

ИЗВЕСТИЯ ЮФУ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ IZVESTIYA SFedU. ENGINEERING SCIENCES

*Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-28889 от 12.07.2007*

Научно-технический и прикладной журнал

Издается с 1995 года

Подписной индекс 41970

№ 7 (144). 2013 г.

Тематический выпуск
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ САПР

Журнал включен в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук».

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

Главная редакционная коллегия журнала

Каляев И.А. (главный редактор); Курейчик В.М. (зам. главного редактора); Моськин В.Н. (ученый секретарь); Абрамов С.М.; Агеев О.А.; Бабенко Л.К.; Вагин В.Н.; Веселов Г.Е.; Гонкальвес Ж.; Захаревич В.Г.; Колесников А.А.; Коноплев Б.Г.; Курейчик В.В.; Левин И.И.; Макаревич О.Б.; Маркович И.И.; Микрин Е.А.; Никитов С.А.; Обуховец В.А.; Осипов Г.С.; Панатов Г.С.; Панич А.Е.; Петров В.В.; Петровский А.Б.; Пшихопов В.Х.; Редько В.Г.; Румянцев К.Е.; Солдатов А.В.; Стемпковский А.Л.; Сухинов А.И.; Сысоев В.В.; Тарасов С.П.; Фрадков А.Л.; Чаплыгин Ю.А.; Чередниченко Д.И.; Четверушкин Б.Н.; Чичков Б.Н.

Редакционная коллегия выпуска

Курейчик В.В. (редактор выпуска), Лебедев Б.К. (зам. редактора выпуска), Литвиненко В.А. (ученый секретарь), Нужнов Е.В., Щелоков А.Н.

Учредитель Южный федеральный университет.

Издатель Технологический институт Южного федерального университета
в г. Таганроге.

Ответственный за выпуск Литвиненко В.А.

Главный редактор журнала Ярошевич Н.В.

Редактор Литвиненко В.А.

Оригинал-макет выполнен Ярошевич Н.В.

ЛР № 020565 от 23.06.1997 г. Подписано к печати 25.07.2013 г.

Формат 70×108 $\frac{1}{8}$. Бумага офсетная.

Офсетная печать. Усл. печ. л. – 32,4. Уч.-изд. л. – 32,0.

Заказ № 208. Тираж 250 экз.

Адрес издателя: 347928, г. Таганрог, ГСП 17А, Некрасовский, 44.

Адрес типографии: 347928, г. Таганрог, ГСП 17А, Энгельса, 1.

Адрес редколлегии: 347928, г. Таганрог, ГСП 17А, пер. Некрасовский, 44,
ТТИ ЮФУ, ОНТИ, телефон: +7 8634 371-071, факс: +7 8634 613-933,
e-mail: onti@tgn.sfedu.ru, <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/>.



СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. ЭВОЛЮЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И БИОНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

В.М. Курейчик АЛГОРИТМЫ ОДНОМЕРНОЙ УПАКОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ	8
Б.К. Лебедев, В.Б. Лебедев ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ РОССЫПИ АЛЬТЕРНАТИВ (КРА).....	11
А.А. Кажаров, В.М. Курейчик ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАБЛОННЫХ РЕШЕНИЙ В МУРАВЬИНЫХ АЛГОРИТМАХ	17
В.В. Курейчик, Вл.Вл. Курейчик БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ РАЗБИЕНИЯ СХЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СБИС	23
А.Ю. Кудаев, А.А. Лежебоков, З.В. Нагоев ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ САПР МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ ОНТОНЕЙРОМОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	29
Л.А. Гладков, Н.В. Гладкова, Е.С. Скубриева РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРЕХМЕРНОЙ УПАКОВКИ РАЗНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	35
В.Б. Лебедев, О.Б. Лебедев РОЕВОЙ ИНТЕЛЛЕКТ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ МОДЕЛЕЙ АДАПТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ МУРАВЬИНОЙ И ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИЙ	41
С.Н. Щеглов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОДЕЛЕЙ ЭВОЛЮЦИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	47
О.А. Мелихова ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	53
А.Ю. Полуян, И.В. Марейченко ПОСТРОЕНИЕ БИОНИЧЕСКОГО ПОИСКА ДЛЯ ЗАДАЧ ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНОМ ПУТИ НА ОСНОВЕ СТРАТЕГИИ АДАПТАЦИИ	58

РАЗДЕЛ II. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

С.В. Гаврилов, Г.А. Пирютина, А.Н. Щелоков СТАТИЧЕСКИЙ ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ КМОП-СХЕМ С УЧЕТОМ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ.....	65
М.В. Лисяк, А.А. Лежебоков АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СБИС.....	70
А.А. Кулаков МЕТОД РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СБИС ТРЕХМЕРНОЙ КОМПОНОВКИ.....	76

РАЗДЕЛ III. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ

Д.Ю. Запорожец, В.В. Курейчик ГИБРИДНЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА	80
С.М. Ковалев МЕТОДЫ МНОГОШАГОВОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ АНОМАЛИЙ В ТЕМПОРАЛЬНЫХ ДАННЫХ	85
Ю.О. Чернышев, Н.Н. Венцов, С.А. Мухтаров ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИК ЛУКАСЕВИЧА И ЗАДЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ОТБОРА.....	91
Ю.А. Кравченко ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	97
Л.А. Гладков, Н.В. Гладкова РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ.....	102
С.Н. Никольский, И.Ф. Сурженко ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ «ЦЕЛЬ-РЕЗУЛЬТАТ».....	107
В.А. Литвиненко, С.А. Ховансков, Е.В. Литвиненко ГИБРИДНЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ТОЧНОСТЬЮ РЕШЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА ГРАФАХ	112
Ю.А. Кравченко, В.В. Марков ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ РАЗНОРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗНАНИЙ	116
В.В. Бова МОДЕЛЬ ПОИСКА И АНАЛИЗА РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ	120
В.В. Марков, Е.С. Рура ПОДСИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ НЕЧЕТКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	126
РАЗДЕЛ IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Я.Е. Ромм, И.Н. Соколов КОМПЬЮТЕРНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АРИТМИИ, ТАХИКАРДИИ И БРАДИКАРДИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СХЕМ СОРТИРОВКИ.....	131
Ю.О. Чернышев, Н.Н. Венцов, С.А. Мухтаров АЛГОРИТМ СТАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	136
Р.Ю. Вишняков, Ю.М. Вишняков «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ» ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СМЫСЛА ТЕКСТОВЫХ ФРАГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ ПОЛЬСКОЙ ЗАПИСИ.....	141
А.Э. Саак УГЛОВОЙ АЛГОРИТМ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ МАССИВАМИ ЗАЯВОК КРУГОВОГО ТИПА	147
Р.Ю. Вишняков, Ю.М. Вишняков ИНТЕРПРЕТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СМЫСЛА ТЕКСТОВОГО ФРАГМЕНТА...	152
А.Е. Васильев, О.П. Третьяков ГРАФОВАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЯ И АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ.....	156
И.А. Скороходов, С.В. Тасенко, П.В. Шатов, И.В. Гецелев, М.В. Подзолко УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ.....	160

РАЗДЕЛ V. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Р.А. Нейдорф, А.А. Жикунин СЕЛЕКТИВНО-ПЕРЕСТАНОВОЧНЫЙ МЕТОД ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ОДНОРОДНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ. КОМБИНАЦИОННЫЕ ПЕРЕСТАНОВКИ.....	167
Н.С. Абрамов, В.А. Ромакин МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ВИДЕОКАМЕРОЙ.....	173
М.В. Луцан, Е.В. Нужнов МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ОЧЕРЕДЕЙ КОНТЕЙНЕРОВ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ГРУЗОВОМ ТЕРМИНАЛЕ.....	179
Р.А. Нейдорф, А.А. Болдырева ОБЪЕМНЫЙ ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМОМ/СПУСКОМ ЧЕЛНОКОВ СИСТЕМЫ МААТ.....	184
А.В. Малков, О.Н. Зенкина, В.И. Помеляйко, И.С. Помеляйко МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕОФИЛЬТРАЦИИ И МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД НА КУРОРТЕ КИСЛОВОДСК.....	190
Н.К. Полуянович, Ю.П. Волощенко, И.И. Шушанов АНАЛИЗ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЧЕРЕЗ КОНТАКТНУЮ СЕТЬ.....	195
М.Ю. Поленов ОРГАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОДДЕРЖКИ МНОГОКРАТНО ИСПОЛЪЗУЕМЫХ МОДЕЛЕЙ	201

РАЗДЕЛ VI. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ

В.С. Гаврилов, Д.И. Рыжова, А.Н. Щелоков МЕТОД УСКОРЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ МНОГОЯДЕРНЫХ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ С РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ПАМЯТЬЮ.....	208
В.В. Гудилов РЕКОНФИГУРИРУЕМЫЕ ВЕКТОРНЫЕ ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРОЦЕССОРЫ.....	213
В.М. Амербаев, Р.А. Соловьев, Д.В. Тельпухов РЕАЛИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ МОДУЛЬНЫХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МИНИМИЗАЦИИ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ.....	221

РАЗДЕЛ VII. ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Вл.Вл. Курейчик, Д.И. Тимашков ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ	226
В.И. Писаренко ПРОБЛЕМА ВОСПИТАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИКЕ.....	231
В.М. Глушань КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ И КОНТРОЛИРУЮЩИХ СИСТЕМ.....	237
Е.Ю. Литвиненко ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....	243
С.И. Родзин, Л.С. Родзина КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫЕ МОБИЛЬНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ	247
Е.В. Нужнов, И.И. Казмина ПОДСИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ.....	253

CONTENT

SECTION I. EVOLUTIONARY MODELLING, GENETIC AND BIONIC ALGORITHMS

V.M. Kureychik ALGORITHMS OF 1-D ELEMENTS PACKING	8
B.K. Lebedev, V.B. Lebedev OPTIMIZATION BY THE CRYSTALLIZATION OF ALTERNATIVES FIELD (CAF) METHOD	12
A.A. Kazharov, V.M. Kureichik TEMPLATE USING FOR ANT COLONY ALGORITHMS.....	18
V.V. Kureichik, VI.VI. Kureichik BIOINSPIRED ALGORITHMS FOR PARTITIONING VLSI CIRCUITS IN DESIGN	23
A.Y. Kudaev, A.A. Lezhebokov, Z.V. Nagoev VIRTUAL PROTOTYPING IN INTEGRATED CADS OF ENGINEERING AND ELECTRONICS BASED ON THE ONTONEUROMORPHOGENETIC MODELING.....	29
L.A. Gladkov, N.V. Gladkova, E.S. Skubrieva THE DECISION OF THE 3D-PACKING PROBLEM DIFFERENTLY DIMENSIONAL OBJECTS WITH USE BIONIC METHODS	35
V.B. Lebedev, O.B. Lebedev SWARM INTELLIGENCE ON THE BASIS OF THE ADAPTIVE BEHAVIOUR MODELS INTEGRATION OF THE ANT AND BEER COLONIES.....	42
S.N. Shcheglov USING VARIOUS TYPES OF EVOLUTION FOR BUILDING INFORMATION TECHNOLOGY DECISION SUPPORT IN THE DESIGN.....	48
O.A. Melikhova GENETIC ALGORITHMS APPLICATION FOR THE ARTIFICIAL INTELLECT SYSTEMS CONSTRUCTION	53
A.Yu. Poluyan, I.V. Mareychenko CREATION OF BIONIC SEARCH FOR TASKS ABOUT AN EXTREME WAY ON THE BASIS OF ADAPTATION STRATEGY	59

SECTION II. AUTOMATION OF DESIGNING

S.V. Gavrilov, G.A. Pirutina, A.N. Schelokov CMOS CIRCUIT STATIC TIMING ANALYSIS ACCOUNTING FOR DESTABILIZING FACTORS	65
M.V. Lisyak, A.A. Lezhebokov ALGORITHM FOR MULTICTICERIA PLACEMENT OF VLSI ELEMENTS	70
A.A. Kulakov METHOD OF THERMAL CELL PLACEMENT ON THREE-DIMENSIONAL INTEGRATED CIRCUIT.....	76

SECTION III. ARTIFICIAL INTELLECT AND INDISTINCT SYSTEMS

D.Yu. Zapqrozhec, V.V. Kureichik HYBRID ALGORITHM SOLVING TRANSPORT TYPE PROBLEMS.....	80
S.M. Kovalev THE METHOD OF MULTISTEP PREDICTION OF ANOMALIES IN TEMPORAL DATA	85
Yu.O. Chernyshev, N.N. Vencov, S.A. Mukhtarov APPLICATION LOGICS LUKASIEWICZ AND ZADEH IN THE METHOD OF ADVERSE SELECTION.....	91
Yu.A. Kravchenko INTEGRATED MODEL OF KNOWLEDGE REPRESENTATION BASED ON FUZZY MODELING METHOD.....	97

L.A. Gladkov, N.V. Gladkova THE DECISION OF DYNAMIC VEHICLE ROUTING PROBLEMS ON THE BASIS OF HYBRID INTELLECTUAL METHODS AND MODELS.....	103
S.N. Nikolsky, I.F. Surgenko ONTOLOGICAL ANALYSIS OF "GOAL-RESULT" RELATION	107
V.A. Litvinenko, S.A. Hovanskov, E.V. Litvinenko HYBRID METHOD BY ACCURACY OF THE DECISION OF EXTREME TASKS ON GRAPHS.....	112
Yu.A. Kravchenko, V.V. Markov ONTOLOGICAL APPROACH FORMATION OF INFORMATION RESOURCES BASED ON KNOWLEDGE DISPARATE SOURCES	116
V.V. Bova MODEL SEARCH AND ANALYSIS OF SOLUTIONS FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT IN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS	120
V.V. Markov, E.S. Ruhra TESTING KNOWLEDGE SUBSYSTEM BASED ON TECHNIQUE OF FUZZY PROGRAMMING.....	126

SECTION IV. NEW INFORMATION TECHNOLOGIES

Ya.E. Romm, I.N. Sokolov COMPUTERIZED DIAGNOSTICS OF ARRHYTHMIA, TACHYCARDIA AND BRADYCARDIA WITH SORTING DIAGRAMS APPLICATION.....	131
Yu.O. Chernyshev, N.N. Vencov, S.A. Mukhtarov THE ALGORITHM OF STATIC OPTIMIZATION OF DATA TRANSFER.....	136
R.Yu. Vishnyakov, Yu.M. Vishnyakov "CALCULATING" REPRESENTATION OF THE TEXT SELECTION MEANING BASED ON THE REVERSE POLISH NOTATION	142
A.E. Saak AN ANGULAR ALGORITHM FOR SCHEDULING BY SETS OF CIRCULAR-TYPE USER TASKS.....	147
R.Yu. Vishnyakov, Yu.M. Vishnyakov INTERPRETATIVE MODEL OF TEXT SELECTION MEANING	153
A.E. Vasilyev, O.P. Tretyakov GRAPH MODEL MONITORING AND ANALYSIS OF DATA PROTECTION	157
I.A. Skorohodov, S.V. Tassenko, P.V. Shatov, I.V. Getselev, M.V. Podzolkov ACCOUNTING FOR THE EFFECTS OF GEOMAGNETIC STORMS IN DESIGNING THE VARIOUS SYSTEMS.....	160

SECTION V. MODELLING OF COMPLEX SYSTEMS

R.A. Neidorf, A.A. Zhikulin SELECTIVE-PERMUTATION METHOD FOR FINDING AN APPROXIMATE SOLUTION OF THE OPEN SHOP SCHEDULING PROBLEM. COMBINATIONAL PERMUTATIONS.....	167
N.S. Abramov, V.A. Romakin METHODS OF CONTROL OF ROTATING VIDEO CAMERA.....	173
M.V. Lutsan, E.V. Nuzhnov METHODS AND WAYS OF MANAGING QUEUES OF CONTAINERS ON COMPUTER AIDED CARGO TERMINAL.....	180
R.A. Neidorf, A.A. Boldyreva THE MAAT SYSTEM FEEDERS ASCENDING/DESCENDING CONTROL VOLUME PRINCIPLE.....	185
A.V. Malkov, O.N. Zenkina, V.I. Pomelyayko, I.S. Pomelyayko MATHEMATICAL MODEL MIGRATION AND GEOFI POLLUTED GROUNDWATER HEALTH RESORT KISLOVODSK.....	190

N.K. Poluyanovich, Yu.P. Voloshenko, I.I. Shushanov THE ANALYSIS OF MODEL OF INTERACTION OF SYSTEMS OF TRACTION ELECTRIC DRIVES THROUGH THE CONTACT NETWORK	196
M.Yu. Polenov ORGANIZATION OF THE DISTRIBUTED TOOLS OF REUSABLE MODELS SUPPORT	202

**SECTION VI. COMPUTER COMPLEXES
OF NEW GENERATION AND NEUROCOMPUTERS**

V.S. Gavrilov, D.I. Ryzhova, A.N. Schelokov THE METHOD OF ACCELERATED SIMULATION OF HETEROGENEOUS MULTICORE SYSTEMS ON CHIP WITH RECONFIGURABLE MEMORY	208
V.V. Gudilov RECONFIGURED VECTORIAL EVOLUTIONARY PROCESSORS	213
V.M. Amerbaev, R.A. Solovyev, D.V. Telpukhov LIBRARY IMPLEMENTATION OF MODULAR ARITHMETIC OPERATIONS, BASED ON LOGIC FUNCTIONS MINIMIZATION ALGORITHMS	221

SECTION VII. PROBLEMS OF FORMATION

Vi.Vi. Kureichik, D.I. Timashkov SIMULATION MODEL ASSESSMENT LEVEL OF COMPETENCE BASED ON PETRI NETS	226
V.I. Pisarenko EDUCATION PROBLEM IN MODERN PEDAGOGICS	231
V.M. Glushan COMPUTER TECHNOLOGIES AND CONSTRUCTION PROBLEMS THE AUTOMATED TRAINING AND SUPERVISING SYSTEMS	237
Ye.Yu. Litvinenko FORMATION OF INTERCULTURAL COMPETENCE IN THE PROCESS OF FOREIGN LANGUAGE TEACHING AT HIGHER TECHNICAL EDUCATIONAL INSTITUTION	243
S.I. Rodzin, L.S. Rodzina CONTEXT-SENSITIVE MOBILE LEARNING SYSTEM	248
E.V. Nuzhnov, I.I. Kazmina THE TRAINING PROCESS ON-LINE MONITORING SUBSYSTEM FOR PROFILING DEPARTMENT	253

Малков Анатолий Валентинович – Общество с ограниченной ответственностью «Нарзан-гидроресурсы»; e-mail: Anatol.Malkov@yandex.ru; 357700, Ставропольский край, г. Кисловодск, ул. Кирова, 43; тел.: 88793729139; директор, кандидат геолого-минералогических наук; д.т.н.

Зенкина Ольга Николаевна – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: olga.n72@mail.ru; 347922, г. Таганрог, ул. Шаумяна, 8-6; тел.: +78986250925; магистрант кафедры синергетики и процессов управления.

Помеляйко Василий Иванович – Группа компаний Danon-Юнимилк в России, филиал «Молочный Комбинат «ЛИПЕЦКИЙ»; e-mail: v.pomelyayko@gmail.com; 398000, Липецкая область, г. Липецк, ул. Каткуова, 1; тел.: 884742429545; главный инженер

Помеляйко Ирина Сергеевна – Общество с ограниченной ответственностью «Нарзан-гидроресурсы»; e-mail: irinapomelyayko@rambler.ru; 357700 Россия, Ставропольский край, г. Кисловодск, ул. Кирова, 43; тел.: 88793729139; инженер-гидрогеолог

Malkov Anatoliy Valentinovich – Limited Liability Company “Narzan-hydroresources”; e-mail: Anatol.Malkov@yandex.ru; 43, Kirov street, Kislovodsk, Stavropol region, 357700, Russia; phone: +78793729139; director; cand. of geological and mineralogical sc., dr. of eng. sc.

Zenkina Olga Nikolaevna – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: olga.n72@mail.ru; 8-6, Shaumianna street, Taganrog, 347922, Russia; phone: +78986250925; master degree student of the department of synergetics and control processes.

Pomelyayko Vasily Ivanovich – Group Danone-Unimilk in Russia, a subsidiary of “Dairy Plant” Lipetsk”; e-mail: v.pomelyayko@gmail.com; 1, Katukova Street, Lipetsk, Lipetsk region, 398000, Russia; phone: +784742429545; chief engineer.

Pomelyayko Irina Sergeevna – Limited Liability Company “Narzan-hydroresources”; e-mail: irinapomelyayko@rambler.ru; 43, Kirov street, Kislovodsk, Stavropol region, 357700, Russia; phone: +78793729139; hydrogeology-engineer.

УДК 681.513

Н.К. Полуянович, Ю.П. Волощенко, И.И. Шушанов

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЧЕРЕЗ КОНТАКТНУЮ СЕТЬ*

Приводятся результаты численных экспериментов с использованием многошагового метода Адамса-Бэшфорта-Мултона РЕСЕ с переменным шагом, который позволяет достигать необходимую точность численного решения при приемлемых затратах вычислительных ресурсов, а также отвечает требованиям предъявляемым к методам решения жестких систем дифференциальных уравнений. Обобщена структура и рассчитано КПД рекуперации при взаимодействии тяговых электроприводов двух электроподвижных составов через контактную сеть.

Тяговый электропривод; электроподвижной состав; рекуперация энергии.

* Работа поддержана грантом РФФИ №12-08-13112 офи_м_РЖД «Разработка методов оптимизации энергопотребления электропоездов в динамических режимах на базе комплексной системы управления движением и энергоснабжением».

N.K. Poluyanovich, Yu.P. Voloshenko, I.I. Shushanov

THE ANALYSIS OF MODEL OF INTERACTION OF SYSTEMS OF TRACTION ELECTRIC DRIVES THROUGH THE CONTACT NETWORK

Results of numerical experiments are given with use of a multistep method of Adams-Beshforta-Multona of PECE with a variable step which allows to reach necessary for the accuracy of the numerical decision at acceptable expenses of computing resources, and also answers demands made to methods of the decision of rigid systems of the differential equations. The structure is generalized and is calculated by recovery efficiency at interaction of traction electric drives of two electrorolling stocks through a contact network.

Traction electric drive; electrorolling stock; energy recovery.

Введение. В настоящее время в системах электрической тяги электроподвижного состава (ЭПС) используется значительная доля электропривода постоянного тока [1, 2], включающего двигатели с последовательным возбуждением и системы управления с широтно-импульсным регулированием тока. Основным эффектом экономии электроэнергии в тяговом электроприводе (ТЭП) достигается за счёт максимального повторного использования энергии.

Математические модели импульсных преобразователей. Выбор наилучшего варианта системы управления ТЭП в задачах повышения эффективности, а именно снижению потерь электрической энергии, сводится к поиску экстремума функционала качества вида [3]

$$I = \int_{t_0}^{t_1} F(A, P, t) dt. \quad (1)$$

В общем виде математическая модель импульсной системы преобразования энергии (ИСПЭ) [3] имеет вид:

$$\frac{d\vec{A}}{dt} = F(t, \vec{A}), \quad \frac{d\vec{B}}{dt} = G(t, \vec{A}, \vec{B}), \quad (2)$$

где $\vec{A} = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}'$ – вектор переменных состояния энергетической подсистемы ИСПЭ (знак «'» здесь и далее означает транспонирование); $\vec{B} = \{B_1, B_2, \dots, B_m\}'$ – вектор переменных состояния информационной подсистемы ИСПЭ; $\vec{F} = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}'$, $\vec{G} = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}'$ – векторные функции; n и m – порядок подсистем. Кусочно-непрерывные векторные функции F и G терпят разрывы первого рода на поверхностях

$$\xi_i(t, \vec{A}, \vec{B}) = 0, \quad (3)$$

где ξ_i – функция коммутации ИСПЭ ($i=1, 2, \dots, k$), а также на поверхностях

$$\xi_i(t, \vec{A}, \vec{B}) = \xi_i(t + T, \vec{A}, \vec{B}), \quad (4)$$

где T – период синхронизации ШИМ ($i=1, 2, \dots, j; j \leq k$).

Функции коммутации ИП ξ_i ($i=1, 2, \dots, j$) определяют состояние управляемых, а ξ_i ($i=j+1, j+2, \dots, k$) – неуправляемых ключевых элементов.

Значение импульсной функции Q_i определяется функцией коммутации ξ_i :

$$Q_i = (\text{sign}(\xi_i) + 1)/2, \quad (5)$$

где $\text{sign}(\xi)$ принимает значения «1» и «-1» в соответствии со знаком ξ .

Требованиями к СУ тягового электропривода постоянного тока являются: обеспечение синхронной динамики при различных скоростях движения и мощностях других транспортных средств, находящихся на том же участке контактной сети; минимизация длительности переходных процессов и их апериодический характер; минимизация статической ошибки регулирования; снижение потерь электрической энергии, рассеиваемой на тормозных и балластных сопротивлениях.

Структура и динамика импульсных регуляторов определяются способом модуляции, она определяется как результат решения функционального уравнения [3]:

$$F(\delta(t - (k - 1)T)) - f_0(t - (k - 1)T) = 0, \quad (k - 1)T \leq t \leq kT, \quad (6)$$

где $F(\delta(t))$ – некоторый функционал от сигнала рассогласования; T – период синхронизации ШИМ; $f_0(t)$ – опорная функция (сигнал пилообразной формы).

Системы с модуляцией заднего фронта и пилообразной опорной функцией, определяемой как (7) а функции коммутации (8).

$$f_G(t) = U_G \left(\frac{t+t_0}{T} - \left(\frac{t+t_0}{T} \right) \text{mod} 1 \right), \quad (7)$$

где U_G – амплитуда пилообразного напряжения; t – время; t_0 – начальное время, меньшее, чем T , и различное для независимо работающих регуляторов.

$$\xi(t, B(t)) = \varepsilon(t) - f_G(t), \quad (8)$$

где ε – сигнал с выхода корректирующего устройства (КУ).

Регулятор тока реализующий ШИМ заднего фронта приведен на рис. 1,а, где ГЛИН – генератор пилообразного напряжения, x – регулируемая величина (ток якоря ДПТ); β – коэффициент передачи датчика тока; U_Y – опорное напряжение; – сигнал рассогласования на входе КУ, а временные диаграммы на рис. 1,б. Частота синхронизации ШИМ f ограничена снизу допустимым размахом пульсаций и условиями обеспечения непрерывности тока якоря двигателя, а сверху – быстродействием силового ключа и допустимыми потерями энергии в преобразователе.

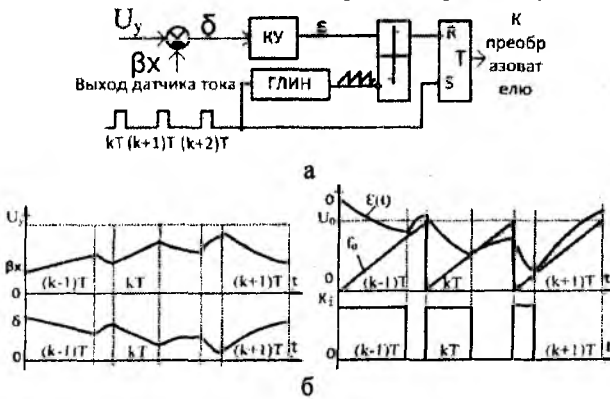


Рис. 1. а – типовая структура ШИМ; б – временные диаграммы ШИМ

Модель взаимодействия ТЭП на участке контактной сети. Исследуется режим реостатно-рекуперативного торможения, когда на участке контактной сети находятся два ЭПС, функционирующих в различных режимах рис. 2, где: ИПП и ИПТ – импульсные преобразователи в режиме пуска и торможения соответственно.

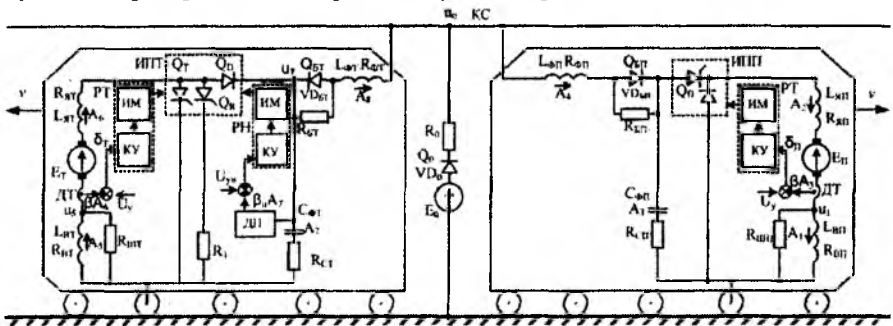


Рис. 2. Модель взаимодействия силовой подсистемы двух ТЭП ЭПС

Переменные состояния системы определяются векторами \vec{A} и \vec{B} . Вектор \vec{A} объединяет переменные состояния силовой части системы: вагона, находящегося в режиме пуска (A_1 – ток обмотки возбуждения; A_2 – ток якоря; A_3 – напряжение на конденсаторе фильтра; A_4 – ток реактора фильтра) и вагона, находящегося в режиме торможения (A_5 – ток обмотки возбуждения; A_6 – ток якоря; A_7 – напряжение на конденсаторе фильтра; A_8 – ток реактора фильтра при $Q_0=1$). Вектор \vec{B} объединяет переменные состояния информационной части системы (корректирующих устройств регуляторов) – напряжения на выходе интеграторов: B_1 – ПИ-звена и B_2 – ЦКУ (для режима пуска), B_3 – ПИ-звена и B_4 – ЦКУ (для режима торможения), B_5 – регулятора напряжения.

Импульсные функции, соответствующие ключевым элементам, определяется согласно формуле (4) и могут принимать значения 0 и 1. Напряжение в точке, где объединяются ток рекуперации и ток, потребляемый из контактной сети, с учётом этих обозначений система ОДУ для вектора \vec{A} (см. рис. 2):

$$u_0 = Q_0(E_0 - R_0(A_4 - A_8)) + (1 - Q_0) \left(u_3 + R_{\Phi\Pi}A_4 + L_{\Phi} \frac{dA_4}{dt} \right). \quad (9)$$

Сигнал рассогласования регулятора напряжения:

$$\delta_H = (\beta_H u_7 - U_H) (\text{sign}(\beta_H u_7 - U_H) + 1) / 2, \quad (10)$$

где β_H – коэффициент преобразования датчика напряжения, снимаемого с конденсатора фильтра; $U_{\text{УН}}$ – уставка напряжения.

$$\begin{cases} \dot{A}_1 = (u_1 - R_B A_1) / L_B, \\ \dot{A}_2 = (Q_{\Pi} u_3 - R_{\text{Я}} A_2 - u_1 - E_{\Pi}) / L_{\text{Я}}, \\ \dot{A}_3 = (A_4 - Q_{\Pi} A_2) / C_{\Phi}, \\ \dot{A}_4 = (Q_0 u_0 + (1 - Q_0)(u_7 - R_{\Phi\Gamma} A_4) - R_{\Phi\Pi} A_4 - u_3) / ((2 - Q_0) L_{\Phi}), \\ \dot{A}_5 = (u_5 - R_B A_5) / L_B, \\ \dot{A}_6 = (E_{\Gamma} - u_5 - R_{\text{Я}} A_6 - (1 - Q_{\Gamma})(Q_R(Q_D u_7 + (1 - Q_D) R_{\Gamma} A_6) + (1 - Q_R) u_7)) / L_{\text{Я}}, \\ \dot{A}_7 = ((1 - Q_{\Gamma})((1 - Q_R) + Q_R Q_D) A_6 - i_b) / C_{\Phi}, \\ \dot{A}_8 = Q_0(u_7 - R_{\Phi\Gamma} A_8 - u_0) / L_{\Phi} + (1 - Q_0) \dot{A}_4. \end{cases} \quad (11)$$

Функции коммутации, соответствующие Q_R , Q_0 и Q_D ,

$$\xi_R = B_5, \quad \xi_0 = u_0 - E_0, \quad \xi_D = R_{\Gamma} A_6 - u_7. \quad (12)$$

Система ОДУ для вектора \vec{B} :

$$\begin{cases} \dot{B}_1 = (\delta_{\Pi} - B_1 - B_2) / \tau \\ \dot{B}_2 = (-\varepsilon_{\Pi} - B_2 / k_s) / \tau_s \\ \dot{B}_3 = (\delta_{\Gamma} - B_3 - B_4) / \tau \\ \dot{B}_4 = (-\varepsilon_{\Gamma} - B_4 / k_s) / \tau_s \\ \dot{B}_5 = (-\delta_H - B_5) / \tau_H \end{cases} \quad (13)$$

Электроподвижной состав участка контактной сети имеет параметры элементов силовой части: $f=400, \text{Гц}$; $E_0=550, \text{В}$; $L_{\text{Я}}=3,32, \text{мГн}$; $R_{\text{Я}}=43, \text{мОм}$; $L_B=1, \text{мГн}$; $R_B=27, \text{мОм}$; $R_{\text{SCH}}=0.615 \text{Ом}$; $a=1$; $b=600$; $L_{\Phi}=0,8 \text{мГн}$; $R_{\Phi}=12,3 \text{ мОм}$; $R_0=0.46, \text{Ом}$; $C=2400, \text{мкФ}$; $\text{tg}\delta=0,1$; $R_i=1.84, \text{Ом}$; $\beta=0,01$; $U_{\text{У}}=3 \text{ В}$; $\beta_H=0.01$; $U_{\text{УН}}=7.3$; $R_C=16.6 \text{ мОм}$; $k=0.25$; $\tau=0.025$; $\alpha=2.5$; $\tau_s=0.025$; $k_s=0.4$; $\tau_H=0.75$.

Численный метод исследования математических моделей ТЭП. Полученная система дифференциальных уравнений решается с помощью метода Адамса-Бэшфорта-Мултона РЕСЕ с переменным шагом численного интегрирования. Выбор метода обусловлен требованием достижения необходимой точности численного решения при приемлемых затратах вычислительных ресурсов, от которых зависит время вычисления. Точности численного решения и время расчетов во многом

зависят от выбора шага интегрирования, порядка локальной ошибки и численной устойчивости метода – невозрастания локальной ошибки при переходе к следующему шагу интегрирования. Формулы записи k -шагового метода Адамса с переменным шагом численного интегрирования для метода прогноза и коррекции при одной итерации выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned}
 P: y_{n+1}^p &= y_n + \sum_{i=0}^{k-1} g_{i1} f_{n,n-1,\dots,n-i} \\
 E: f_{n+1}^p &= f(x_{n+1}, y_{n+1}^p) \\
 C: y_{n+1} &= y_{n+1}^p + g_{k1} f_{n+1,n,\dots,n-k+1}^p \\
 E: f_{n+1} &= f(x_{n+1}, y_{n+1}).
 \end{aligned}$$

где $f_{n,n-1,\dots,n-i}$ обозначает i -ю разделенную разность, определяемую формулой

$$f_{n,n-1,\dots,n-i} = \frac{f_{n,n-1,\dots,n-i+1} - f_{n-1,n-2,\dots,n-i}}{x_n - x_{n-i}}.$$

Коэффициенты находятся в процессе численного интегрирования из соотношений:

$$g_{0j} = \frac{(x_{n+1} - x_n)^j}{j!}; \quad g_{ij} = (x_{n+1} - x_{n-i+1})g_{i-1,j} - jg_{i-1,j+1}.$$

Точность методов зависит от того, с какой эффективностью можно предсказать поведение функции по ее известным значениям, что влияет на выбор порядка и шага интегрирования.

Условия функционирования системы в области синхронной динамики. Оптимизируемые параметры ПИ-регулятора тока [3] включают параметры U_G , α , k , τ , обеспечивающие синхронную динамику во всем диапазоне изменения скоростей. Коэффициент заполнения импульсов γ в режиме пуска аппроксимируется функцией

$$\gamma = \frac{n(1-a\Delta)^{\frac{1}{c}}}{d(u_0 - E_0) + c} + d, \quad (19)$$

где a , b , c , d – коэффициенты аппроксимации функции $\gamma = f(n)$; Δ – статическая ошибка регулирования; u_0 – напряжение контактной сети в точке W ; E_0 – номинальное напряжение контактной сети. Для сравнения результатов исследования динамики выбран коэффициент заполнения γ , а для процессов отличных от синхронного, – параметр γ^* , который определен как значение коэффициента заполнения, требуемое при значениях n , u_0 , E_0 и Δ . Задаемся фиксированными значениями постоянной времени ПИ-регулятора ($4T$, $8T$, $12T$, $16T$).

Энергетическая эффективность системы. На участке контактной сети могут находиться m и n единиц ЭПС в режимах пуска и торможения соответственно. Соотношение потребляемого тока I_{Π} к максимальному току рекуперации I_T :

$$\varphi = I_{\Pi} / I_T = \sum_{i=1}^m K_{\Pi i} \gamma_{\Pi i} / \sum_{i=1}^n K_{T i} \gamma_{T i}, \quad (20)$$

где γ_{Π} и γ_T – коэффициенты заполнения импульсов в преобразователях; K_{Π} и K_T – коэффициенты двигателей при наличии сопротивлений в цепях якоря и фильтра.

Для моделирования процесса взаимодействия ТЭП через контактную сеть использована схема силовой части системы, рис. 3 и модели регуляторов с ШИМ: $\Psi=2$ и $k=0,25$ [3]. Постоянной времени регулятора напряжения τ_{Π} находится в пределах $(5..20)T$. При $\tau_{\Pi} > 20T$ замедляются переходные процессы при переходе от реостатного торможения к рекуперативному, вследствие чего снижается энергетическая эффективность системы. Выбор уставки регулятора определяется напряжением контактной сети и пульсациями напряжения на конденсаторе фильтра.

$$U_H = K\beta_H(u_0 + \Delta u_0), \quad (21)$$

где K – повышающий коэффициент, учитывающий возможное повышение пульсаций в переходных режимах (примем $K=1,2$); β_H – коэффициент передачи измерительного преобразователя напряжения.

Если уставка меньше определённой (21), это означает снижение КПД рекуперации. Значение уставки регулятора напряжения, превышающие определённое по формуле (21), приводят к повышению потерь в конденсаторах фильтров, а также к квазипериодическим колебаниям в цепи фильтров и в якорных цепях при малом u_R^* . При напряжении сети 550–600 В принимаем значение $R_{T0}=1,9$ Ом, введем параметр

$$Y = \frac{R_T}{R_{T0}} \quad (22)$$

КПД рекуперации определено как соотношение мощности, возвращаемой в контактную сеть объектом, находящимся в режиме торможения, к мощности, которая может быть потреблена объектом, находящимся в режиме пуска:

$$\eta_p = \int_0^{mT} i_B di_B / \int_0^{mT} A_4 dA_4 \quad (23)$$

где m – число периодов усреднения (для процессов отличных от синхронного); i_B и A_4 – токи соответственно в дросселях фильтров взаимодействующих ЭПС (рис. 3, КПД).

Вероятность выхода ТЭП из области синхронной динамики имеет место при приближении коэффициента заполнения импульсов:

- ◆ регулятора тока к 1;
- ◆ регулятора напряжения к 0;
- ◆ при возникновении в цепи фильтра квазипериодических колебаний.

На рис. 3 приведены результаты моделирования, где A_1 – ток обмотки возбуждения; A_2 – зависимость тока якоря от времени; A_3 – напряжение на конденсаторе фильтра; A_4 – ток реактора фильтра и ЭПС, находящегося в режиме торможения; A_5 – ток обмотки возбуждения; A_6 – ток якоря; A_7 – напряжение на конденсаторе фильтра; A_8 – ток реактора; КПД – КПД рекуперации электрической энергии.

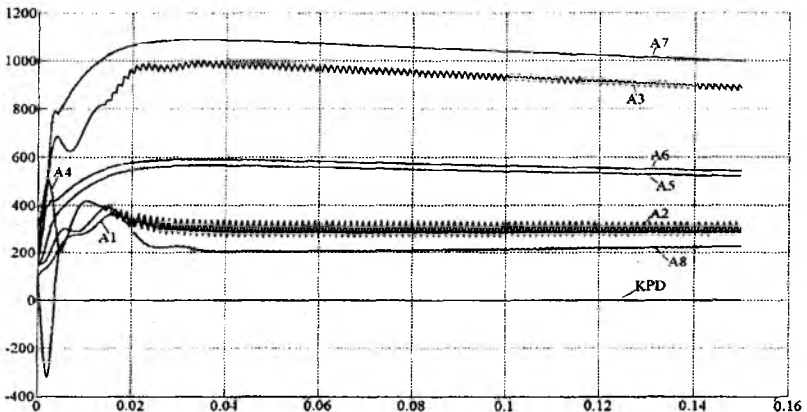


Рис. 3. Моделирование взаимодействия двух ТЭП ЭПС

Заключение

1. Исследована математическая модель тягового электропривода ЭПС с импульсным управлением при взаимодействии двух ЭПС через контактную сеть.
2. Для нормального функционирования импульсных ТЭП постоянного тока необходимо, чтобы при всех допустимых значениях коэффициента заполнения импульсов u как при пуске, так и при торможении система оставалась в области синхронной динамики независимо от наличия на участке контактной сети других объектов и режимов их функционирования.

3. Наибольший экономический эффект от внедрения систем импульсного управления тягового электропривода постоянного тока имеет место на ЭПС для которого характерны частые пуски и остановки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бахвалов Ю.А., Зарифьян А.А., Кашников В.Н., Колтахчян П.Г., Плахов Е.М., Янов В.П. Моделирование электромеханической системы электровоза с асинхронным тяговым приводом. – М.: Транспорт, 2001.
2. Пшихонов В.Х., Гайдук А.Р., Медведев М.Ю., Полуянович Н.К., Волощенко Ю.П. Энергосберегающее управление тяговым приводом электроподвижного состава // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 2 (139). – С. 192-200.
3. Тугарев А.С. Математическое моделирование взаимовлияния двух единиц подвижного состава через контактную сеть постоянного тока // Методы прикладной математики и компьютерной обработки данных в технике, экономике и экологии: Материалы всероссийской научной конференции. – Орёл: Орёл ГТУ, 2004. – С. 225-228.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Э. Бурлаков.

Полуянович Николай Константинович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: niki1-58@mail.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский 44; тел.: 89185693365; кафедра электротехники и мехатроники; доцент.

Волощенко Юрий Петрович – e-mail: yvoloshchenko@yandex.ru; тел.: 89185405991; кафедра электротехники и мехатроники; доцент.

Шушанов Иван Иорданович – e-mail: shu-van@yandex.ru; тел.: 89526070670; студент.

Poluyanovich Nikolaj Konstantinovich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: w_m88@mail.ru; 44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79185693365; the department of electric technics and mechatronics; associate professor.

Voloshenko Yuriy Petrovich – e-mail: yvoloshchenko@yandex.ru; phone: +79185405991; the department of electric technics and mechatronics; associate professor.

Shushanov Ivah Iordanovich – e-mail: shu-van@yandex.ru; phone: +79526070670; student.

УДК 004.4'4

М.Ю. Поленов

ОРГАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОДДЕРЖКИ МНОГОКРАТНО ИСПОЛЗУЕМЫХ МОДЕЛЕЙ

Рассматривается организация инструментария для моделирования сложных технических объектов, позволяющего реализовать поддержку многократного использования моделей, разработанных ранее в различных системах моделирования на различных языках и форматах описания. Данные средства представляют собой совокупность объединенных в единую программную оболочку модулей описания, редактирования, импорта/экспорта и распределенного хранения моделей. В качестве промежуточного описания и формы хранения моделей в этих средствах используется XML-формат, а сами средства имеют клиент-серверную архитектуру.

Системы моделирования; многократно используемые модели; трансляция моделей; XML-формат; распределенная база данных моделей.