доставки у сформованих маршрутах.

Місткість ТЗ $k \in K$ дорівнює C_k , C – множина різних значень C_k . Для будь-якого сформованого маршруту вимагається, щоб його ТЗ на будь-якій ділянці маршруту не був

завантажений більше наведеної місткості C_k . З кожним ТЗ також пов'язані вартості: α_k – вартість за одиницю шляху, β_k – вартість за одиницю часу, γ_k – одноразова вартість використання транспортного засобу.

Цільова функція може варіюватись. Загалом можуть мінімізуватись наступні характеристики: загальна вартість, загальна відстань та/або час, загальна кількість маршрутів, кількість замовлень, які не вдалось обслужити. Таким чином задача зводиться до мінімізації цільової функції:

$$\min \sum_{k \in K} \alpha_k \sum_{(i,j) \in A} d_{ij} x_{ijk} + \sum_{k \in K} \beta_k (S_{\tau'_k, k} - a_{\tau_k}) + \sum_{k \in K} \gamma_k y_k + \delta \sum_{i \in P} z_i, \quad (1)$$

де x_{ijk} – булева змінна, яка дорівнює 1, якщо дуга $(i, j) \in A$ обслуговується ТЗ $k \in K$; $S_{\tau'_k, k}$ – час прибуття ТЗ k у термінал τ'_k ; y_k – булева змінна, яка дорівнює 1, якщо ТЗ $k \in K$ використовується в остаточному рішенні; z_i – булева змінна, яка дорівнює 1, якщо замовлення $i \in P$ не було розподілено; δ – штраф за один нерозподілений вузол.

Метод побудови початкового рішення. Запропонований метод складається з двох алгоритмів: перший знаходить рішення задачі VRPPD для обмеженої кількості ТЗ, другий – для необмеженої кількості ТЗ. При чому перший алгоритм викликає на виконання другий. На вхід першого алгоритму подається множина вузлів замовлень N , термінальних вузлів T та множина транспортних засобів K ; на виході алгоритму – множина сформованих маршрутів M , кожен з яких є послідовністю вузлів, в якій перший та останній – термінальні вузли відповідного ТЗ, решта – вузли підбори та доставки із виконанням умови передування.

Алгоритм побудови рішення задачі VRPPD для обмеженої кількості ТЗ.

1. Поточна множина замовлень $N' := N$. Множина доступних ТЗ $K' := K$. Множина маршрутів $M := \{\}$.
2. Знайти рішення для N' із необмеженою кількістю ТЗ, використовуючи наявні типи ТЗ у K' . Множина M' складається з нових знайдених маршрутів.
3. Впорядкувати множину нових знайдених маршрутів M' за важливістю.
4. Спробувати знайти для всіх маршрутів M' , починаючи з найбільш важливих, вільні ТЗ серед K' .
5. Видалити відібрані у п. 4 ТЗ з множини K' та розподілені замовлення з множини N' . Додати до множини M множину M' : $M := M \cup M'$.
6. Якщо множина $N' \neq \{\}$, то перейти до п. 2. Інакше кінець роботи.

Термін «важливість маршруту» містить наступний зміст: маршрут m_i вважається більш важливим за маршрут m_j , якщо сумарна кількість вантажу, який буде доставлений всередині маршруту m_i , є більшою за сумарну кількість вантажу у m_j .

Другий алгоритм приймає на вхід множину вузлів замовлень N та термінальних вузлів T , а також множину типів машин C ; на виході – множина сформованих маршрутів M . Даний алгоритм за своєю суттю відноситься до жадібних алгоритмів.

Алгоритм побудови рішення задачі VRPPD для необмеженої кількості ТЗ.

1. Встановити $M := \{\}$.
2. Для кожної пари вузлів (p_i, d_{i+n}) замовлення i знайти найкращий тип ТЗ $k \in C$ та створити новий маршрут $m = (\tau_k, p_i, d_{i+n}, \tau'_k)$. $M := M \cup \{m\}$.
3. Серед усіх маршрутів M знайти пару m_i та m_j , об'єднання яких дає найбільший вигравш по вартості. Якщо таких маршрутів не знайдено, то кінець роботи. Інакше перейти до п. 4.
4. Об'єднати маршрути m_i та m_j у новий маршрут $m_k = m_i \cup m_j$. $M := M \cup \{m_k\} \setminus \{m_i, m_j\}$. Перейти до п. 3.

У п. 2 алгоритму шукається найбільш вигідний тип ТЗ для майбутнього маршруту. Цей вибір робиться на основі вартості маршруту:

$$\min_{k \in C} F(\tau_k, p_i, d_{i+n}, \tau'_k), \quad (2)$$

де $F(\cdot)$ – функція вартості маршруту.

У п. 3 шукається найкраще об'єднання двох маршрутів, яке робиться на основі різниці вартості двох окремих маршрутів та нового об'єданого маршруту:

$$\max_{i, j \in M} (F(m_i) + F(m_j) - F(m_i \cup m_j)), \quad (3)$$

де $m_i \cup m_j$ – маршрут, який отримано в результаті об'єднання маршрутів m_i та m_j . Об'єднання враховує пошук найкращого типу ТЗ $k \in C$, щоб вартість $F(m_i \cup m_j)$ була мінімальною. Під час об'єднання двох маршрутів послідовно розглядаються всі можливі результати об'єднання. Нехай маємо два маршрути для об'єднання $m_i = (v_0^i, v_1^i, \dots, v_{n_i}^i)$ та $m_j = (v_0^j, v_1^j, \dots, v_{n_j}^j)$, які мають відповідно n_i та n_j нетермінальних вузлів. Тоді загальна кількість можливих варіантів об'єднання цих двох маршрутів дорівнює $C_{n_i+n_j}^{n_i}$. Зрозуміло,

що при достатньо великих маршрутах час на перевірку всіх варіантів є неприйнятно великим. Тому ми використовуємо деякі евристики та кластеризацію для того щоб скоротити загальну кількість варіантів.

Результати експериментів. Запропонований метод побудови початкового рішення задачі VRPPD було перевірено на еталонних прикладах з роботи [4]. Множина прикладів містить 56 задач по 100 вузлів. Задачі розбиваються на 3 класи: LR (вершини розташовані випадково), LC (вершини розбиті на кластери), LRC (є вершини як в кластерах, так і поза кластерами). При чому в кожному класі є по два підкласи: з ТЗ меншої та більшої місткості. В таблиці 1 наводяться середні по класах відхилення від відомих найкращих результатів (http://www.top.sintef.no/vrp/pdp_bknown100.html) та отриманих результатів для загальної відстані сформованих маршрутів Δ_{dist} та кількості маршрутів Δ_{routes} . Стовпці Δ_{dist}^1 та Δ_{routes}^1 відповідають результатам побудови початкового рішення з [3].

Таблиця 1 – Порівняння результатів експериментів з найкращими відомими.

Клас	$\Delta_{\text{dist}}, \%$	$\Delta_{\text{routes}}, \%$	$\Delta_{\text{dist}}^1, \%$	$\Delta_{\text{routes}}^1, \%$
LR1	13,6	21,5	60	45
LC1	4,1	4,9	125	25
LRC1	16,5	27,2	65	58
LR2	54,9	56,8	175	103
LC2	58,3	116,7	370	92
LRC2	81,5	196,9	190	115

Висновки. Було розглянуто метод побудови початкового рішення для задачі VRPPD. Результати експериментів на еталонних прикладах показали, що метод непогано себе поводить для задач із ТЗ малої місткості і гірше при більшій місткості. Найгірші результати виявлено для задач з підкласу LRC2, в яких маршрути складаються з 30-50 пар вузлів. Отримані результати виявились набагато кращими (в рази) по відношенню до методу з [3]. Подальша робота буде спрямована у бік створення методів покращення початкового рішення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Eksioglu B., Vural A. V., & Reisman A. The vehicle routing problem: A taxonomic review // *Computers & Industrial Engineering*. – 2009. – 57(4). – P. 1472-1483.
2. Ropke S., Pisinger, D. An Adaptive Large Neighborhood Search Heuristic for the Pickup and Delivery Problem with Time Windows // *Transportation Science*. – 2006. – 40(4). – P. 455-472.
3. Hosny M. I., Mumford C. L. Constructing initial solutions for the multiple vehicle pickup and delivery problem with time windows // *Journal of King Saud University*, 2011.
4. Li H., Lim A. A Metaheuristic for Pickup and Delivery Problem with Time Windows // In: *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*. Dallas, TX, USA. – 2001. – P. 160–167.

ГИПЕРЦИКЛ КОГНИТИВНОГО И МЕТАКОГНИТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Прокопчук Ю.А.,

Институт технической механики НАНУ и НКАУ
(Украина, г. Днепропетровск)

Введение и постановка задачи. Как ожидается, главные события в сфере науки и технологий XXI века будут связаны с когнитивными технологиями. Когнитивные и метакогнитивные технологии позволят на новом уровне дать ответ на те проблемы, которые поставила информационная революция – достижение нового качества управления всё более сложными процессами и создание истинно партнерских систем.

Задачей настоящего исследования является разработка феноменологической модели когнитивного и метакогнитивного управления, а также некоторых инструментов реализации модели, в частности, иерархии функциональных систем когнитивно-поведенческого уровня и подсистемы целеполагания.

Полученные результаты. С позиции наблюдателя любой реальный процесс выработки решения протекает, как правило, путем чередования активной и пассивной фаз и редко ограничивается одной фазой. В активной фазе процесса имеется контроль времени выполнения этапов. В пассивной фазе процесс протекает «подсознательно» с непредсказуемым временем окончания. Таким образом, в самом общем виде один макроцикл выработки решения можно феноменологически отобразить комбинацией четырех операторов – оператора *расширения* λ , оператора *локализации решения* \mathcal{G} , оператора *дозревания решения и инструментов* χ и оператора *оценки истинности информации* γ , а именно:

$$X^* = (\mathcal{G}(\lambda(X)) \vee \chi(\lambda(X))) \equiv (\mathcal{G} \vee \chi)(\lambda(X)), \text{ при условии } E(\lambda) > E_I^*, \gamma(\lambda(X)) = \text{истина}, \quad (1)$$

где X – первичная (априорная) информация; E – энергия - движущая сила когнитивного процесса; I – цель; X^* - результирующее решение. В качестве решения может выступать теория, образ (например, художественный), системопаттерн (например, математическая модель), функциональная система (например, для решения Z -задачи) и т.д. []. С помощью композиции операторов λ и \mathcal{G} реализуется активная фаза, а с помощью оператора дозревания χ реализуется пассивная фаза (хотя процесс и в этом случае запускается активным способом – с помощью λ). Связка « \vee » – это «не исключающее ИЛИ», что подразумевает возможность чередования активных и пассивных фаз.

Задачей оператора расширения λ является получение максимума достоверной информации (с точки зрения цели I и с учетом оператора γ) о прошлом, настоящем и будущем поведении системы, используя доступные ресурсы и априорную информацию X . В результате действия оператора расширения происходит резкое возрастание информативности всей системы зачастую сравнимое с «информационным взрывом». Локализация \mathcal{G} реализует феномен семантического синтеза. Для успешной реализации λ необходимо создать *критическое усилие*. Данное требование выражается условием: $E(\lambda) > E_I^*$.

Главной особенностью оператора χ является дозревание не только решения, но также инструментов (meta-cognition), т.е. всех операторов λ , \mathcal{G} , χ , γ и т.д. Если в процессе перманентного дозревания возник новый инструмент или решение, то это означает бифуркацию процесса – относительно плавную или скачкообразную смену технологии выработки решения и пересмотр (переосмысление) ранее принятых решений. Оператор χ объединяет все когда-либо решавшиеся задачи и «озарения» могут происходить для «давно забытых» задач [1].

Обозначим через Ψ оператор трансформации действительности или оператор перехода (движения). Оператор движения зависит от решения X^* и действующих

возмущений ν . Он отвечает на вопрос: «Как изменится действительность в результате реализации выбранной стратегии X^* и действия возмущений ν ?».

Обозначим через π оператор рефлексии. Рефлексия является обобщением обратной связи. В сочетании с оператором перехода он позволяет реализовать поступательно-возвратное развитие ситуации (исследования, теории).

Общую феноменологию когнитивного и метакогнитивного управления можно описать следующей гиперциклической схемой:

$$X(t+1) = \lambda(\chi(\pi(\Psi(\mathcal{A}(X(t)), \nu))), \quad \chi(X) = \text{истина}, \quad (2)$$

где t – такты времени (t/Δ). Подчеркнем, что все операторы в (2) зависят от цели управления I (принятия решений) и имеющихся ресурсов (рис. 1). Ресурсы могут изменяться скачкообразно.

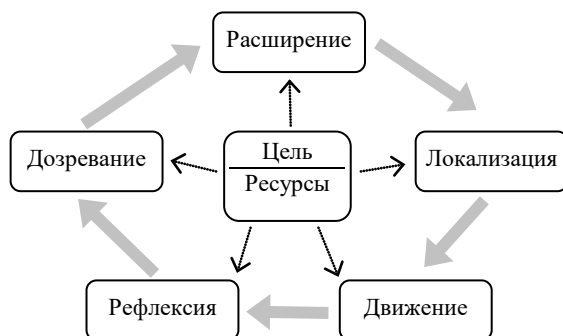


Рисунок 1 – Гиперцикл когнитивного и метакогнитивного управления

Приведенная схема отражает чередование активной и пассивной фаз управления. Метакогнитивное управление направлено на совершенствование механизмов управления, так как если регуляторные механизмы недостаточно сформированы, то увеличение ресурсов (например, времени) не сможет повлиять на эффективность решения задач. Как правило, когнитивное и метакогнитивное управление реализуются параллельно.

Приведем сценарий формирования (созревания) функциональных систем (ФС) когнитивно-поведенческого уровня (meta-cognition), который основан на Принципе предельных обобщений [1, 2]:

$$\Omega(Z), \{G(\tau)\} \Rightarrow \{S\}, \{R\} \Rightarrow \{S^*\}, \{R^*\}, \{G^*(\tau)\}^* \Rightarrow \text{Среда радикалов} \Rightarrow \text{ФС}, \quad (3)$$

где $\Omega(Z)$ – база прецедентов (Z – множество заключений); $\{G(\tau)\}$ – банк тестов; $\{S\}$ – синдромная модель знаний; $\{R\}$ – вероятностная модель знаний; $\{S^*\}, \{R^*\}$ – предельные модели знаний; $\{G^*(\tau)\}^*$ – предельно редуцированный банк тестов. Среда радикалов – нейроморфная сеть, которая строится на основе предельных моделей знаний (каждому синдрому или предвестнику отвечает свой радикал). ФС обладает максимальной пластичностью. ФС образуют иерархии. Общий алгоритм управления, включающий целеполагание, отвечает синдромному принципу управления [1].

Заключение. Предлагаемая гиперциклическая схема управления позволяет учесть и промоделировать многие важные когнитивные феномены, в частности, «созревание» и «дозревание» решения и инструментов, а также «озарения».

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокопчук Ю. А. Когнитивное моделирование на основе принципа предельных обобщений: методология, задачи, приложения // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С. 82-93.

2. Прокопчук Ю. А. Предельные синдромные и вероятностные модели знаний // Научный вестник ХДМІ : научный журнал. – 2011. – № 2(5). – С. 322-333.

РОЗРОБКА МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

Рейцен Є.О.,

Київський національний університет будівництва і архітектури
(Україна)

Толок О.В.,

Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу
«Донецький національний технічний університет»
(Україна, м. Горлівка)

Вирішення транспортних проблем у містах досить трудомістка процедура, яка характеризується великою розмірністю простору альтернативних рішень, що виключає повний перебір всіх можливих варіантів, наявністю даних, що динамічно змінюються, недостатньою формалізованістю деяких етапів. Для вирішення завдань подібного типу у вітчизняній і закордонній практиці створюються проблемно-орієнтовані експертні системи (ЕС).

Експертна система – це програма для комп'ютера, яка оперує зі знаннями в певній предметній області з метою консультації фахівця і надання йому рекомендацій з вирішення проблем. Основними елементами ЕС є: база знань, база даних, блок прийняття рішення, підсистема придбання знань, підсистема пояснення, підсистема взаємодії з користувачами (діалоговий інтерфейс).

Вирішення транспортних проблем у містах є складовою частиною роботи багатьох організацій, установ, структурних підрозділів. Це насамперед: управління транспорту міста; управління житлово-комунального господарства міста; міське управління будівництва й архітектури; державна автомобільна інспекція (ДАІ); проектні й науково-дослідні організації, які займаються розробкою для міста генерального плану, детальних планів території, комплексної схем транспорту, комплексної схеми організації дорожнього руху (КСОДР), проектів організації дорожнього руху.

Кожна із цих організацій виконує певні функції й у своїй роботі використовує специфічні для них методи й прийоми. Ця складність предметної області транспортної проблеми навіть при досить потужних можливостях сучасних комп'ютерних засобів і технологій робить проблематичним реалізацію єдиної ЕС прийняття рішень з покращення транспортної ситуації у містах. Тому основним принципом практичної реалізації ЕС з вирішення транспортних проблем у місті є створення вузькоспеціалізованих ЕС.

Наприклад, для проектування Комплексних схем організації дорожнього руху у містах (КСОДР передбачає системну розробку комплексу заходів щодо оптимізації дорожнього руху з метою забезпечення його безпеки й зменшення шкідливого впливу транспорту на навколишнє середовище з оцінкою ефективності прийнятих рішень) доцільним є створення проектно-планувальної ЕС «Проектування КСОДР». База знань такої ЕС повинна містити в собі необхідну для розробки КСОДР законодавчо-нормативну базу, узагальнення досвіду підвищення безпеки руху у містах, аналіз минулих і відслідковування нових наукових робіт, ідеї, ноу-хау, залежності, методи і методики.

Однак є одна основна проблема створення ЕС «Проектування КСОДР». Справа в тому, що в Україні на сьогоднішній момент кількість проектних організацій і фахівців високого класу (експертів), які мають досвід розробки КСОДР, дуже мала. Багато експертів досить ревниво ставляться до свого унікального досвіду й не схильні його розголошувати, оскільки вважають (і нам нема чого заперечити їм), що, передаючи свій досвід і знання експертній системі, вони «рубать сук, на якому сидять». Тому, якщо такі ЕС і будуть створені, то, швидше за все, вони будуть застосовуватися тільки усередині тих організацій, які є замовниками їхньої розробки, і виконувати роль асистента у експерта.

Отже, такі ЕС, розроблені в різних проектних організаціях, можуть відрізнятися обсягом і цінністю інформації про предметну область, що зберігається в базі знань

системи, моделлю побудови цих знань, набором програм, які активують ці знання, і моделлю побудови бази даних.

Особливістю розробки КСОДР є використання великої кількості даних, більша частина яких – статистичні дані й матеріали обстежень за тривалий період часу, які відбивають динаміку розвитку міста як системи, що включає не тільки транспортну складову, але також економічну, демографічну й т.д. Дані, що необхідні для проектування КСОДР, збираються замовником КСОДР у різних підрозділах, установах, організаціях. При передачі цих даних в електронному виді проектувальникові КСОДР можуть виникнути проблеми, пов'язані з різними формами подання даних у замовника й у ЕС проектувальника, що приведе до значних витрат часу й сил на рішення здавалося б елементарного завдання - використання вже наявної інформації в подальшій роботі. Все це в остаточному підсумку відбивається на вартості розробки КСОДР.

Існує безліч варіантів вирішення подібних проблем, починаючи з повної відмови від використання даних, отриманих в електронному виді й введення їх проектувальником у свою базу даних вручну, до розробки спеціальних програм-конверторів, які автоматично «видають» потрібні дані і представляють їх у прийнятному виді. Однак розробка конверторів – не саме оптимальне рішення, оскільки існує ймовірність помилок при конвертації, і як наслідок цього – до втрати інформації.

Ефективним рішенням даної проблеми може бути тільки розробка відповідного стандарту надання даних в електронному виді замовником проектувальникові КСОДР. І тоді у проектувальників виникне можливість розробити такі ЕС, які би дотримувалися цього стандарту, і була би виключена проблема передачі даних.

Помітимо, що більшість з тих даних, які необхідно включити в базу даних ЕС «Проектування КСОДР», можуть вступати як дані й в інших ЕС, спрямованих на вирішення транспортних проблем у містах. Наприклад, у базі даних ЕС для вирішення завдань служби ОДР ДАІ повинні міститися дані про ДТП і величину інтенсивності руху транспортних і пішохідних потоків на ділянках ВДМ, дані про геометричні й технічні характеристики ділянок ВДМ, тобто ті ж самі дані, які повинні бути й у базі даних ЕС «Проектування КСОДР». Ці ж дані необхідні й для розрахунку режимів роботи світлофорної сигналізації, координації світлофорних об'єктів, для чого можуть бути створені спеціальні ЕС. Відомості про розташування зупинок міського пасажирського транспорту й дані про ДТП на ділянках ВДМ необхідні при розробці нових і зміні існуючих маршрутів міського пасажирського транспорту, що є прерогативою транспортного відділу управління житлово-комунального господарства міста. Таким чином, цілком логічно й навіть бажано для вирішення транспортних проблем у містах України створення єдиної міської транспортної інформаційної експертної системи, до якої могли б звертатися вузькоспеціалізовані ЕС для отримання необхідних даних. Ця інформаційна система повинна бути стандартизована, що дозволяє в вузькоспеціалізовані ЕС включати пакет прикладних програм, за допомогою яких при доступі в міську транспортну інформаційну систему (наприклад, через мережу Internet) в цих ЕС автоматично б формувалася необхідна база даних.

Для створення стандартизованої міської транспортної інформаційної ЕС необхідно: розробити модель бази знань, розробити механізм наповнення та поновлення бази знань; розробити модель бази даних, визначити перелік обов'язкової інформації, яка має містити база даних такої системи; розробити методи накопичення, обробки, зберігання та видачі інформації; розробити пакети прикладних програм з формування статистичних звітів і різного роду документів; розробити механізм наповнення та поновлення бази даних, визначити перелік організацій, які мають доступ до зміни наявних даних, визначити їхні повноваження й обов'язки; розробити механізм регламентованого доступу до використання інформації через систему паролів.

Загальна модель міської транспортної інформаційної ЕС повинна бути створена на державному рівні. До розробки такої моделі необхідно підключити фахівців із всіх зацікавлених у її розробці державних установ, а також провідні профільні науково-дослідні

інститути й вищі навчальні заклади.

База знань такої ЕС повинна містити в собі такі складові:

1. База знань, що формується на державному рівні.
2. База знань, що формується на рівні регіону.
3. База знань, що формується на рівні міста.
4. Архів знань, що втратили свою актуальність.

Поновлення бази знань (тих її частин, які формуються на державному рівні й на рівні регіону) міських транспортних інформаційних ЕС повинне здійснюватися в автоматичному режимі через мережу Internet.

До складу бази даних міської транспортної інформаційної ЕС повинні входити: база картографічних даних; база даних про розселення населення по території міста і про місця прикладання праці; база даних про ВДМ міста і її вузлах і ділянках; база даних про об'єкти транспортної інфраструктури; база даних про міський пасажирський транспорт; база даних про транспортні засоби, що зареєстровані у місті; база характеристик транспортних і пішохідних потоків; база даних про технічні засоби регулювання дорожнього руху; база даних про порушення правил дорожнього руху (ПДР) і ДТП.

У місті необхідно визначити перелік установ, за якими закріплюються обов'язки по формуванню відповідних баз даних, що входять до бази даних міської транспортної інформаційної ЕС. Наприклад, формування бази даних про порушення ПДР і ДТП у місті необхідно закріпити за ДАІ. Інформаційною базою такої роботи можуть бути протокол про адміністративне правопорушення, що складається при виявленні порушень учасниками міського руху ПДР, і картки обліку дорожньо-транспортних пригод.

Бази даних, які формуються окремими установами, повинні бути об'єднані в єдину мережу з виділеним центром керування, у якому знаходяться всі інші елементи міської транспортної інформаційної ЕС.

Перші кроки з розробки міської транспортної інформаційної ЕС вже зроблені. Мова йде про експертну систему програмного й інформаційного забезпечення транспортних обстежень у містах України, початок створення якої покладено кафедрою міського будівництва КНУБА і яка постійно уточнюється і розвивається завдяки науковим дослідженням, які проводяться на цій кафедрі.

І на закінчення, процитуємо відомого скандинавського фахівця-транспортника Соломонсона: «Получив задание спланировать дорожное движение, я пожелал бы узнать, какие последствия вызовут в определенном районе переезды на автомобилях от мест жительства к местам работы и обратно. Если бы я располагал совершенной системой информации, то поступил бы следующим образом: я ограничил бы зону многоугольником и ввел бы прямые линии и координаты многоугольника в ЭВМ, и использовал бы земельный реестр, чтобы определить месторасположение зданий в пределах этого многоугольника. Обращаясь к земельному реестру, я получил бы номер предприятий, размещающихся в этих зданиях и одновременно их координаты. В реестре работодателей я нашел бы личные номера людей, работающих на этих предприятиях. Земельный реестр даст мне координаты мест жительства этих людей. Ничего не мешает мне запросить реестр парка автомобилей, чтобы выяснить, имеют ли эти люди автомобиль или же машину имеет кто-либо из их соседей, работающих на этой же фирме. Рассматривая сеть дорожных координат, я постарался бы найти наилучший маршрут между местом работы и домом. И наконец, введя в ЭВМ часы начала и окончания работы на этих предприятиях, я был бы в состоянии отобразить с помощью математической модели, каким образом формируются дорожные потоки в пределах рассматриваемой зоны в определенные моменты и на точно определенных участках» [1]. Усі ці завдання можливо розв'язувати із застосуванням міської транспортної інформаційної експертної системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шомье Ж. Банки данных: Использование электронной вычислительной техники / Пер. с франц. под ред. Б. А. Щукина. – М. : Энергоиздат, 1981. – 72 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Скатков А.В., Воронин Д.Ю.,

Севастопольский национальный технический университет
(Украина)

Введение. В настоящее время достаточно большое внимание уделяется обеспечению гарантоспособности критических инфраструктур (КИ), и, в частности, высокой готовности транспортных подсистем, так как эффективное их функционирование обеспечивает комплементарность КИ и достижимость ее потенциала [1]. Иногда в КИ происходит сочетание совершенно непредвиденных взаимодействий, которые в случае дефицита ресурсов в транспортных подсистемах могут привести к авариям в большинстве случаев носящих характер катастроф. Таким образом, задача синтеза информационных технологий распределения ресурсов в транспортных системах является актуальной.

Постановка задачи. Формально транспортную подсистему КИ (ТКИ) можно описать в качестве динамической системы, функционирующей на основе управлений, компенсирующих возмущающее воздействие \mathcal{U} и обеспечивающих требуемую фазовую траекторию \mathcal{E} , связанную с пребыванием КИ в работоспособных состояниях S : $S_1(t)$, $S_2(t+1)$, ..., $S_n(t+n)$, при безусловном выполнении целевого ограничения $P_{ij}(t) \equiv 0$, $\forall i = \{1, 2, \dots, |\overline{S}|\}$, где $P_{ij}(t)$ – вероятность перехода из состояния S_i в S_j ; $S_i \in S$, $S \cap S_j = \emptyset$; S_{Π} – поглощающее состояние КИ. Множество параметров TrD описывает директивные требования, базовым из них является определенный регламентом срок $t_{дир}$, до которого следует выработать u_i . Нарушение директивных требований может привести к переходу КИ в поглощающее состояние, сопровождающееся человеческими жертвами, техногенными катастрофами и существенным материальным ущербом. Необходимо отметить, что для выработки соответствующих управляющих воздействий необходимо обработать множество всех информационно-вычислительных работ (ИВР) в директивный срок. Таким образом, к ресурсному обеспечению ТКИ предъявляются повышенные требования, что обусловлено особыми функциональными свойствами: управление обеспечивает траекторию в работоспособных состояниях, наличие поглощающего состояния, критичность, режим реального времени, нестационарность, недостаток априорной информации. Возникает конфликт между дефицитом ресурсов и весьма сжатыми директивными сроками выполнения заданного комплекса ИВР.

Результаты исследований. В теории массового обслуживания при построении моделей технических систем широко используется понятие – коэффициент готовности. То есть, готовность системы принять заявку на обслуживание. Но для рассматриваемой проблемы важно не только начать выполнение информационно-вычислительной работы, но и окончить ее выполнение в установленный директивный срок. То есть, под терминальной готовностью понимают свойство информационно-управляющей системы выработать в установленный регламентом срок необходимое управляющее воздействие, препятствующее влиянию внешних возмущений, предотвращающее переход объекта критического применения в поглощающее состояние и обеспечивающее требуемую траекторию ее динамики в работоспособных состояниях. Ситуация существенно усложняется дефицитом априорной информации и ограниченным резервом времени, отводимым для принятия и реализации диспетчерских управлений. Очевидно, что качественные понятия терминальная и критическая готовность необходимо уточнить количественными оценками. Для этой цели введены коэффициенты терминальной и критической готовности, которые соответствуют потенциальной способности окончить выполнение множества всех информационно-вычислительных работ в директивный срок. Эти коэффициенты ($\hat{E}_{0,\bar{A}}$ и $\hat{E}_{\bar{E},\bar{A}}$) могут быть использованы для оценки различных

вариантов распределения вычислительных ресурсов с точки зрения обеспечения высокой терминальной готовности ТКИ. Область их изменения – от нуля до единицы, для наилучшего случая – единица. Если $\left[(t_{\hat{A}\hat{E}\hat{D}} - t_0^k(s)) = \max_{h \in VR(t_k)} (t_{\hat{A}\hat{E}\hat{D}} - t_0^k(h)) \right]$, то полагаем, что

$$\hat{E}_{\hat{O}\hat{A}}(t_0^k(s)) = 1, \text{ иначе } \hat{E}_{\hat{O}\hat{A}}(t_0^k(s)) = \frac{t_{\hat{A}\hat{E}\hat{D}} - t_0^k(s)}{\max_{h \in VR(t_k)} (t_{\hat{A}\hat{E}\hat{D}} - t_0^k(h))}, \text{ где } VR(t_k) \text{ – множество допустимых}$$

вариантов распределения ресурсов в момент времени $t_k \in T_{\partial\partial}$. Аналогично, если

$$\left[(t_{\hat{I}\hat{I}\hat{A}} - t_0^k(s)) = \max_{h \in VR(t_k)} (t_{\hat{I}\hat{I}\hat{A}} - t_0^k(h)) \right], \text{ то } \hat{E}_{\hat{E}\hat{A}}(t_0^k(s)) = 1, \text{ иначе } \hat{E}_{\hat{E}\hat{A}}(t_0^k(s)) = \frac{t_{\hat{I}\hat{I}\hat{A}} - t_0^k(s)}{\max_{h \in VR(t_k)} (t_{\hat{I}\hat{I}\hat{A}} - t_0^k(h))}, \text{ где}$$

$t_{\hat{I}\hat{I}\hat{A}}$ – момент времени, после которого ОКП может перейти в S_{Π} из-за несвоевременного выполнения множества работ по формированию $u_i \in U$. Таким образом, $\hat{E}_{\hat{O}\hat{A}}$ определен для случая $t_0^k(s) \leq t_{\hat{A}\hat{E}\hat{D}}$, а $\hat{E}_{\hat{E}\hat{A}}$ – для $t_{\hat{A}\hat{E}\hat{D}} < t_0^k(s) < t_{\hat{I}\hat{I}\hat{A}}$.

Максимум коэффициента терминальной готовности может быть достигнут реализацией оптимального варианта распределения ресурсов – возникает сложная многоэтапная задача терминального распределения вычислительных ресурсов. Задача существенно усложняется тем, что требуется ее решать в реальном времени. В соответствии с тем, что рассматриваемая задача по сути своей является NP-сложной задачей нелинейного математического программирования, то вопрос об алгоритмической разрешимости задачи распределения ресурсов в транспортных системах становится актуальным. Попытки ее решения ведут к разработке специализированных информационных технологий, которые способны парировать дефицит априорной информации на основе адаптивного подхода к поиску функциональных моделей диспетчеризации при асимптотической минимизации многоверсионной оценки потерь и кластеризации факторного пространства информационных ситуаций в реальном масштабе времени [2, 3].

Выводы. Планируется внедрить предлагаемый подход в аппаратно-программный комплекс поддержки принятия решений по управлению ресурсами транспортных подсистем, с точки зрения обеспечения гарантоспособности и потенциала КИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харченко В. С. Безопасность критических инфраструктур: математические и инженерные методы анализа и обеспечения / Под ред. В. С. Харченко. – Министерство образования и науки Украины, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 2011. – 641 с.
2. Воронин Д. Ю. Системотехнический анализ процессов диспетчеризации в распределенных вычислительных системах // Вестник СевГТУ. Вып. 93: Информатика, электроника, связь : Сб. науч. тр. / Редкол.: С. Р. Зибров (отв. ред.) и др.; Севастоп. нац. техн. ун-т. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2008. – С. 38-42/
3. Скاتков А. В. Управление вычислительными ресурсами распределенных критических инфраструктур/ Д. Ю. Воронин, А. В. Скатков // Науковий вісник Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти. – Чернівці: Изд-во ЧНУ, 2011. – Том 2, випуск 2. – С. 6-12.

WEB-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Ходаков В.Е., Жарикова М.В., Ляшенко Е.Н.,
Херсонский национальный технический университет
(Украина)

Введение. Формирование устойчивого управления лесами является одной из основных задач ведения лесного хозяйства страны. Под устойчивым управлением лесами понимается целенаправленное, долговременное, экономически выгодное взаимоотношение человека и лесных экосистем. Использование сырьевых и не сырьевых ресурсов леса не должно вести к деградации или исчезновению не только лесов, но и отдельных видов древесных и кустарниковых пород, почвенного покрова. Основа устойчивого управления лесами – поддержание в приемлемом для лесных экосистем и посылном для общества состоянии как биологического разнообразия, так и продуктивности лесов.

Современные тенденции развития и применения информационных технологий в исследованиях природных ресурсов Земли и в процессах управления свидетельствуют о неизбежности и необходимости широкого их применения в лесном хозяйстве. Эффективное лесоустройство и управление лесным хозяйством невозможны без соответствующего информационного обеспечения. Быстрое развитие вычислительной техники и информационных систем, появление ГИС, как информационных систем, обеспечивающих использование пространственно-распределенной разновременной информации, - это то, что необходимо для решения задач лесоустройства и управления лесным хозяйством. Компьютерные технологии, основанные на применении ГИС, обеспечивая сбор, хранение, моделирование, анализ и представление разнообразной информации о лесах и протекающих в них природных явлениях и процессах, находят все более широкое применение практически во всех странах мира в системах сбора информации о лесах и в процессах лесопользования.

Развитие Web-ориентированных геоинформационных технологий в последнее время открыло возможности для преодоления многих ограничений обычных локальных ГИС, и позволило наделить систему многими функциями, а также сделать ее удобной и простой в использовании для конечного пользователя.

Описываемая в данном докладе ГИС обладает следующими основными характеристиками, использование которых позволило по функциональности значительно уйти вперед от существующих ГИС – это Ajax-технология и использование программного обеспечения с открытым исходным кодом, такого как СУБД (система управления базами данных) PostgreSQL/PostGIS, Google Maps, web-сервер Apache, Mapserver (со встроенным языком программирования Mapscript), библиотека Openlayers, языки программирования PHP и JavaScript.

Ajax означает асинхронный JavaScript и XML. Асинхронное свойство Ajax упрощает взаимодействие между клиентом и сервером.

Программное обеспечение с открытым исходным кодом характеризуется низкой стоимостью, независимостью от платформы и наличием множества групп пользователей. Библиотека API Openlayers позволяет пользователю инструменты редактирования свойств при создании геометрических фигур на карте. Openlayers предоставляет возможность интеграции различных источников данных, что значительно упрощает процесс создания карт с разнородным содержанием.

Цель статьи. Целью статьи является описание web-ориентированной ГИС лесничества. При создании ГИС было использовано программное обеспечение с открытым исходным кодом, технология Ajax. Процесс создания такой ГИС связан с интеграцией и синтезом разнородной картографической и фактологической информации. Источником

картографической информации служат карты. Источником фактологической информации – БД таксационного описания лесничества.

Функции системы:

- 1) создание и корректировка лесных карт на основе реальных карт земной поверхности Google Maps, что обеспечивает гораздо более высокую точность по сравнению с точностью бумажных карт, которыми пользуются работники лесничеств,
- 2) внесение информации об участках леса с привязкой к карте,
- 3) хранение, обработка и анализ лесохозяйственной информации, предоставление в любой момент времени актуальной информации о состоянии лесного фонда,
- 4) хранение и обновление нормативно-справочной документации по лесному хозяйству и лесоустройству,
- 5) предоставление информации о лесном хозяйстве и лесоустройстве заинтересованным пользователям,
- 6) автоматизированное формирование управленческой документации в лесничестве, что позволит облегчить и ускорить работу работников лесничества, уменьшить количество неточностей и ошибок в отчетах из-за влияния человеческого фактора,
- 7) расчет пожароопасности участков леса,
- 8) классификация выделов лесничества по любому набору признаков с соответствующей раскраской карты.

Описание функциональной структуры системы. В системе используется несколько серверов. Основной сервер – это Web-сервер (HTTP-сервер) Apache. Его основная задача – поддерживать HTTP-запросы. Он отвечает на HTTP-запрос клиента. Ответ обычно представляет собой HTML-страницу. Ответ сервера может быть отправлен клиенту различными способами. Во-первых, он может быть отправлен клиенту непосредственно от сервера, получившего запрос. Во-вторых, запрос может быть перенаправлен и ответ будет отправлен клиенту другим HTTP-сервером. В-третьих, HTTP-сервер может генерировать динамический ответ другим программам, таким, как CGI (Common Gate Interface – общий интерфейс шлюзов), PHP-программам, или другим серверным технологиям. Последний метод осуществления запросов часто используется в настоящее время в Web-приложениях.

Кроме HTTP-сервера в системе используются Mapserver и Mysql-сервер.

Для создания определенной логической цепочки для обработки специфических типов данных приложения, необходимо построить сервер приложения. Сервер приложения будет включать MapServer, который обеспечивает WMS (Web Mapping Service) для браузеров клиента. В состав сервера приложения входят также такие компоненты, как сервер базы данных (Mysql-сервер), Web-сервер Apache и скриптовый язык программирования PHP.

На стороне клиента используется язык JavaScript, который отвечает за взаимодействие между сервером и клиентом. В зависимости от различных стратегий взаимодействия между клиентом и сервером, клиенты могут быть классифицированы на «толстые» и «тонкие». «Толстый» клиент обычно обеспечивает богатую функциональность независимо от сервера. В отличие от него, «тонкий» клиент обеспечивает настолько мало функций, насколько это возможно, и следовательно, в большой степени зависит от приложений сервера.

Для программной реализации системы использовались свободно распространяемые компоненты, построенные в соответствии с принципами программного обеспечения с открытым кодом (Open Source). Такое решение имеет существенные преимущества перед традиционно используемыми закрытыми коммерческими системами, поскольку снижает порог вхождения и стоимость владения, позволяет создать более защищенную и устойчивую к внешним воздействиям систему с высокой степенью отчуждаемости полученного решения.

В результате проведенного анализа существующих программных проектов были выбраны следующие программные продукты:

1. СУБД — PostGIS;
2. Модули для сопряжения геоинформационных данных с общим информационным пространством портала через WEB-интерфейс — MapServer;
3. Библиотека OpenLayers;
4. Google Maps;
5. Web-сервер Apache;
6. Mapserver (со встроенным языком программирования Mapscript);
7. Библиотека Openlayers;
9. Языки программирования PHP и JavaScript.

На рис. 1 отображена архитектура ГИС.

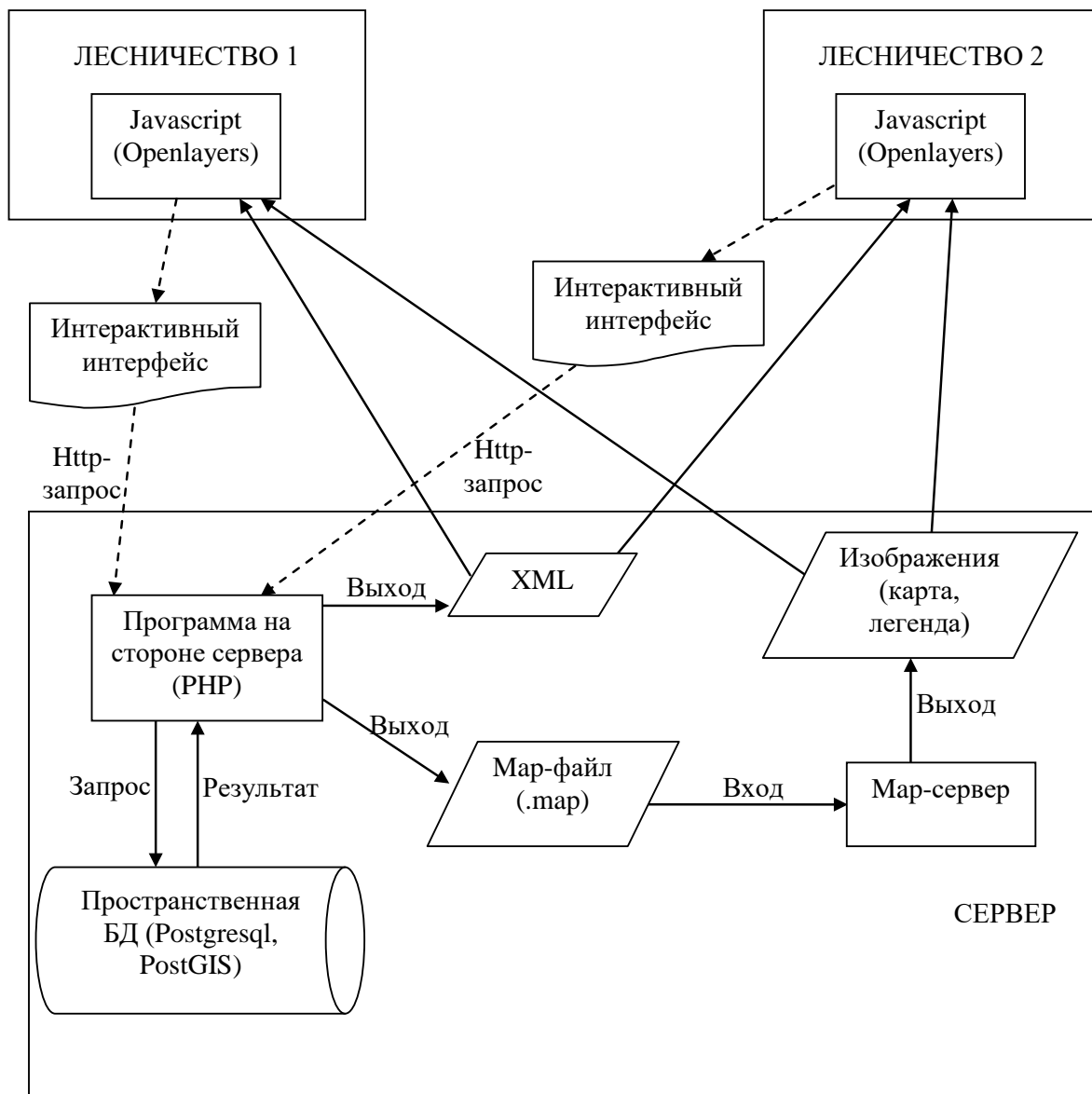


Рисунок 1 – Архитектура ГИС

Вывод. В настоящей статье рассматривается функциональная структура web-ориентированной ГИС лесного хозяйства, которая позволяет обеспечить постоянный и быстрый доступ к необходимой информации, представленной в наглядной форме. Этот доступ возможен из любого места, где есть подключение к сети Интернет, как со стационарных компьютеров, так и, в перспективе, с помощью переносных терминалов

(ноутбуков, мобільних телефонів и т.д.). Такая система позволяет повысить эффективность управления лесным фондом за счет своевременного и объективного наблюдения за структурой лесного фонда и принятия управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лісовий Кодекс України: в редакції Закону № 3404-IV (3404-15) від 08.02.2006, № 21, ст. 170 із змінами, внесеними згідно із Законом № 1483-VI (1483-17) від 09.06.2009 / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид-во, 2006. – 109 с.
2. Анцышкин С. П. Противопожарная охрана леса / С. П. Анцышкин. – М. : Гослесбумиздат, 1957. – 185 с.
3. Арцыбашев Е. С. Лесные пожары и борьба с ними / Е. С. Арцыбашев. – Лесная промышленность, 1974. – 152 с.
4. Aversani P. Interactive case-based planning for forest fire management / P. Aversani, A. Perini, F. Ricci // Proceedings of International Conference on Case-Based Reasoning. – Sesimbra. – 2000. – P. 20-23.
5. Cisborne H. T. The Principles of Measuring Forest Fire Danger / H. T. Cisborne // J. of Forestry. – 1936. – Vol. 34, № 8. – P. 432-439.

ПРОБЛЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ГРУЗА НА КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛАХ

Шехунов С.В., Антонова Е.И.,
Дальневосточный федеральный университет
(Россия, г. Владивосток)

Введение. Морские перевозки являются одним из основных видов доставки грузов в международном сообщении. Наиболее динамично развивающееся направление – контейнерные перевозки, доля которых в общем грузообороте постоянно растет. Хорошо организованный транспортный процесс должен начинаться и заканчиваться на специальных объектах, приспособленных и оснащенных для наиболее эффективного преобразования грузопотоков. В контейнерном транспортном сообщении такими объектами являются контейнерные терминалы.

Контейнерный терминал [1] – это грузовой терминал, специализированный на переработке контейнерных грузов. Назначение контейнерных терминалов в транспортных сетях (или в логистических цепях контейнерных перевозок) состоит в преобразовании контейнеропотоков (размеров транспортных партий, времени их прибытия и отправления и др.) при передаче их с одного вида транспорта на другой. Цель этого преобразования грузопотоков состоит в том, чтобы обеспечить наиболее эффективное дальнейшее транспортирование грузов, товаров, материалов в контейнерах. Для такого изменения грузопотоков терминал имеет определенное устройство, техническое оснащение и технологию работы всех его составных частей.

В состав грузового терминала могут входить: крытые складские корпуса, открытые складские площадки для контейнеров, железнодорожные и автомобильные подъездные и внутренние пути, служебно-технические и административно-бытовые здания, гаражи и ремонтные мастерские для транспортных средств, контейнеров, таможенный пост, внешние и внутривысотные инженерные сети, причалы и пирсы (у морского терминала), контрольно-пропускные пункты и т.п. Таким образом, контейнерный терминал – это более широкое понятие, чем контейнерный склад или площадка. Контейнерная площадка является элементом, составной частью контейнерного терминала наряду с другими сооружениями и объектами, входящими в его состав.

Площадка для хранения контейнеров занимает наибольшую часть терминала и требует постоянного ухода и с ростом грузооборота постоянного увеличения. Для удобства хранения контейнеров эту площадку размечают на зоны, каждая из которых носит определенное название. Это существенно помогает в описании места хранения каждого контейнера и облегчает его последующий поиск. Зона хранения представляет собой прямоугольную площадь на терминале, длина и ширина которой характеризуется количеством возможного хранения контейнера размеров в 1 TEU (двадцатифутовый эквивалент) по обоим направлениям. Условные поперечные разрезы зоны хранения шириной в 1 TEU называются секциями хранения, продольные – рядами. Область хранения под контейнер в 1 TEU называют складской ячейкой хранения.

В условиях тяжелой борьбы между контейнерными терминалами за клиентов и грузооборот возникла необходимость в дополнительных средствах оптимизации технологии терминалов, минимизации издержек. Наиболее важным из технологических процессов, требующий многостороннего анализа и оптимизации, является процесс специализации складских секций, необходимый для оптимального планирования размещения контейнеров.

Задача специализации секций контейнерного терминала. С целью достижения оптимального расположения контейнеров на складе с точки зрения минимизации затрат ресурсов на их обработку (перемещение между секциями, эффективное складирование) технологами контейнерных терминалов производится зонавая специализация всего

контейнерного терминала. Под отдельной специализацией секции хранения следует понимать множество критериев для некоторых характеристик контейнера, которым должны удовлетворять все находящиеся в данной секции контейнера.

При планировании специализации также учитываются физические характеристики самих секций хранения: для хранения груженых рефрижераторных контейнеров необходимы устройства для подключения, особое оборудование также необходимо и для зон таможенного досмотра (обычно, это нестрогий диапазон секций) и т.п. Немаловажным параметром складской секции являются ее географические координаты, определяющие степень отдаленности от причалов или железнодорожных фронтов, которая находится в прямой пропорции с временными затратами на выгрузку или отгрузку контейнеров с какого-либо направления.

Специализация может быть постоянной или скользящей. В первом случае секция склада предназначается для приема груза только одного назначения. Такие секции выделяют для назначений с большим грузопотоком. При скользящей специализации каждая секция используется поочередно для приема груза двух или более назначений.

Основой для планирования специализации складских секций служит информация об ожидаемых к прибытию на конкретную дату контейнеров одним из транспортных направлений (на автотягаче, морским судном или железнодорожным поездом), а также информация о планируемых датах убытия уже хранящихся на складе контейнеров из секций, поступающая от экспедиторов в виде поручений на отгрузку или заявок на вывоз автомобильным транспортом.

Главная задача оптимального планирования специализации складских секций контейнерного терминала – нахождение на выбранный период времени в будущем множества специализаций секций, минимизирующее возможные затраты на перемещение контейнера и оптимизирующее пространство под хранение в секциях (увеличение плотности хранения контейнеров в секции). Под плотностью хранения контейнеров в секции следует понимать отношение количества контейнеров в секции к общему допустимому количеству контейнеров к хранению в данной секции.

Исходными данными при планировании является информация о списке контейнеров, находящихся на терминале, и контейнеров, ожидаемых к прибытию на конкретную дату. Известны значения характеристик этих контейнеров и требуемый период хранения. Также известен список складских мощностей терминала, способных разместить контейнера. В результате решения задачи планирования должно сформироваться соответствие каждому элементу специализации, определяемому по группе характеристик контейнеров, элементу складской зоны хранения на весь период актуальности.

В планировании расположения контейнеров на терминале технологами склада без дополнительной информационной поддержки невозможно учесть состояние всех других контейнеров, охватить весь объем планируемых к прибытию контейнеров с разных путей сообщения (моря, ЖД, авто) и сделать перспективный и ретроспективный анализ состояния загруженности склада с целью оптимизации трудозатрат.

В существующих системах управления контейнерным терминалом в большинстве случаев делается акцент на ведение учета контейнеров без реализации оптимизирующих алгоритмов [2-5]. В тех же системах, где реализована подсистема поддержки принятия решений, функциональность затрагивает проблемы выдачи заданий погрузочной технике без автоматического планирования оптимального размещения [6, 7].

Метод решения задачи. Задачу планирования специализации складских секций можно отнести к классу задач составления расписания. За ресурсы следует принимать доступные к размещению складские секции контейнерного терминала, а за элементы расписания – специализации, имеющие четкие границы своего срока актуальности. Само расписание будет представлять собой множество соответствий складской секции и определенной специализации в каждый момент времени из интервала планирования.

Существующие алгоритмы построения расписаний можно разбить на три большие группы:

- алгоритмы, основанные на декомпозиции задачи составления расписаний на подзадачи (вложении задачи в семейство более простых задач);
- алгоритмы, основанные на методе ветвей и границ [8];
- алгоритмы, основанные на коррекции текущего расписания (итерационные алгоритмы).

Алгоритмы, использующие декомпозицию расписаний, могут быть основаны:

- на динамическом программировании [9];
- на жадных стратегиях [10].
- Алгоритмы, основанные на коррекции текущего расписания, (итерационные алгоритмы) можно разбить на два подкласса:
 - алгоритмы, опирающиеся на метод проб и ошибок: генетические и эволюционные алгоритмы [11], алгоритмы имитации отжига [12], алгоритмы случайного поиска (ненаправленного, направленного, направленного с самообучением) [13];
 - алгоритмы детерминированной коррекции расписания.

Итерационные алгоритмы детерминированной коррекции являются более подходящими для решения задачи планирования специализации складских секций в связи с производственной деятельностью технолога: вычисление происходит не единожды на входном наборе данных, постоянно изменяющийся поток контейнеров на терминале обуславливает необходимость периодичного перепланирования уже существующего расписания. Итерационные алгоритмы позволяют многократно продолжать вычисления с временными разрывами между итерациями.

Обобщенный алгоритм планирования специализации будет заключаться в первоначальном распределении всех специализаций между наиболее подходящими секциями (с возможными конфликтами пересечения) с последующим циклическим вычленением и разрешением «плохих» с точки зрения критерия оптимальности вариантов до тех пор, пока не останется непривязанных специализаций.

Предварительным этапом для каждой специализации должен быть вычислен список секций, удовлетворяющих ее критериям по условиям хранения. А список специализаций, в свою очередь, формируется путем группировки по характеристикам контейнеров, хранящихся на складе или ожидаемых к прибытию.

Выводы. В работе контейнерных терминалов основные проблемы неоптимального расходования ресурсов встречаются в связи с человеческим фактором и неспособностью исполняющего лица учесть множество разнокритериальных факторов и запланировать действия в соответствии с будущим состоянием контейнерного терминала.

В случае специализации склада технологам также невозможно учесть состояние всех других контейнеров, охватить весь объем планируемых к прибытию контейнеров с разных путей сообщения (моря, ЖД, авто) и сделать перспективный и ретроспективный анализ состояния загруженности склада с целью оптимизации трудозатрат.

Основными экономическими результатами, получаемыми от реализации и внедрения метода нахождения оптимального плана специализации секций контейнерного терминала являются:

- рациональное размещение, исключение потерь и ускорение обработки контейнеров;
- снижение эксплуатационных расходов терминала, их оптимизация и прозрачность;
- оптимизация использования оборудования и погрузочной техники;
- увеличение скорости обработки автотранспорта, ж/д транспорта, судов;
- уменьшение затрат на эксплуатацию погрузочной техники;

– снижение холостого пробега за счет использования алгоритмов оптимизации при выдаче работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организация контейнерных перевозок грузов [Электронный ресурс] / TGS-JD. – 2012. – Режим доступа: <http://www.tgs-jd.ru/8-transportno-gruzovye-kompleksy-dlya-kontejnerov/8-2-organizaciya-kontejneryh-perevozok-gruzov/>
2. Depot Software [Электронный ресурс] / Lucrosoft. – 2010. – Режим доступа: <http://www.depotsoftware.com>
3. Консид решения [Электронный ресурс] / ConsId. – 2009. – Режим доступа: <http://www.consId.ru>
4. Flexsim СТ [Электронный ресурс] / Flexsim Software Products Inc. – 2010. – Режим доступа: <http://www.flexsim.com>
5. Автоматизация складов от Ant Tachnologies [Электронный ресурс] / ant Technologies. – 2009. – Режим доступа: <http://www.ant-tech.ru>
6. СОЛВО – Системы управления контейнерными терминалами и складскими комплексами [Электронный ресурс] / ООО «Солво». – 2010. – Режим доступа: <http://www.solvo.ru>
7. Компьютерная система «Контейнерный терминал» [Электронный ресурс] / АвтоСофт. – 2010. – Режим доступа: <http://www.autosoft.ru>
8. Теория расписаний и вычислительные машины / Под ред. Э. Г. Коффмана. – М. : Наука, 1984. – 334 с.
9. Беллман Р. Динамическое программирование. – М. : ИЛ, 1960.
10. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М. : МЦНМО, 1999.
11. Обзорение прикладной математики. Серия «Методы оптимизации». Эволюционные вычисления и генетические алгоритмы – Т. 3, выпуск 5. – 1996.
12. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. Теория и практика. – М. : Мир, 1992.
13. Растрингин Л. А. Статистические методы поиска. – М. : Наука, 1968.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

- Абрашкевич Ю.Д., 60
Алексенко В.Л., 89
Андрейцев А.Ю., 66
Антонова Е.И., 199
Аржаєв Г.О., 48
- Баклан І.В., 68
Балака М.М., 48
Балакин А.И., 115
Белан С.Н., 5, 7
Бень А.П., 84, 152, 155, 158
Блах И.В., 86
Блінцов В.С., 75, 78, 81
Блінцов О.В., 75
Богданов А.В., 84, 86
Бондаренко А.В., 112
Букетов А.В., 89
Буруніна Ж.Ю., 78
- Вакарова А.Й., 9
Василенко Т.Є., 11
Висоцька Г.С., 66
Вовк В.Г., 169
Волошина Е.А., 115
Воробей В.И., 14
Воронин Д.Ю., 193
Врублевский Р.Е., 155
- Гальчинський Л.Ю., 91
Гладилюк Б.В., 9
Гладилюк Л.Л., 9
Гладких И.И., 162
Гончаренко А.В., 106
Гончаров А.В., 93
Горбач О.К., 22
Горбов В.М., 95
Гулак Д.В., 11
- Дмитрієва А.А., 91
Дубровкіна М.В., 97
Дюкіна Т.О., 100
- Егоров О.И., 17
Єнчев С.В., 19
- Жарикова М.В., 181, 195
Жуковицький І.В., 167
- Завальнюк О.П., 39
- Ильченко С.В., 164
- Казак В.М., 22, 25, 169
Козаков О.І., 41
Калюжний А.В., 97
Камінська Н.Г., 57
Кандиба Г.Ю., 103
Карпов М.А., 95
Касьянов В.О., 106
Качанюк Н.В., 97
Кирилович В.А., 109
Клева Я.А., 112
Клименко П.Г., 78
Кондратенко Ю.П., 172
Константинова Н.Ю., 28
Копп В.Я., 115
Кошелик Л.А., 158
Кравцова Л.В., 89
Кравчук М.П., 169
Криковлюк Е.А., 174
Куценко П.С., 78
- Лаврич Ю.Н., 34
Лебедева А.А., 179
Любонько А.Л., 184
Ляшенко Е.Н., 181, 195
- Мачишин Г.М., 60
Меженков А.В., 36
Молчановський О.І., 184
Моторнюк Р.Л., 5
- Надточій В.А., 75
Настасенко В.О., 119
Нестеренко В.Б., 39
Новицкий А.В., 129
- Огырь А.Г., 25
Ольшевский С.И., 81
Орлюк Є.І., 109
- Панасюк Т.С., 179
Пархоменко К.О., 36
Пахомова В.М., 41
Пелевін Л.Є., 48, 60
Пепеляев В.А., 174
Пивоваров Ю.В., 86
Пірог А.П., 89
Погребняк И.Ф., 148
Поляков В.А., 129
Поляков М.А., 125
Прокопчук Ю.А., 188
Процив В.В., 129
Пуляєва Г.В., 54, 57
- Радин В.К., 86
Рейцен Є.О., 190
- Сазонов А.Ю., 109
Самотокін Б.Б., 109
Сахнюк М.А., 174
Сіденко Є.В., 172
Скалозуб В.В., 167
Скатков А.В., 193
Соколова Н.А., 84
Степанкова Г.А., 68
Струневич Л.М., 135, 137
- Таран И.А., 140
Терещенкова О.В., 54, 57
Терлыч С.В., 28
Товкач С.С., 19
Толок О.В., 190
- Устенко А.Б., 167
- Хачапуридзе Н.М., 126
Ходаков В.Е., 195
- Черепанська І.Ю., 109
- Шарко А.В., 148
Шевчук Д.О., 169
Шехунов С.В., 199
- Южаков С.В., 7

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	3
<i>Секція 1: Контроль, діагностика і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами</i>	
РЕАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА	5
<i>Белан С.Н., Моторнюк Р.Л.</i>	
Государственный экономико-технологический университет транспорта (Украина, г. Киев)	
СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ	7
<i>Белан С.Н., Южаков С.В.</i>	
Государственный экономико-технологический университет транспорта (Украина, г. Киев)	
АЛГОРИТМ ПОШУКУ ВІДМОВ В СИСТЕМІ «ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ – АЕРОДРОМНИЙ СВІТЛОСИГНАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС»	9
<i>Вакарова А.Й., Гладинюк Л.Л., Гладинюк Б.В.</i>	
Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)	
ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗУПИННОГО ПУНКТУ МАРШРУТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ	11
<i>Василенко Т.С., Гулак Д.В.</i>	
Автомобільно-дорожній інститут Донецького національного технічного університету «ДонНТУ» (Україна, м. Горлівка)	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ПРОКЛАДКИ	14
<i>Воробей В.И.</i>	
Киевская государственная академия водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного (Украина)	
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЕЗДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТГНЛ	17
<i>Егоров О.И.</i>	
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. В.Лазаряна (Украина)	
ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В ЕЛЕКТРОННІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ АВІАЦІЙНИМИ ГАЗОТУРБІННИМИ ДВИГУНАМИ	19
<i>Єнчев С.В., Товкач С.С.</i>	
Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)	

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕТВОРЮВАЧА СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ЩО ЖИВИТЬ РУШІЙНІ УСТАНОВКИ БПЛА ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК	22
<i>Казак В.М., Горбач О.К.</i> Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)	
АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ ВЕРТОЛЕТОВ С ОБЫЧНЫМ РУЛЕВЫМ ВИНТОМ И ФЕНЕСТРОНОМ	25
<i>Казак В.Н., Огырь А.Г.</i> Национальный авиационный университет (Украина, г. Киев)	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА И ВРЕМЕНИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК	28
<i>Константинова Н.Ю., Терлыч С.В.</i> Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова (Украина)	
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА МЕТОДОМ ТЕПЛОВОГО МОНИТОРИНГА	34
<i>Лаврич Ю.Н.</i> Институт транспортных систем и технологий НАН Украины (Украина, г. Днепропетровск)	
ПОВЕДІНКА УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДАХ	36
<i>Меженков А.В., Пархоменко К.О.</i> Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу «Донецькій національний технічний університет» (Україна, м. Горлівка)	
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ	39
<i>Нестеренко В.Б., Завальнюк О.П.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ	41
<i>Пахомова В.М., Казаков О.І.</i> Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені В. Лазаряна (Україна)	
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ «ПНЕВМАТИЧНА ШИНА – ОПОРНА ПОВЕРХНЯ, ЩО ДЕФОРМУЄТЬСЯ»	48
<i>Пелевін Л.Є., Балака М.М.</i> Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА) (Україна), <i>Аржаєв Г.О.</i> Миколаївський будівельний коледж КНУБА (Україна)	

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ НА СУДНОРЕМОНТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	54
<i>Терещенко О.В., Пуляєва Г.В.</i> Херсонська державна морська академія (Україна)	
ЕТАПИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ СУДНОРЕМОНТУ	57
<i>Терещенко О.В., Пуляєва Г.В., Камінська Н.Г.</i> Херсонська державна морська академія (Україна)	
<i>Секція 2: Системний аналіз та математичне моделювання складних об'єктів</i>	
МЕХАНІЗМ КОЛИВАННЯ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНОГО ВОЛОКНА ПРИ СТАЦІОНАРНОМУ ОБЕРТАННІ ЩІТКИ	60
<i>Абрашкевич Ю.Д., Мачишин Г.М., Пелевін Л.Є.</i> Київський національний університет будівництва і архітектури (Україна)	
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТОЧНОСТІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ	66
<i>Андрейцев А.Ю., Висоцька Г.С.</i> Державний економіко-технологічний університет транспорту (Україна, м. Київ)	
ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПРИХОВАНИХ МАРКОВСЬКИХ МОДЕЛЕЙ	68
<i>Баклан І.В., Степанкова Г.А.</i> Національна академія управління (Україна, м. Київ)	
МОДЕЛЮЮЧИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ СИСТЕМИ «САМОХІДНИЙ ПРИВ'ЯЗНИЙ ПІДВОДНИЙ АПАРАТ – МАНІПУЛЯТОР»	75
<i>Блінцов В.С., Блінцов О.В., Надточій В.А.</i> Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна, м. Миколаїв)	
СУЧАСНІ ЗАДАЧІ КЕРУВАННЯ МОРСЬКИМИ ВОДНЕДОБУВНИМИ ПЛАТФОРМАМИ	78
<i>Блінцов В.С., Буруніна Ж.Ю., Клименко П.Г., Куценко П.С.</i> Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна, м. Миколаїв)	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОБИОНИЧЕСКОГО ДВИЖИТЕЛЯ ПЛАВНИКОВОГО ТИПА ДЛЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	81
<i>Блинцов В.С., Ольшевский С.И.</i> Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (Украина, г. Николаев)	
КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ	84
<i>Богданов А.В., Бень А.П.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина), <i>Соколова Н.А., Херсонский национальный технический университет (Украина)</i>	

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СУДНА ПРОЕКТА № 17340, ПОСТРОЕННАЯ В РАМКАХ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	86
<i>Богданов А.В., Блах И.В., Радин В.К., Пивоваров Ю.В.</i> Херсонская государственная морская академия (Украина)	
ПРОГНОЗУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИКОМПОЗИТИВ МЕТОДАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	89
<i>Букетов А.В., Кравцова Л.В., Пірог А.П., Алексенко В.Л.</i> Херсонська державна морська академія (Україна)	
ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ВИТРАТ ДІЯЛЬНОСТІ МЕРЕЖІ АЗС	91
<i>Гальчинський Л.Ю., Дмитрієва А.А.</i> Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (Україна)	
КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД	93
<i>Гончаров А.В.</i> Украинская государственная академия железнодорожного транспорта (Украина, г. Харьков)	
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ В СОСТАВЕ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ	95
<i>Горбов В.М., Карнов М.А.</i> Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова (Украина, г. Николаев)	
ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕШКОДИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОГЛЯДОВОГО КОНТРОЛЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	97
<i>Дубровкіна М.В., Калюжний А.В., Качанюк Н.В.</i> Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Іскра» (Україна, м. Луганськ)	
SYSTEMS ANALYSIS OF COMPLEX OBJECTS: METHODOLOGICAL ISSUES	100
<i>Dyukina T.O.</i> St. Petersburg State University (Russia)	
ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛЬТРА МАЛООБ'ЄМНОГО ОБПРИСКУВАННЯ	103
<i>Кандиба Г.Ю.</i> Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)	

THE CONCEPT OF SPPP OPERATIONAL PROCESSES MULTI-ALTERNATIVENESS IN TERMS OF SUBJECTIVE ANALYSIS 106

Kasyanov V.A.

National Aviation University (Ukraine, Kyiv),

Goncharenko A.V.

National University of Shipbuilding named after the admiral Makarov, Kherson Branch (Ukraine)

КОМБІНОВАНИЙ ПІДХІД ДО ТОЧНІСНОЇ АТЕСТАЦІЇ РОБОЧИХ ЗОН ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ 109

Кирилович В.А., Сазонов А.Ю., Самотокін Б.Б., Черепанська І.Ю.

Житомирський державний технологічний університет (Україна),

Орлюк Є.І.

Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова

Національного авіаційного університету (Україна)

АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАГРУЗКИ МАСС ЛОЦМАНСКИХ КАТЕРОВ НА НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ 112

Клева Я.А., Бондаренко А.В.

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова

(Украина, г. Николаев)

ЭНТРОПИЙНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ И УПРАВЛЕНИЮ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ МНОГОКРАТНЫМИ ИЗМЕРЕНИЯМИ 115

Копп В.Я., Балакин А.И., Волошина Е.А.

Севастопольский национальный технический университет (Украина)

ПРО МОЖЛИВІСТЬ АНАЛІТИЧНОГО УТОЧНЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ГРАВІТАЦІЙНОЇ СТАЛОЇ 119

Наст асенко В.О.

Херсонська державна морська академія (Україна)

РЕАЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОСТИ КОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ПРИЛОЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА 125

Поляков М.А.

Запорожский национальный технический университет (Украина)

ДИНАМИКА МАГНИТОЛЕВИТИРУЮЩЕГО ПОЕЗДА – ОСНОВА ЕГО ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ 127

Поляков В.А., Хачапуридзе Н.М.

Институт транспортных систем и технологий Национальной академии наук

Украины (Украина, г. Днепропетровск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ ШАХТНОГО ПОЕЗДА МАГНИТОРЕЛЬСОВЫМ ДОГРУЖАТЕЛЕМ 129

Процив В.В., Новицкий А.В.

ГВуз «Национальный горный университет» (Украина, г. Днепропетровск)

**МОДЕЛЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИТРАТ НА ОРГАНІЗАЦІЮ
ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЧАТКОВОЇ ЯКОСТІ
ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ПІДЛЯГАЄ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННЮ
В УМОВАХ СТАЦІОНАРНИХ СХОВИЩ** 135

Струневич Л.М.

Національний транспортний університет (Україна, м. Київ)

**МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З
УРАХУВАННЯМ ПОЧАТКОВОЇ ЯКОСТІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ, ЩО
ПІДЛЯГАЄ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННЮ В УМОВАХ СТАЦІОНАРНИХ
СХОВИЩ** 137

Струневич Л.М.

Національний транспортний університет (Україна, м. Київ)

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ В
ДВУХПОТОЧНЫХ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ
ТРАНСМИССИЯХ ДИЗЕЛЕВАЗОВ** 140

Таран И.А.

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет» (Украина, г. Днепропетровск)

**МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ** 148

Шарко А.В., Погребняк И.Ф.

Херсонський національний технічний університет (Україна)

Секція 3: Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ
УПРАВЛІННЯ РУХОМ СУДЕН** 152

Бень А.П.

Херсонська державна морська академія (Україна)

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
МАНГИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ** 155

Бень А.П., Врублевский Р.Е.

Херсонская государственная морская академия (Украина)

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ МОРЕХОДНЫХ
КАЧЕСТВ СУДОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ЗЕРНОВЫЕ** 158

Бень А.П., Кошелюк Л.А.

Херсонская государственная морская академия (Украина)

**СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ
В РЕЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛУЖБАХ** 162

Гладких И.И.

Одесская национальная морская академия (Украина)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ** 164

Ильченко С.В.

Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований НАНУ (Украина, г. Одесса)

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ	167
<i>Жуковицький І.В., Скалозуб В.В., Устенко А.Б.</i>	
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (Україна)	
БОРТОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РЕКОНФІГУРАЦІЇ КЕРУВАННЯ ЛІТАКОМ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ ОСОБЛИВОЇ СИТУАЦІЇ У ПОЛЬОТІ	169
<i>Казак В.М., Шевчук Д.О., Кравчук М.П.</i>	
Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ), <i>Вовк В.Г.</i>	
Національний університет харчових технологій (Україна, м. Київ)	
КЛАСИФІКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТА МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	172
<i>Кондратенко Ю.П., Сіденко Є.В.</i>	
Чорноморський державний університет ім. П. Могили (Україна, м. Миколаїв)	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ DATA FARMING	174
<i>Криковлюк Е.А., Пепеляев В.А., Сахнюк М.А.</i>	
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины (Украина, г. Киев)	
ОПТИМІЗАЦІЯ ПОШУКОВИХ ЗАПИТІВ В БАЗІ ЗНАНЬ «НАДТВЕРДІ МАТЕРІАЛИ»	179
<i>Лебедева А.А., Панасюк Т.С.</i>	
Институт надтвердых материалов им. В.М.Бакуля НАН Украины (Украина, м. Київ)	
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ЛЕСА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	181
<i>Ляшенко Е.Н., Жарикова М.В.</i>	
Херсонский национальный технический университет (Украина)	
ПОБУДОВА ПОЧАТКОВОГО РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПІДБОРОМ ТА ДОСТАВКОЮ	184
<i>Молчановський О.І.</i>	
Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут» (Україна), <i>Любонько А.Л.</i>	
ПП «Українські Інтелектуальні Технології» (Україна)	
ГИПЕРЦИКЛ КОГНИТИВНОГО И МЕТАКОГНИТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ	188
<i>Прокопчук Ю.А.</i>	
Институт технической механики НАНУ и НКАУ (Украина, г. Днепропетровск)	

РОЗРОБКА МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ **190**

Рейцен Є.О.

Київський національний університет будівництва і архітектури (Україна)

Толок О.В.

Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» (Україна, м. Горлівка)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ **193**

Скатков А.В., Воронин Д.Ю.

Севастопольский национальный технический университет (Украина)

WEB-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА **195**

Ходаков В.Е., Жарикова М.В., Ляшенко Е.Н.

Херсонский национальный технический университет (Украина)

ПРОБЛЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ГРУЗА НА КОНТЕЙНЕРНЫХ ТЕРМИНАЛАХ **199**

Шехунов С.В., Антонова Е.И.

Дальневосточный федеральный университет (Россия, г. Владивосток)

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК **203**

-

Збірка матеріалів
IV Міжнародної науково-практичної конференції

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
НА ТРАНСПОРТІ**

MINTT-2012

Том 1

Відповідальний за випуск *Врублевський Р. Є.*
Технічний редактор *Клементьєва О. Ю.*
Друк, фальцювальні-палітурні роботи *Удов В. Г.*

Підписано до друку 10.05.2012. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. аркушів 13,25. Тираж 200 прим.

Херсонська державна морська академія
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 4312 від 10.05.2012
73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20, к. 224
тел. (0552) 44-25-24