

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ



НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

- ◆ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ◆ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
- ◆ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- ◆ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
- ◆ ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
- ◆ ИНФОРМАЦИОННО - УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
- ◆ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНФЛИКТОЛОГИЯ
- ◆ АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ

ВЫПУСК №1 (19), 2020

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Выпуск №1 (19)

Апрель, 2020

- **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
УСТОЙЧИВОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**
- **ОПТИМИЗАЦИЯ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И
НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ**
- **ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ И
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- **ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА**

ВОРОНЕЖ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Территория распространения - Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

Главный редактор - Д.К. Проскурин, канд. физ.-мат. наук, доц.

Зам. главного редактора - Д.В. Сысоев, канд. техн. наук, доц.

Ответственный секретарь - Н.В. Акамсина, канд. техн. наук, доц.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Авдеев В.П., д-р техн. наук, проф.(ВГТУ)

Алгазинов Э.К., д-р техн. наук, проф.(ВГУ)

Баркалов С.А., д-р техн. наук, проф.(ВГТУ)

Голиков В.К., канд. техн. наук, доц.(РАП)

Головинский П.А., д-р физ.-мат. наук, проф.(ВГТУ)

Зольников В.К., д-р техн. наук, проф.(ВГЛТУ)

Князева Т.Н., д-р техн. наук, проф.(ВГМУ)

Курипта О.В., канд. техн. наук, доц.(ВГТУ)

Лавлинский В.В., д-р техн. наук, доц.(ВГЛТУ)

Ряжских В.И., д-р техн. наук, проф.(ВГТУ)

Хаустов И.А., д-р техн. наук, проф.(ВВА)

Хвостов А.А., д-р техн. наук, проф.(ВВА)

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы публикуются в авторской редакции.

16+

© ВГТУ, 2020

Дата выхода в свет 30.04.2020. Формат 60x84/8. Бумага писчая. Усл.-печ.л. 21,8. Уч.-изд.л. 16,1.
Тираж: 500 экз. Заказ № 245. Цена свободная.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский проспект, 14

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394006, г.Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<p>Гильмутдинов В.И., Кононов А.Д., Кононов А.А. Анализ пространственно-временных характеристик отраженного двумерного сигнала и моделирование распознавания объектов в сложной помеховой обстановке 7</p>	<p>Gilmutdinov V.I., Kononov A.D., Kononov A.A. The analysis of time-spatial performances of a reflected two-dimensional signal and simulation of detecting objects in complex noise circumstances 7</p>
<p>Сазонова С.А., Кораблин С.Н., Звягинцева А.В. Анализ прикладных задач управления функционированием системами теплоснабжения ... 12</p>	<p>Sazonova S.A., Korablin S.N., Zvyagintseva A.V. Analysis of applied tasks of management of functioning of heat supply systems 12</p>
<p>Акимов В.И., Полуказаков А.В., Старых М.И. Исследование температурных процессов с помощью программы схемотехнического моделирования 19</p>	<p>Akimov V.I., Polozakakov A.V., Starykh M.I. The study of temperature processes using the program circuit simulation 19</p>
<p>Марданова А.М., Будникова И.К. Моделирование финансовой деятельности страховой компании 24</p>	<p>Mardanova A.M., Budnikova I.K. Modeling of financial activity of the insurance company 24</p>
<p>Глущенко С.В. О ресурсной задаче как подсистеме анализа конфликта 27</p>	<p>Gluschenko S.V. About resource task as a subsystem of conflict analysis 27</p>
<p>Сысоев Д.В., Гуляева Д.А. Взаимодействие стационарных условий функционирования систем за обладание ресурсом 30</p>	<p>Sysoev D.V., Guljaeva D.A. Interaction of stationary conditions of functioning of systems for possession of a resource 30</p>
<p>Емельянова И.А., Ефимова О.Е. Моделирование введения инновационной продукции на предприятие 33</p>	<p>Emelyanova I.A., Efimova O.E. Modeling the introduction of innovative products to the enterprise 33</p>
<p>Николенко С.Д., Сазонова С.А., Звягинцева А.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния фибробетона 35</p>	<p>Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Zvyagintseva A.V. Simulation of the stressed-deformed condition of fiber concrete 35</p>
<p>Акимов В.И., Полуказаков А.В., Павлов А.М. Моделирование процессов жизнеобеспечения «УМНОГО ДОМА» 41</p>	<p>Akimov V.I., Polukazakov A.V., Pavlov A.M. Simulation of life processes of «SMART HOUSE» 41</p>
<p>Копунова Э.Э., Тазиева Р.Ф. Исследование влияния стохастической природы исходных данных на значение параметров протекторной защиты на основе метода МОНТЕ-КАРЛО 45</p>	<p>Kopunova E.E., Tazieva R.F. Study of the influence of the stochastic nature of the initial data on the value of protective protection parameters based on the MONTE-CARLO method 45</p>

ОПТИМИЗАЦИЯ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И НЕЧЕТКИЕ СИСТЕМЫ

<p>Руднева А.А. Искусственный интеллект и нейронные сети 48</p>	<p>Rudneva A.A. Artificial intelligence and neural networks 48</p>
--	---

Метелкин Я.В., Маковий К.А., Хицкова Ю.В. Задача прогнозирования рабочей нагрузки в центрах обработки данных	50	Metelkin Y.V., Makoviy K.A., Khitskova Yu.V. The task of predicting the workload in data centers	50
Горин А.Н. Применение программных и визуальных средств Simulink для расчета систем управления	55	Gorin A.N. Using Simulink software and visual media for calculating control systems	55
Жидко Е.А., Ложников М.А. Проблема современного спроса: поиск информации на рынке потенциальной ниши	60	Zhidko E.A., Lozhnikov M.A. The problem of modern demand: search for information on the potential niche market	60
Добринина М.В., Белякова Е.Д., Коришева Е.А. Анализ и прогнозирование экспорта и импорта в РФ	64	Dobrina M.V., Belyakova E.D., Korysheva E.A. Analysis and forecasting of exports and imports in Russia	64
Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности информационных войн в условиях глобализации ...	66	Shakirov A.A., Zaripova R.S. Peculiarities of information wars in the context of globalization	66
Добринина М.В., Котова А.А., Хрячкова Н.В. Прогнозирование уровня безработицы в воронежской области	69	Dobrina M.V., Kotova A.A., Khryachkova N.V. Forecasting the unemployment rate in Voronezh region	69
Ошивалов А.В., Акамсина Н.В. Анализ систем расчета основных параметров индивидуального жилого дома	71	Oshivalov A.V., Akamsina N.V. Analysis of systems of calculation of the main parameters of an individual house	71
Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Когнитивные технологии и их роль в развитии современного общества	74	Pyrnova O.A., Zaripova R.S. Cognitive technologies and their role in the development of modern society	74
Давлетшина Л.А., Будникова И.К. Задачи сетевого обслуживания службы предоставления IT-услуг	76	Davletshina L.A., Budnikova I.K. Tasks of network service of the provision of IT-services	76
Епрынцева Н.А. Искусственный интеллект, разработка и области применения	79	Eprintseva N.A. Artificial intelligence, development and applications	79

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жидко Е.А., Степанников В.А. Статистическое регулирование технологических процессов хозяйствующего субъекта	82	Zhidko E.A., Stepannikov V.A. Statistical regulation of technological processes of the economic subject	82
Розенфельд В.Н., Филимонова Т.К. Автоматизация процесса формирования наконечников различных деталей на оборудовании гидравлической формовки с помощью логического модуля управления	85	Rozenfeld V.N., Filimonova T.K. Automation of process of formation of tips of various components on the equipment of hydroforming using of the logical control module	85
Копытина Е.А., Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Определение тенденции развития строительной организации на основе прогнозирования временных рядов	87	Kopytina E.A., Petrikeeva N.A., Chudinov D.M. Determination of the tendency of development of the construction organization based on time series forecasting	87
Звягинцева А.В., Сазонова С.А., Кульнева В.В. Аналитический контроль воздействия вредных производственных факторов ГОК на окружающую среду и совершенствование природоохранных мероприятий	92	Zvyagintseva A.V., Sazonova S.A., Kulneva V.V. Analytical control of the influence of harmful production factors of the GOK on the environment and improvement of nature and protective actions	92

<i>Добрин М.В., Самбулов В.О., Рожков И.Н.</i> Методологические основы социально-экономического прогнозирования	99	<i>Dobrina M.V., Sambulov V.O., Rozhkov I.N.</i> Methodological foundations of socio-economic forecasting	99
<i>Галиуллина Э.Р., Зарипова Р.С.</i> Использование фоторефрактивных материалов в системах связи, хранения и обработки информации	102	<i>Galiullina E.R., Zaripova R.S.</i> Use of photorefractive materials in communication, storage and processing systems	102
<i>Васильев А.В., Васильева Н.А.</i> Анализ данных в программном комплексе Autodesk Revit на примере сведений об арматуре в проекте раздела «конструкции железобетонные»	104	<i>Vasiliev A.V., Vasilieva N.A.</i> Data Analysis in the Autodesk Revit software package on the example of information about reinforcement in the project section " reinforced concrete structures»	104
<i>Епрынцева Н.А.</i> Фабрики будущего - неотъемлемая часть индустрии 4.0.	108	<i>Eprintseva N.A.</i> Factories of the future - an integral part of industry 4.0.	108
<i>Алемасов Е.П., Зарипова Р.С.</i> Основные аспекты развития сферы разработки мобильных приложений	110	<i>Alemasov E.P., Zaripova R.S.</i> Main aspects of mobile application development	110
<i>Гимадиев А.Р., Тазиева Р.Ф.</i> Суперприложения. Перспективы развития и основные законы существования успешной экосистемы сервисов	113	<i>Gimadiev A.R., Tazieva R.F.</i> Superapps. Prospects of development and the basic laws of existence of a successful ecosystem of services	113
<i>Жидко Е.А., Кирьянов К.А.</i> Подход к алгоритму реализации методологии информационной безопасности хозяйствующего субъекта	116	<i>Zhidko E.A., Kiryanov K.A.</i> Approach to the methodology implementation algorithm information security of the economic subject	116
<i>Смородинов П.А.</i> Применение теории распознавания образов для поиска возможных точек посадки летательных объектов	119	<i>Smorodinov P.A.</i> Application of pattern recognition theory to search for possible landing points of flying objects	119
<i>Кузнецова Л.Д., Тувдэндорж Б.</i> Математическое моделирование оптимальной логистики военно – транспортных средств	121	<i>Kuznetsova L.D., Tuvdendorzh B.</i> Mathematical simulation of optimal logistics of military vehicles	121
<i>Парт А.А.</i> Численный анализ математических моделей пульсовых процессов на носителях сетеподобного типа	123	<i>Part A.A.</i> Numerical analysis of mathematical models of pulse processes on the carriers of a network-type	123
<i>Звягина Л.Н., Мозговой Н.В., Ефремов В.В.</i> Электромагнитная безопасность жителей городов ..	125	<i>Zvyagina L.N., Mozgovoj N.V., Efremov V.V.</i> Electromagnetic safety of citizens	125
<i>Крюкова Н.А., Спасивый О.В., Бутрин Н.А.</i> Экологическое состояние земельных ресурсов воронежской области и пути их рационального природопользования	128	<i>Krukova N.A., Spesivy O.V., Butrin N.A.</i> Ecological condition of land resources of the voronezh region and ways of their rational natural use	128
<i>Володкин Д.А.</i> Интеграция лабораторной информационной системы на основе программы "НЕОСКРИНРЕГИСТР" с медицинскими информационными системами	133	<i>Volodkin D.A.</i> Integration of laboratory information system based on "NEOSCREENREGISTER" program with medical information systems	133

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

<i>Глазкова М.Ю., Барсуков А.И., Гриднева И.В.</i> О замкнутости операторных матриц	137	<i>Glazkova M.Yu., Barsukov A.I., Gridneva I.V.</i> On the closure of operator matrices	137
<i>Чернышов А.Д., Горайнов В.В.</i> Особенности распределения напряжений в кольцевом секторе ...	138	<i>Chernyshov A.D., Goryainov V.V.</i> Features of stress distribution in the ring sector	138
<i>Костина Т.И.</i> Бифуркационный анализ периодических решений уравнения Белецкого	141	<i>Kostina T.I.</i> Bifurcation analysis of periodic solutions of the Beletsky equation	141

<i>Лобода А.В.</i> О голоморфной эквивалентности двух семейств однородных поверхностей в трехмерном комплексном пространстве	144	<i>Loboda A.V.</i> On holomorphic equivalence of two families of homogeneous surfaces in a three-dimensional complex space	144
<i>Бырдин А.П., Сидоренко А.А., Соколова О.А., Прач В.С.</i> Разрешающий функционал для нелинейных функциональных и функционально - дифференциальных уравнений в задачах наследственной механики	146	<i>Byrdin A.P., Sidorenko A.A., Sokolova O.A., Prach V.S.</i> Resolving functional for nonlinear functional and functional - differential equations in problems of hereditary mechanics	146
<i>Некрасова Н.Н.</i> Расчетная модель пространственного контакта прямоугольных плит и упругого основания	149	<i>Nekrasova N.N.</i> A computational model of spatial contact of a rectangular elastic plates and the base	149
<i>Борщ Н.А., Переславцева Н.С., Курганский С.И.</i> Энергия связи анионных кремний-ниобиевых кластеров	150	<i>Borsch N.A., Pereslavtseva N.S., Kurgansky S.I.</i> Binding Energy of anionic silicon-niobium clusters	150
<i>Рукин Ю.Б., Лопатин А.Ю., Шершнева Ю.А.</i> Исследование собственных колебаний модели крыла самолета методом конечных элементов	152	<i>Rukin Y.B., Lopatin A.Yu., Shershneva Y.A.</i> Investigation of natural oscillations of a model aircraft wing by finite element method	152
<i>Ряжских В.И., Ряжских А.В., Рябцев В.А.</i> Плоское напряженное состояние пластины с отверстием при изменении диаметра отверстия деформированием	154	<i>Ryazhskikh V.I., Ryazhskikh A.V., Ryabtsev V.A.</i> Flat stress state of a plate with a hole when the hole diameter changes by deformation	154
<i>Стенюхин Л.В.</i> О бифуркациях в задаче капиллярности	157	<i>Stenyuhin L.V.</i> Bifurcations in the problem of capillarity	157
<i>Елисеев В.В., Хливненко Л.В.</i> Валидация результатов эксперимента на одноосное растяжение с помощью конечно - элементного моделирования в пакете Abaqus	160	<i>Eliseev V.V., Khlivnenko L.V.</i> Validation of the results of the experiment for uniaxial stretching using finite element modeling in the Abaqus package	160
<i>Сумера С.С.</i> Характеристика решения начальной задачи со случайным коэффициентом	164	<i>Sumera S.S.</i> Characteristics of solving the initial problem with a random coefficient	164
<i>Чесноков А.С.</i> Влияние геометрических параметров водоиспарительных охладителей на их холодопроизводительность	165	<i>Chesnokov A.S.</i> Influence of geometric parameters of water evaporating coolers on their cooling capacity	165
<i>Хван Д.В., Воропаев А.А., Рукин Ю.Б.</i> Повышение несущей способности валов пластической осадкой их заготовок	167	<i>Hwan D.V., Voropaev A.A., Rukin Y.B.</i> Increasing the carrying capacity of the shafts of plastic with a draft of their blanks	167
<i>Шаруда В.А.</i> Задача о нормальном ударе по нелинейному упругому полупространству	171	<i>Sharuda V.A.</i> The problem of normal impact on a nonlinear elastic half-space	171
<i>Сапожкова Н.А., Комарова Э.П.</i> Анализ возможностей математического моделирования в процессе формирования системного мышления	173	<i>Sapozhkova N.A., Komarova E.P.</i> Analysis of mathematical modeling possibilities in the process of system thinking formation	173
<i>Седаев А.А.</i> Математическое моделирование взаимодействия фундамента и грунтового основания	175	<i>Sedaev A.A.</i> Mathematical modeling of interaction between the Foundation and the ground base	175
<i>Кущев А.Б.</i> О существовании периодических решений одного класса дифференциальных уравнений шестого порядка в случае отсутствия третьей производной и одинаковости знаков других нечетных производных в линейной части ...	178	<i>Kushchev A.B.</i> On the existence of periodic solutions of a class of sixth order differential equations in the absence of a third derivative and the similarity of signs of other odd derivatives in the linear part	178



УДК 621.396.2.019.4

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доц. В.И. Гильмутдинов,
тел.: 8-473-271-5270, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доц. А.Д. Кононов,
тел.: 8-473-271-5918, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
д-р техн. наук, проф. А.А. Кононов,
e-mail: kniga126@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University
Ph. D. in Eng., assistant prof. V.I. Gilmutdinov,
ph.: 8-473-271-5270, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Ph. Phy.-Mat. in Eng., as. prof. A.D. Kononov,
ph.: 8-473-271-5918, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
D. Sc. in Eng., Prof. A.A. Kononov,
e-mail: kniga126@mail.ru, Russia, Voronezh

В.И. Гильмутдинов, А.Д. Кононов, А.А. Кононов

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТРАЖЕННОГО ДВУМЕРНОГО СИГНАЛА И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ

Аннотация: на основе анализа процесса деполаризации двумерного радиолокационного сигнала при отражении от воздушных целей получены статистические характеристики поляризации ортогональных компонент и квадратурных составляющих поля частично поляризованной электромагнитной волны

Ключевые слова: информационный сигнал, радиолокация, поляризация, ортогональные компоненты волн, случайные функции

V.I. Gilmutdinov, A.D. Kononov, A.A. Kononov

THE ANALYSIS OF TIME-SPATIAL PERFORMANCES OF A REFLECTED TWO-DIMENSIONAL SIGNAL AND SIMULATION OF DETECTING OBJECTS IN COMPLEX NOISE CIRCUMSTANCES

Abstract: based on analyzing of process of a two-dimensional radiolocation signal depolarization at reflecting from the air targets, the statistical performances of polarization-orthogonal components and quadrature components of the field of a partially polarized electromagnetic wave are obtained

Keywords: information signal, radiolocation, polarization, orthogonal components of waves, random functions

Проблема идентификации объектов в управлении воздушным движением является весьма актуальной [1–3]. Пока число таких объектов (целей) в контролируемом воздушном пространстве было относительно невелико, широкое развитие получил оптимальный прием сигнала на фоне помех, которого вполне хватало для обнаружения и идентификации объекта. Однако, значительное увеличение воздушных целей, и необходимость принятия решений при критическом ограничении во времени привело к существенному возрастанию важности максимально полного и надежного информационного обеспечения и соответствующего математического и программного обеспечения для точного и устойчивого сопровождения цели.

Анализ процесса сопровождения показывает, что реализованные в современных радиолокационных комплексах алгоритмы дают большие ошибки при маневрировании воздушных целей вследствие недостаточности информационного обеспечения указанных систем, а также расхождения моделей, заложенных в фильтр, с реальным поведением цели, что может привести к срыву автосопровождения [4–6].

Целесообразным здесь является использование поляризационных эффектов электромагнитных волн, так как сигналы с вращающейся поляризацией обладают большими информационными возможностями по сравнению с линейно-поляризованными колебаниями [7]. Дополнительная информация об объектах распознавания, получаемая при анализе поляризационной структуры отраженных сигналов, позволяет повысить

скорость поиска, сократить время принятия решения о принадлежности воздушной цели к определенному классу и повысить оперативность средств управления и защиты.

При отражении от материальных объектов имеют дело с частично-поляризованными волнами (ЧПВ), которые представляют собой суперпозицию многих лучей, рассеянных различными участками одного (или нескольких) отражающих объектов [7]. Ортогонально-поляризованные компоненты таких ЧПВ, не являясь полностью монохроматическими, в то же время не отвечают условиям неполяризованности волны, а параметры поляризации принимаемого колебания являются случайными функциями времени и пространства.

Представим плоскую монохроматическую волну в виде суперпозиции двух ортогонально-поляризованных компонент [7]

$$\dot{\vec{S}}(t) = \dot{e}_1 E_1 \sum_{k=k_1}^{k_m} \xi_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k - \varphi_1) + \dot{e}_2 E_2 \sum_{k=k_1}^{k_m} \xi_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k - \varphi_2), \quad (3)$$

огибающие и фазы поляризационно - ортогональных компонент

$$E_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}, \quad \varphi_i = \arctg \frac{y_i}{x_i}; \quad (4)$$

x_i, y_i – квадратурные составляющие этих компонент; $\xi_i^2 / 2$ – интенсивность процесса, соот-

$$\begin{aligned} \dot{\vec{S}}(t) = \dot{e}_1 [x_1 \sum_{k=k_1}^{k_m} \xi_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k) + y_1 \sum_{k=k_1}^{k_m} \xi_k \sin(k\omega_0 t + \varphi_k)] + \\ + \dot{e}_2 [x_2 \sum_{k=k_1}^{k_m} \xi_k \cos(k\omega_0 t + \varphi_k) + y_2 \sum_{k=k_1}^{k_m} \xi_k \sin(k\omega_0 t + \varphi_k)], \quad (5) \end{aligned}$$

видим, что для анализа статистической структуры ЧПВ в этом представлении необходимо знание статистических характеристик квадратурных составляющих ортогонально - поляризованных компонент x_i и y_i . Учитывая, что число складываемых элементарных волн в точке приема велико, и применяя центральную предельную теорему вероятностей, можно считать, что распределения случайных величин x_i и y_i являются нормальными.

Задачу обнаружения истинной цели среди помеховых сигналов в первом приближении

$$\dot{\vec{S}}(t) = \dot{e}_1 \dot{S}_1(t) + \dot{e}_2 \dot{S}_2(t), \quad (1)$$

где \dot{e}_1, \dot{e}_2 – единичные орты, определяющие произвольный эллиптический базис разложения;

$$\operatorname{Re}[\dot{S}_i(t)] = E_i(t) \cos[\omega_0 t + \varphi_i(t)], \quad i = 1, 2, \quad (2)$$

$E_i(t), \varphi_i(t)$ – огибающие и фазы ортогонально-поляризованных компонент соответственно.

Считаем, что каждая из ортогонально-поляризованных компонент отраженного сигнала представляет собой сумму n элементарных волн, спектры которых совпадают по форме и имеют ширину, много меньшую величины средней частоты спектра процесса ω_{cp} .

Тогда ЧПВ (1) можно записать в ортонормированном базисе $[\dot{e}_1, \dot{e}_2]$ в виде

ветствующая частоте $(k_m - k_1)\omega_0 \ll \omega_{cp}$, аргумент t в дальнейших выкладках опущен.

Из (3), (4) следует, что огибающие и фазы ортогонально-поляризованных компонент полностью характеризуют статистические свойства ЧПВ, отраженных от исследуемых объектов, и содержат информацию о флуктуациях их поляризационных параметров. Записав (3) как

можно рассматривать как более традиционную задачу выделения информационного сигнала [8–10] на фоне помех от сопутствующих ложных целей. Таким образом, в этом плане логично оперировать отношением полезного сигнала к суперпозиции отражений от ложных целей – флуктуирующей составляющей, затрудняющей идентификацию объектов.

Будем полагать, что последовательность отраженных сигналов совместно с шумами (природными и внутренними шумами системы поляризационной селекции) и помехой представляют

собой для каждой из поляризационно-ортогональных компонент поля нормальный случайный процесс, который можно описать на выходе узкополосной системы в виде аддитивной смеси полезного сигнала $U_{ci}(t)$, шума $U_{ui}(t)$ и внешней помехи $U_{ni}(t)$

$$U_i(t) = U_{ci}(t) + U_{ui}(t) + U_{ni}(t), \quad i = 1, 2. \quad (6)$$

Функцию $U_i(t)$ будем называть суммарным сигналом для соответствующей ортогонально поляризованной компоненты. Кроме того, необходимо учесть, что селекция объекта на фоне рассеяния радиолокационного сигнала от ложных целей происходит в условиях многолучевости. Это приводит к тому, что на вход приемной системы поступает электромагнитная волна с нормальным законом распределения [11-13] ортогонально - поляризованных компонент [7]. Считаем, что центральная частота помехи совпадает с частотой сигнала, а дисперсии разноименных квадратурных составляющих каждой ортогонально - поляризованной компоненты вы-

деляемого сигнала одинаковы [14] (это справедливо и для помехи) то есть

$$\left. \begin{aligned} \overline{x_{ci}^2(\chi, t)} &= \overline{y_{ci}^2(\chi, t)} = \sigma_{ci}^2, \\ \overline{x_{ni}^2(\chi, t)} &= \overline{y_{ni}^2(\chi, t)} = \sigma_{ni}^2. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Так как полезный сигнал, помеха и шумы статистически независимы [14, 15], и последние имеют нормальные законы распределения, то и квадратурные составляющие флуктуирующей части ортогонально поляризованных компонент суммарного сигнала x_i и y_i подчиняются нормальному распределению с дисперсиями

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ci}^2 + \sigma_{ni}^2. \quad (8)$$

Определим среднее значение квадрата интенсивности ортогонально поляризованных компонент суммарного сигнала $\overline{u_i^2}$, численно равное мощности, развиваемой в единичной нагрузке

$$\overline{u_i^2} = \lim_{T \rightarrow 0} 1/2T \int_0^T [x_{ci}^2(t) + y_{ni}^2(t) + x_{ni}^{p^2}(t) + y_{ni}^{p^2}(t) + x_{ci}^{\phi^2}(t) + y_{ci}^{\phi^2}(t) + x_{ni}^{\phi'^2}(t) + y_{ni}^{\phi'^2}(t)] dt. \quad (9)$$

где p – регулярные; ϕ – флуктуирующие компоненты.

В случае, когда регулярные составляющие за время наблюдения T остаются постоянными, выражение (9) с учетом (8) можно представить равенством

$$\overline{u_i^2} = \frac{1}{2} (E_{ci}^{p^2} + E_{ni}^{p^2}) + \sigma_{ci}^2 + \sigma_{ni}^2, \quad (10)$$

где

$$E_{ci}^p = \sqrt{x_{ci}^{p^2} + y_{ci}^{p^2}}, \quad E_{ni}^p = \sqrt{x_{ni}^{p^2} + y_{ni}^{p^2}}.$$

Степень флуктуации полезного сигнала и помехи удобно характеризовать коэффициентами флуктуации, которые представляют собой отношение регулярных составляющих сигнала и помехи к флуктуирующим составляющим:

$$(C/P)_i = \overline{U_{ci}^2(t)} / \overline{U_{ni}^2(t)} = (E_{ci}^p / E_{ni}^p)^2 \cdot \gamma_{ni}^2 / (1 + \gamma_{ni}^2) + (\sigma_{ci}^2 / \sigma_{ni}^2) / (1 + \gamma_{ni}^2). \quad (13)$$

Из (13) следует, что, в общем случае, отношение (C/P) зависит от отношения регулярной составляющей полезного сигнала к регулярной составляющей помехи $(C/P)_i^p = (E_{ci}^p / E_{ni}^p)^2$, от-

$$\gamma_{ci} = E_{ci}^p / \sqrt{2} \sigma_{ci}, \quad (11)$$

$$\gamma_{ni} = E_{ni}^p / \sqrt{2} \sigma_{ni}. \quad (12)$$

Их величина может изменяться от бесконечности (случай регулярного сигнала или регулярной помехи) до нуля (случай сильного флуктуирующего сигнала или помехи).

В качестве величины, характеризующей отношение сигнал/помеха (С/П) в каждом из ортогональных каналов, примем отношение среднего значения квадрата амплитуды поляризационной компоненты полезного сигнала к среднему значению квадрата интенсивности поляризационной компоненты помехи

отношения флуктуирующей составляющей полезного сигнала к флуктуирующей составляющей помехи $(C/P)_i^{\phi} = \sigma_{ci}^2 / \sigma_{ni}^2$ и коэффициента флуктуации помехи γ_{ni} . При детерминированном

полезном сигнале ($\sigma_c^2 = 0$) (искомая цель определена достоверно), что соответствует $\gamma_c \rightarrow \infty$, отношение (С/П) может быть записано как

$$(C/P)_i = (C/P)_i^p \cdot \gamma_{ni}^2 / (1 + \gamma_{ni}^2). \quad (14)$$

При сильно флуктуирующем сигнале (определение истинной цели затруднено), ($E_{ci}^p \rightarrow 0, \gamma_{ci} = 0$), отношение (С/П) принимает вид:

$$(C/P)_i = (C/P)_i^\phi / (1 + \gamma_{ni}^2). \quad (15)$$

В случае отсутствия регулярной составляющей помехи ($E_{ni}^p = 0, \gamma_{ni} = 0$) выражение (13) запишется как

$$(C/P)_i = (C/P)_i^\phi / (1 + \gamma_{ci}^2). \quad (16)$$

В качестве иллюстрации на рис. 1 представлены графические зависимости отношения (С/П) для сильно флуктуирующей ЧПВ, соответствующие выражению (15).

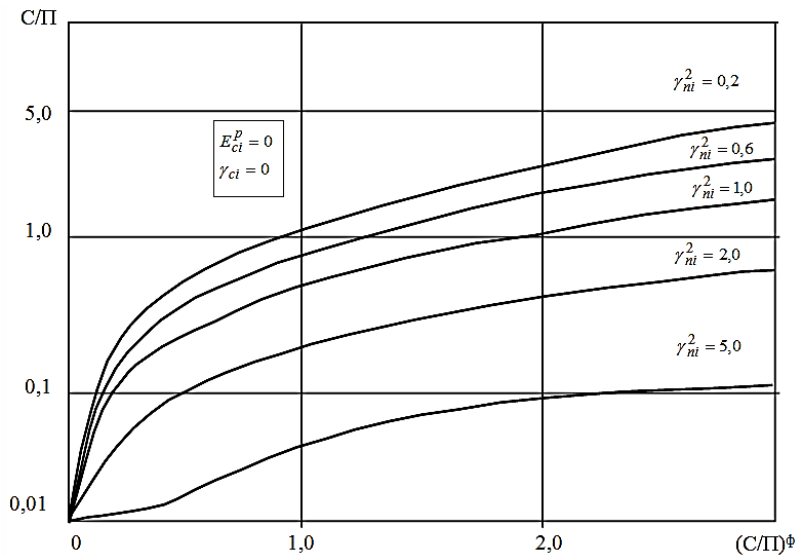


Рис. 1. Зависимость отношения сигнал/помеха (С/П) для сильно флуктуирующего сигнала

Видно, что при отсутствии регулярной составляющей сигнала увеличение γ_{ni} приводит к уменьшению отношения (С/П).

Дисперсия поляризационных компонент (8) с учетом (10), (11) и (12) может быть записана как

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ni}^2 \left\{ \gamma_{ni} \left[(C/P)_i^p + (1 + \gamma_{ci}^2) / (1 + \gamma_{ni}^2) \right] + \left[(C/P)_i^\phi + (1 + \gamma_{ci}^2) / (1 + \gamma_{ni}^2) \right] \right\}. \quad (17)$$

Из (17) следует, что в общем случае дисперсия ортогонально поляризованных компонент суммарного сигнала зависит от свойств обнаруживаемого (полезного) сигнала (величины γ_i^2), помехи (величины σ_n^2 и γ_n^2) и отношений $(C/P)^p$ и $(C/P)^\phi$. При детерминированном характере полезного сигнала ($\sigma_c^2 = 0, \gamma_c = \infty$) дисперсия суммарного сигнала определяется дисперсией помехи

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ni}^2. \quad (18)$$

В случае сильно флуктуирующего сигнала ($E_{ci}^p = 0, \gamma_{ci} = 0$) дисперсия (17) принимает вид

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ni}^2 \left[1 + (C/P)_i^\phi / (1 + \gamma_{ni}^2) \right], \quad (19)$$

а при отсутствии регулярной составляющей помехи ($E_n^p = 0, \gamma_n = 0$) выражение для дисперсии будет

$$\sigma_i^2 = \sigma_{ni}^2 \left[1 + (C/P)_i' / (1 + \gamma_{ci}^2) \right], \quad (20)$$

где $(C/P)_i' = \overline{U_i^2(t)} / \sigma_{ni}^2$ – отношение среднего значения квадрата интенсивности полезного сигнала к дисперсии помехи.

Зависимость дисперсии сигнала от флуктуирующих составляющих представлена на рис. 2.

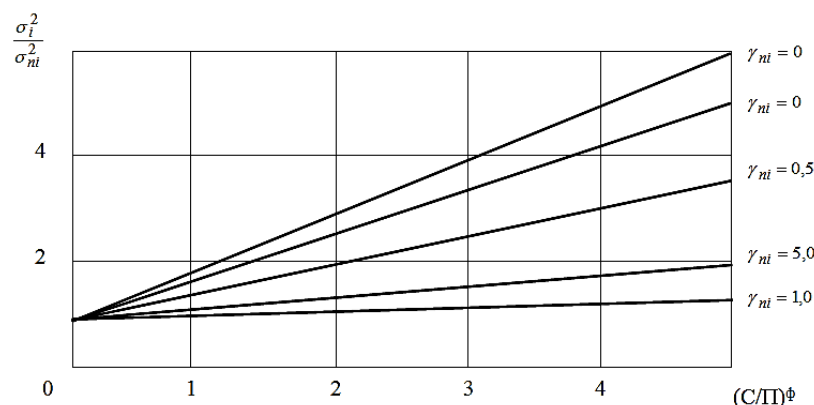


Рис. 2. Зависимость дисперсии сигнала от флуктуирующих составляющих

Полученные результаты при наличии соответствующего программного обеспечения для их обработки на ЭВМ могут быть использованы при проектировании адаптивных систем оперативной идентификации объектов и управления воздушным движением.

Библиографический список

1. Усов Н.А. Математическое моделирование в вопросах повышения качества радиолокационного распознавания целей / Н.А. Усов, С.П. Соколовский // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XV международной научно - методической конференции. – Воронеж. – 2015. – Т.1, С. 449 – 452.
2. Алгазинов Э.К. Исследование пропускной способности лазерной системы защиты космических платформ от использованных объектов, расположенных на совместных орбитах / Э.К. Алгазинов, Ю.Л. Козирацкий, Д.В. Прохоров, И.Ю. Курьянов // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XV международной научно-методической конференции. – Воронеж. – 2015. – Т.1, С. 12 – 17.
3. Капитанов В.В. Модель процесса функционирования оптико-электронной системы разведки в сложной помеховой обстановке / В.В. Капитанов, А.Ю. Козирацкий, М.Л. Паринов, В.Н. Ципенюк // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XIV международной научно-методической конференции. – Воронеж. – 2014. – Т.1, С. 393 – 397.
4. Заяц В. Применение сил США на активной фазе операции в Ираке / В. Заяц // Зарубеж. военное обозрение. – 2005. – №10. – С.37–44.
5. Татузов А.Л. Нейронные сети в задачах радиолокации / А.Л. Татузов // М.: Радиотехника. – 2009. – 432 с.
6. Сирота А.А. Методические основы моделирования конфликта сложных систем / А.А. Сирота, Ю.Л. Козирацкий, М.Л. Паринов // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XI международной научно-методической конференции. – Воронеж. – 2011, С.27 – 31.
7. Поздняк С.И. Введение в статистическую теорию поляризации радиоволн / С.И. Поздняк, В.А. Мелитицкий // М.: Советское радио. – 1974. – 480 с.
8. Гильмутдинов В.И. Система эффективного интерфейса исходных данных с вычислительным устройством / В.И. Гильмутдинов, А.А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах – 2018. – № 3(13). – С. 6 – 10.
9. Гильмутдинов В.И. К вопросу использования пространственно-временных характеристик сигнала в системах передачи информации через магнитоактивную среду / В.И. Гильмутдинов, А.А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах – 2019. – № 1(15). – С. 7 – 11.
10. Гильмутдинов В.И. Определение энтропии принимаемого двумерного сигнала с неравномерным огибающих ортогонально-поляризованных компонент / В.И. Гильмутдинов, А.А. Кононов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах – 2019. – № 3–4(17–18). – С. 36–40.
11. Ульянов Н.А. Система для группового вождения самоходных сельскохозяйственных машин / Н.А. Ульянов, В.Т. Чикунов, Ю.В. Авдеев, Ю.Т. Бреев, В.И. Гильмутдинов, В.Н. Костюков, Г.В. Подуруев, И.М. Тепляков // Авторское свидетельство SU 743612 A1, 30.06.1980. Заявка № 2605047 от 10.04.1978.
12. Устинов Ю.Ф. Система автоматического управления основным отвалом автогрейде-

ра / Ю.Ф. Устинов, А.Д. Кононов, А.А. Кононов, В.И. Гильмутдинов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 10 (646). – С. 40 – 45.

13. Тепляков И.М. Результаты математического моделирования работы автогрейдера ДЗ-199 при копании грунта основным отвалом / И.М. Тепляков, В.И. Гильмутдинов, А.А. Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – № 8. – 94 с.

14. Кононов А.Д. Обработка информации

радионавигационной системы для согласования с исполнительными механизмами мобильного объекта / А.Д. Кононов, А.А. Кононов, А.Ю. Изотов // В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Материалы XV международной научно-методической конференции. – Воронеж. – 2015. – С. 99 – 102.

15. Тихонов В.И. Сравнительный анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов // М.: Радио и связь. – 2004. – 608 с.

УДК 519.711.3:697.343

*Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова,
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
аспирант С.Н. Кораблин, e-mail: korablin2015@inbox.ru
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.В. Звягинцева,
e-mail: zvyagincevaav@mail.ru, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Eng., ass. Prof. S.A. Sazonova,
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Graduate student S.N. Korablin,
e-mail: korablin2015@inbox.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Ph. D. in Eng., ass. Prof. A.V. Zvyagintseva,
e-mail: zvyagincevaav@mail.ru, Russia, Voronezh*

С.А. Сазонова, С.Н. Кораблин, А.В. Звягинцева

АНАЛИЗ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: рассмотрены особенности реализации прикладной задачи статического оценивания состояния для системы теплоснабжения, классифицируемой в качестве задачи управления функционированием. Задача статического оценивания применяется при решении задачи диагностики утечек. На основе выполненного анализа существующей методологической базы решения задач оценивания сформулированы выводы, дающие возможность выбрать приоритетные направления для совершенствования подходов к решению задач управления функционированием систем теплоснабжения

Ключевые слова: системы теплоснабжения, управление функционированием, прикладные задачи, оценивание, математические модели

S.A. Sazonova, S.N. Korablin, A.V. Zvyagintseva

ANALYSIS OF APPLIED TASKS OF MANAGEMENT OF FUNCTIONING OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

Abstract: the features of the implementation of the applied problem of static state estimation for a heat supply system, classified as a task of functioning control, are considered. The static estimation problem is used to solve the problem of leak diagnostics. Based on the analysis of the existing methodological base for solving assessment problems, conclusions are formulated that make it possible to choose priority areas for improving approaches to solving problems of controlling the functioning of heat supply systems

Keywords: heat supply systems, functioning control, applied problems, estimation, mathematical models

При решении задачи статического оценивания систем теплоснабжения (СТС) [1] введем обозначения: узловые потенциалы (H_j), отборы или притоки (g_j), расходы транспортируемой среды на участках сети (Q_i). Совокупность этих величин образуют вектор \vec{Z} , состоящий из быстро меняющиеся величин.

Величины: сопротивления и проводимости участков сети, напорные характеристики насосов, регуляторов, аккумулирующих емкостей

и т. д. будем обозначать компонентами вектора \vec{D} . Эти величины меняются относительно медленно.

Связь между параметрами режима и характеристиками элементов выражается в виде системы уравнений, которая образует математическую модель процессов, протекающих в СТС. В векторной форме эту модель можно представить в виде

$$W(\vec{Z}, \vec{D}) = 0. \quad (1)$$

Конкретная форма уравнений (1) рассматривается в работах [2, 3], причем количество

уравнений в модели определяется подходом к ее формированию.

Особенностью любой математической модели в форме (1) является превышение числа параметров режима над числом уравнений в ее составе. Это превышение принято считать [1] числом степеней свободы системы и их совокупность будем обозначать вектором \vec{Y} . Для однозначного определения параметров установившегося режима необходимо зафиксировать значения степеней свободы. После фиксации степеней свободы остальные параметры режима принято относить к зависимым и их совокупность будем обозначать компонентами вектора \vec{X} . Заметим, что между компонентами вектора зависимых и независимых переменных существует неявная взаимосвязь, определяемая формой математической модели (1).

Фиксируемая информация о текущем состоянии СТС может быть достаточно разнообразной, включая отборы потребителями, притоки через источники питания, узловые потенциалы (напоры или давления), расходы среды на участках, температуры и т.д. Разумеется, объем этой информации и ее погрешность непосредственно влияют на достоверность результатов решения задачи оценивания. С другой стороны, важнейшим показателем качества такой информации является одновременность ее замеров. Поэтому для непосредственного использования пригодны лишь данные, получаемые через средства телеизмерений, позволяющих хотя и условно формировать моментальный снимок параметров с функционирующей системы. Наконец, приходится учитывать и специфику измерения самих параметров с точки зрения технологии установки и эксплуатации контрольно-измерительных приборов. В этом смысле наиболее трудоемкими считаются измерения расходов транспортируемой среды, поскольку конструкции любых датчиков допускают возможность возникновения утечек.

Таким образом, в практике эксплуатации СТС к реально измеряемым параметрам можно причислить данные, получаемые на основе нанометрической и температурной съемки в отдельных узлах системы и притоки через источники питания. Безусловно, что современный уровень оснащения СТС контрольно - измерительным оборудованием таков, что даже этот вариант информационного обеспечения об их состоянии следует считать оптимистичным.

Совокупность телеизмерений образуют

вектор \vec{V} , который можно представить как сумму истинных параметров режима $\vec{V}(\vec{Y})$, являющихся функциями вектора \vec{Y} и вектора ошибок $\vec{\xi}_V$, которые возникают из-за ошибок датчиков, помех в каналах связи, неодновременности опроса самих датчиков и т.д. Таким образом, взаимосвязь между измеряемыми и оцениваемыми параметрами имеет вид

$$\vec{V} = \vec{V}(\vec{Y}) + \vec{\xi}_V \quad (2)$$

Переходя к понятию динамического оценивания и формализованной постановке этой задачи следует заметить, что ее основное предназначение заключается в обеспечении наблюдаемости объекта управления при дефиците контрольно-измерительного оборудования. Иными словами цель динамического оценивания состоит в доопределении (прогнозе) не измеряемых параметров режима, которые затем включаются в обработку наряду с телеизмерениями. Под моделями динамики понимают любые соотношения, устанавливающие связь между параметрами режима в различные моменты времени, то есть

$$P_i = \Phi_{i,k}(Y_k; Y_{k-1} \dots Y_0) - \xi_\Phi; \quad (3)$$

где P_i - множество прогнозируемых в момент k на момент i ($i > k$) параметров режима; $\Phi_{i,k}$ - оператор прогнозирования на момент i по данным о состоянии режима в моменты $k, k - 1, \dots, 0$; ξ_Φ - шум динамики (непрогнозируемые изменения параметров режима).

Обычно полагается, что функциональная зависимость прогнозируемых параметров P_i от вектора Y_i состояния $P_i(Y_i)$ известна. Тогда прогнозы

$$P_i = \Phi_{i,k}(\hat{Y}_k; \hat{Y}_{k-1} \dots \hat{Y}_0) - \bar{\xi}_\Phi; \quad (4)$$

можно рассматривать как псевдоизмерения в i -й момент времени и использовать их совместно с обычными измерениями ($\bar{\xi}_\Phi$ - математическое ожидание шума динамики, символом “^”-помечены оценки вектора состояния в предшествующие моменты времени). Чаще всего на практике используются модели динамики вида

$$P_i = \Phi_{i,k} P_{i-1}(Y_{i-1}) - \xi_\Phi; \quad (5)$$

где $\bar{\xi}_\Phi = 0$; $cov(\xi_\Phi) = Q_\Phi$. Оператор $\Phi_{i,i-1}$ представляет собой квадратную матрицу с коэффициентами. Точность прогноза определяется матрицей ковариаций, имеющей вид

$$R_i = \Phi_{i,i-1} \left(\frac{\partial P}{\partial Y} \right)^T G_{i-1} \left(\frac{\partial P}{\partial Y} \right) \Phi_{i,i-1} + Q_\Phi; \quad (6)$$

где $\frac{\partial P}{\partial Y}$ - матрица производных прогнозируемых параметров по вектору состояний в $i-1$ момент времени; G_{i-1} - матрица ковариаций ошибок оценок вектора состояния Y_{i-1} .

Критерии оценивания состояния (целевые функции) базируются на метриках пространств векторов \vec{V} , \vec{Y} и известны два варианта таких критериев. Один из них является основой метода наименьших квадратов (МНК), другой - метода максимального правдоподобия (ММП), причем они применимы как при статическом, так и динамическом оценивании.

При формировании критерия оценивания в общем случае необходимо согласовывать размерности ее компонентов из-за включения в обработку разнородной информации. Применительно к СТС эта проблема обусловлена необходимостью обработки данных не только манометрической, но и температурной съемки. Если предварительно полагать, что изменение температуры теплоносителя в СТС относительно не велико, то целевую функцию в МНК можно представить как

$$F = \sum_{j \in J_H} \frac{1}{\sigma_j^2} [H_j^{\mathcal{E}} - H_j^{\mathcal{B}}(\vec{Y})]^2, \quad (7)$$

где σ_j - дисперсия ошибки j -го телеизмерения; H - потенциал (напор или давление) в узле; верхние индексы “Э”, “В” - обозначают экспериментальное и вычисленное значение соответственно.

Критерий МНК (7) удобно представить в матричном виде

$$F = [H_j^{\mathcal{E}} - H_j^{\mathcal{B}}(\vec{Y})]^T \times R_{(d)}^{-1} \times [H_j^{\mathcal{E}} - H_j^{\mathcal{B}}(\vec{Y})], \quad (8)$$

где символы “Т”, “-1” определяют традиционные действия над матрицами (транспонирование и обращение соответственно), символом “d” - помечена диагональная матрица R с элементами $r_{jj} = \sigma_j^2$. В общем случае матрица R может быть и не диагональной, когда ошибки измерения влияют друг на друга. Тогда эта матрица будет симметричной относительно главной диагонали и может быть представлена как ковариационная матрица ошибок

$$R_H = cov(\xi_H) = M(\xi_H \xi_H^T). \quad (9)$$

Наличие недиагональных элементов в матрице ошибок отличных от нуля применительно к СТС возможно, когда совместно с непосредственными замерами в обработке участвуют так называемые псевдоизмерения - полученные ка-

ким-либо косвенным путем данные, например на основе статистических закономерностей между измеряемыми и не измеряемыми параметрами.

Таким образом, задача статического оценивания по МНК заключается в том, что на основе соотношений $\vec{H}(\vec{Y})$, определяющих зависимость контролируемых (измеряемых) величин от вектора независимых параметров, известных погрешностях измерений (ковариационная матрица R) и вектора значений измеренных величин $\vec{H}^{\mathcal{E}}$ определить вектор независимых переменных \vec{Y} такой, чтобы $\vec{H}^{\mathcal{B}}(\vec{Y})$ наиболее близко, в смысле критерия (8), был к вектору $\vec{H}^{\mathcal{E}}$.

В методе ММП предполагается, что известно или определено условное распределение случайной величины при условии реализации вектора $V: p(Y/\vec{V})$. Функцию $p(Y/\vec{V})$ принято назвать функцией максимального правдоподобия. Критерием оценивания в ММП являются минимаксные оценки значений компонент вектора \vec{Y} , при которых минимизируется максимально возможная по некоторой норме ошибка. Применительно к СТС этот критерий можно записать в виде

$$\min_Y \max_{\xi_H} \|\xi_H = H_j^{\mathcal{E}} - H_{jk}^{\mathcal{B}}(\vec{Y})\|. \quad (10)$$

Если вектор ошибок ξ_H распределен по многомерному нормальному закону, то максимизация функции правдоподобия по ξ_H равносильна максимизации (или при опускании знака в распределении Гаусса - минимизации) его степени, что совпадает с выражением целевой функции МНК. Таким образом для нормального распределения оценки по МНК и ММП совпадают. Это совпадение подчеркивает важность корректного выбора весовых функций, статистический смысл которых состоит, что полученные на их основе оценки оптимальны исключительно для симметричных унимодальных распределений.

Анализ сходимости методов согласно [1] должен выполняться исходя из свойств системы нелинейных уравнений, формируемых в соответствии с критерием оценивания. В случае МНК это будет система нормальных уравнений, получаемая в результате приравнивания производных от целевой функции (7) к нулю по компонентам вектора решения, которая имеет вид

$$\frac{\partial F}{\partial Y} = -2(\partial H^{\mathcal{B}}/\partial Y)^T R_H^{-1} [\vec{H}^{\mathcal{E}} - H^{\mathcal{B}}(Y)] = 0. \quad (11)$$

Поскольку зависимость $H^{\mathcal{B}}(Y)$ - нелиней-

ная, то матрица $(\partial H^B / \partial Y)$ также зависит от Y и система (11) оказывается нелинейной. Для ее

решения выполняется линеаризация посредством разложения в ряд Тейлора в точке Y_0 , то есть

$$[H^\exists - H^B(Y_0)]^T R_H^{-1} \left(\frac{\partial H}{\partial Y} \right) + \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial Y} \right)^T R_H^{-1} \left(\frac{\partial H}{\partial Y} \right)^T + [H^\exists - H^B(Y_0)]^T R_H^{-1} \left(\frac{\partial^2 H}{\partial Y^2} \right) \right\} (Y - Y_0) = 0. \quad (12)$$

Для метода ММП критерий (10) приводит к регрессионной модели вида

$$H^\exists - H^B(Y) = 0, \quad (13)$$

число уравнений в которой и размерность вектора неизвестных в общем случае не совпадают, то есть матрица оказывается прямоугольной при этом система может быть несовместной, для которой точного решения может и не быть. Линеаризация (13) приводит к системе уравнений

$$\left(\frac{\partial H^B}{\partial Y} \right) (Y - Y_0) = H^\exists - H^B(Y_0). \quad (14)$$

Для ее решения применяются специальные методы, выполняющие ортогонализацию матрицы. Решение системы в общем случае не единственно, даже если система (11) в МНК имеет единственное решение. Решения по обоим методам будут совпадать при условии $\frac{\partial^2 H^B}{\partial Y^2} = 0$ и масштабирования (14) посредством ее умножения на матрицу $R_H^{-1/2}$. Эта матрица получается из разложения $R_H = \left(R_H^{1/2} \right)^T R_H^{1/2}$ для симметричных положительно определенных матриц, которое всегда единственно [1].

Таким образом, для МНК нелинейность системы уравнений установившегося режима увеличивается с приближением к пределу так называемой расчетной устойчивости [1]. Для режимов близких к расчетной устойчивости метод Ньютона-Рафсона может плохо сходиться и целесообразно применять его модификации, позволяющие ускорить сходимость. Градиентные методы (например метод сопряженных градиентов) могут удачно дополнять ньютоновские методы в начальной стадии вычислений. Для решения линейных уравнений в рамках метода Ньютона целесообразно применять точные методы (типа Гаусса, Холецкого, Цолленкопфа [1]), поскольку итеративные методы (типа Гаусса-Зейделя) не позволяют обеспечить требуемую точность при увеличении масштабов моделируемого объекта. Для ММП в силу особенностей линеаризованной системы (14) применяются методы ортогонализации Грамма-Шмидта, Хаусхолдера Гивенса [1].

Вторым фактором, влияющим на выбор метода решения задачи оценивания является его возможность экономии ресурсов вычислительной техники в силу того, что схемы замещения математических моделей могут содержать весьма значительное число структурных элементов, а процесс решения должен укладываться в ограниченные временные рамки, если обработка информации выполняется в режиме реального времени. Экономия ресурсов компьютеров обычно достигается за счет эффективной работы с разреженными матрицами, то есть имеющими большой процент нулевых элементов (в нашем случае таковой является матрица $\frac{\partial H^B}{\partial Y}$). Проведенные исследования показывают, что наиболее экономичным как по требуемому объему оперативной памяти, так и по быстродействию является метод Холецкого. Единственное условие его эффективной реализации заключается в хорошей обусловленности нормализованных систем линейных уравнений.

По существу главным фактором, влияющим на выбор метода решения задачи оценивания является степень вырожденности матрицы $\frac{\partial H^B}{\partial Y}$, которую в численном выражении принято характеризовать как число обусловленности. Обозначим в линеаризованной системе уравнений (12) матрицей $A = \left(\frac{\partial H^B}{\partial Y} \right)^T R_H^{-1} \left(\frac{\partial H^B}{\partial Y} \right)$, шаг в приращении оцениваемых параметров на одной итерации $\Delta y = Y_1 - Y_0$, а столбец свободных членов $b = \left(\frac{\partial H^B}{\partial Y} \right)^T R_H^{-1} [H^B - H^\exists(Y_0)]$. Тогда систему уравнений в методе Ньютона можно представить как $A \times \Delta y = b$.

Между погрешностями в компонентах столбца свободных членов и погрешностью решения, то есть оцениваемых величин известно соотношение: $\|\xi_Y\| \leq \|A\| \times \|A^{-1}\| \times \|\xi_b\|$, где в двойных скобках обозначены нормы матриц и векторов. Степень обусловленности матрицы A принято обозначать величину $cond(A) = \|A\| \times \|A^{-1}\| = \left| \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} \right|$, где λ_{max} , λ_{min} - обозначают максимальное и минимальное собственные значения матрицы A .

Ввиду сложности определения собственных значений в [1] предлагается более простой способ оценки степени обусловленности, основанный на условиях симметричности и положительной определенности этой матрицы. Отметим, что оба условия всегда выполняются в рамках МНК для системы нормальных уравнений.

В силу симметричности справедливо соотношение $\lambda_{max}^2 \leq \sum_j \sum_k |a_{jk}|^2$.

Если строки матрицы A нормировать до модуля равного единице, то $\sum_k a_{jk}^2 = 1$ и $\lambda_{max} \leq \sqrt{n}$, где n - размерность системы уравнений (в МНК число оцениваемых параметров режима). Поскольку для определителя любой матрицы известно соотношение $\det(A) = \prod_{i=1}^n \lambda_i$, то легко получить неравенство

$$\det(A) \leq \lambda_{max}^n \left(\frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}} \right) \leq n^{n/2} \left(\frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}} \right). \quad (15)$$

Таким образом, определитель нормированной матрицы A , которую принято называть матрицей Фишера и является мерой обусловленности.

Неравенство (15) является основой не только простого и надежного способа оценки погрешности результатов по качеству исходных данных. По степени обусловленности появляется возможность тестирования любой информации, участвующей в формировании матрицы A . Определенные требования к этой информации по существу становятся условиями решения задачи оценивания и эти условия принято подразделять на два вида. К первому относятся топологические факторы, включающие схему СТС, состав и размещение источников информации (датчиков). Второй вид касается нелинейных свойств математических моделей объекта. Возможность получения оценок (единственность решения) в обоих аспектах названа [1] наблюдаемостью, которая для первого вида условий считается топологической, а для второго - нелинейной соответственно.

Классическим условием топологической наблюдаемости является соотношение ранга матрицы, полученной посредством линеаризации уравнений, выражающих связь вектора измеряемых параметров с независимыми переменными. Если математическая модель процессов формируется на основе узлового метода увязки, условие топологической наблюдаемости можно представить в виде [1]

$$\text{rank} \left(\frac{\partial V}{\partial Y} \right) = 2N - 1. \quad (16)$$

Несмотря на то, что это условие является лишь необходимым (а не достаточным) для единственности решения, оно позволяет ограничить область вырождения задачи и выделить из системы уравнений измерений такие подсистемы, для которых единственность гарантируется.

Проверка топологической наблюдаемости выполняется с помощью известного в теории графов метода поиска максимального паросочетания путем построения бихроматического графа. Здесь нет необходимости детально рассматривать этот метод, поскольку известно достаточно много вариантов его реализации, которые подробно изложены в [1, 4].

Выполненный анализ существующей методологической базы решения задач оценивания состояния СТС дает основания сделать следующие выводы:

1. В рассмотренных исследованиях прослеживается значительное разнообразие формулировок задач оценивания и идентификации в зависимости от того, что конкретно выступает в качестве искомого, фиксируемых и измеряемых параметров исходных моделей объектов. При этом следует констатировать отсутствие достаточно общего, с точки зрения более комплексной проблемы управления состоянием СТС, формализованного подхода к этим задачам, инвариантного относительно состава входной измерительной и априорной информации.

2. Предложенные методики существенно различаются как по постановкам, так и по используемым процедурам численного оценивания, зачастую носят полуэвристический характер в смысле принимаемых критериев оценивания, теряют свою работоспособность при изменении исходных предпосылок, либо слишком громоздки, чтобы быть применимыми в большинстве практических случаев для сетей реальной размерности.

3. Известные способы формализации задачи статического оценивания применительно к СТС имеют принципиальный недостаток, заключающийся в том, что взаимосвязь между независимыми параметрами режима и фиксируемыми на основе замеров степенями свободы оказывается неявной, то есть через систему нелинейных алгебраических или дифференциальных уравнений, которые в совокупности образуют математическую модель объекта. В этом случае приходится прибегать к ее линеаризации, что в свою очередь приводит к серьезным вычислительным проблемам. В то же время изменить такой выбор

компонент вектора состояния (которые и подлежат оцениванию) с целью преодоления этой проблемы практически невозможно, поскольку лишь классический тип независимых переменных, которыми являются отборы (притоки) в узлах оказывается для ГС инвариантным к коммутациям запорно-регулирующей арматуры. Однозначность выбора узловых потенциалов в качестве степеней свободы в формулировке задачи диктуется технологическими соображениями - доступностью лишь манометрической съемки в реальных условиях. Таким образом, вариации подлежат лишь форма взаимосвязи между оцениваемыми компонентами вектора состояния объекта, то есть его математическая модель.

4. Оснащенность СТС измерительными приборами, как правило, крайне слабая, поэтому базисный состав измерений для обеспечения топологической наблюдаемости объекта практически недостижим, не говоря уже о какой-либо степени избыточности исходной информации. В связи с этим важное значение приобретают любые средства восполнения дефицита исходных данных: прогноз или псевдоизмерения на основе статистических закономерностей между измеряемыми и не измеряемыми параметрами. Для гидравлических систем на сегодняшний день существует лишь опыт прогнозирования. Воспользоваться полученными результатами не представляется возможным, поскольку целью прогноза являлась суммарная нагрузка системы без ее дифференциации по узлам и он предназначался для решения задач планирования и стабилизации режимов функционирования ГС. Между тем для задач оценивания интерес представляют именно узловые отборы и их совместимость с данными о замерах узловых потенциалов, поэтому предпочтительным следует считать второй тип псевдоизмерений.

Состав псевдоизмерений по существу не вызывает сомнений, чего нельзя сказать о способе их получения, поскольку для СТС эта проблема вообще не исследовалась. Опыт из области диагностики других систем показывает, что для их получения применялись лишь линейные регрессионные модели как неадаптивного, так и адаптивного типа. В первом случае полученные модели были приспособлены к описанию лишь скалярных стационарных процессов, а во втором - процедура адаптации вынуждала переходить к

динамическому оцениванию. Таким образом, есть основания считать, что возможности моделей, относящихся к классу регрессионных, весьма ограничены и представляется перспективным поиск альтернативных путей формирования псевдоизмерений.

Традиционные формулировки прикладных задач управления функционированием лежат в основе комплекса задач по технической диагностике СТС. Одним из наиболее эффективных и рациональных подходов для решения такого типа задач является энергетическое эквивалентирование, как показано в работах [5, 6, 7]. В основе решения задач управления функционированием СТС применяют информационные технологии [8, 9]. Необходимо так же решать задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности [10] и экологической безопасности [11, 12, 13, 14, 15], возникающие в процессе эксплуатации гидравлических систем и в случае возникновения аварий на них. В рамках рассмотренных задач в области управления представляют интерес работы [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

Библиографический список

1. Гамм, А.З. Оценивание состояния в электроэнергетике / А.З. Гамм, Л.Н. Герасимов, И.Н. Голуб. - М.: Наука, 1983. - 302 с.
2. Евдокимов, А.Г. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях / А.Г. Евдокимов, А.Д. Тевяшев, В.В. Дубровский. - М.: Стройиздат, 1990. - 368 с.
3. Меренков, А.П. Теория гидравлических цепей / А. П. Меренков, В.Я. Хасилев. - М.: Наука, 1985. - 278 с.
4. Новицкий, Н. Н. Оценивание параметров гидравлических цепей / Н.Н. Новицкий. - Новосибирск: Наука, Сибирское предприятие РАН. - 1998. - 213 с.
5. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.
6. Сазонова, С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис...канд. техн. наук /

С.А. Сазонова - Воронеж, 2000. - 15с.

7. Сазонова, С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения (диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук). Воронеж: Воронежская государственная архитектурно-строительная академия, 2000. - 149 с.

8. Жидко, Е.А. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Информация и безопасность. - 2011. - Т. 14. - № 2. - С. 201-208.

9. Жидко, Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI веке / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 1 (16). - С. 91-93.

10. Asminin, V. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V. Asminin, E. Druzhinina, S. Sazonova, D. Osmolovsky // Akustika. 2019. T. 34. C. 18-21.

11. Жидко, Е.А. Проблемы организации управления экологической безопасностью на промышленном предприятии / Е.А. Жидко // Безопасность труда в промышленности. - 2010. - № 8. - С. 38-42.

12. Звягинцева, А.В. Экологический мониторинг опасных гидрологических явлений / А.В. Звягинцева, В.В. Кульнев, В.В. Кульнева // International academy of ecology, man and nature protection sciences Ecology and development of Society. – 2018. - № 3(26). - С. 62- 66.

13. Кульнева, В.В. Синергизм при загрязнении воздуха городской среды на фоне неблагоприятных метеорологических условий / В.В. Кульнева, А.В. Звягинцева // Современные тенденции развития гидрометеорологии в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конференции. - Иркутск: Из-во ИГУ, 2019. - С. 587-591.

14. Звягинцева, А.В. Анализ процесса переработки ртутьсодержащих отходов и разработка природоохранных мероприятий / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 24-30.

15. Звягинцева, А.В. Расчет образования ртутьсодержащих отходов и разработка мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 30-36.

16. Николенко, С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.

17. Верещагин, А.Ю. Программа геотехнического мониторинга объектов, входящих в зону влияния строительства / А.Ю. Верещагин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 4-9.

18. Игнатюк, А.С. Процесс тепловизионного обследования ограждающих конструкций здания / А.С. Игнатюк, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 66-72.

19. Звягинцева, А.В. Математическая модель водородной проницаемости металлов с примесными ловушками при наличии внутренних напряжений различной физической природы / А.В. Звягинцева // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. - 2019. - № 19-21 (303-305). - С. 29-44.

20. Звягинцева, А.В. Гибридные функциональные материалы, формирующие металлические структуры с оптимальной дефектностью для хранения водорода в гидридной форме/ А.В. Звягинцева // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. - 2017. - № 16-18 (228-230). - С. 89-103.

21. Звягинцева, А.В. Современные накопители водорода на основе гибридных функциональных материалов / А.В. Звягинцева, А.О. Артемьева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2017. - Т. 13. - № 5. - С. 133-138.

22. Локтев, Е.М. Моделирование рейтинговых показателей педагогических кадров военных кафедр / Е.М. Локтев, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 67-73.

УДК 681.3

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент В. И. Акимов, тел.: 8-473-271-5918
Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А. В. Полуказаков, e-mail: PAV_75@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный технический университет
студент М.И. Старых, e-mail: starykh_70@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Ph. D in Engineering, ass. prof. V. I. Akimov, ph.: 8-473-271-5918
Russia, Voronezh

Voronezh state technical University
D in Engineering, ass. prof. A. V. Polukazakov, e-mail: PAV_75@mail.ru
Russia, Voronezh

Voronezh state technical University
student M.I. Starykh, e-mail: starykh_70@mail.ru
Russia, Voronezh

В.И. Акимов, А.В. Полуказаков, М.И. Старых

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация: проведено схемотехническое моделирование первичного датчика температуры с помощью программы схемотехнического моделирования типа EWB – 5.12. Получены результаты для линейных и нелинейных датчиков в составе вторичного преобразователя мостового типа и линейного операционного усилителя. Проведено сравнение экспериментальных и теоретических данных

Ключевые слова: температурный датчик, мостовая схема, операционный усилитель, измерительный канал, схемотехническое моделирование

V.I. Akimov, A.V. Polozakakov, M.I. Starykh

THE STUDY OF TEMPERATURE PROCESSES USING THE PROGRAM CIRCUIT SIMULATION

Abstract: the circuit simulation of the primary temperature sensor was carried out using a circuit simulation program of the EWB - 5.12 type. The results are obtained for linear and non-linear sensors as part of a bridge-type secondary converter and a linear operational amplifier. A comparison of experimental and theoretical data

Key words: temperature sensor, bridge circuit, operational amplifier, measuring channel, circuit simulation

Температурный датчик может быть реализован в среде программирования EWB – 5.12 с помощью обычного резистора с добавлением в его параметры температурных коэффициентов

ТС 1 (линейный) и ТС 2 (квадратичный) [1]. С учётом сказанного модель терморезистора описывается выражением вида:

$$R(T^{\circ}C) = R_{ТД}[1+(ТС 1)(T - T_{НАЧ}) + (ТС 2)(T - T_{НАЧ})^2] \quad (1)$$

$R_{ТД}$ – исходная температура датчика, соответствующая рабочей температуре программы моделирования. В программе EWB – 5.12 такая температура равна 27°C. Выберем значение температуры термодатчика $R_{ТД}$ при температуре

27°C, равной 100 Ом.

Моделирование температурного датчика. Зададимся параметрами температурного датчика выбрав произвольно его параметры с помощью выражения (1).

$$R(T^{\circ}C) = 100[1 + 0,1(T - 27^{\circ}C) + (0,01)(T - 27^{\circ}C)^2] \text{ Ом} \quad (2)$$

Выражение (2) позволяет построить три типа моделей терморезисторов: линейную, нели-

нейную (квадратичную) и смешанную. Значение параметров этих моделей представлено в табл. 1.

Таблица 1
Значения параметров моделей терморезистора

Тип модели/Параметры	$R_{ТД}$ Ом	ТС 1 Ом/°C	ТС 2 Ом/°C ²
Линейная	100	0,1	0
Нелинейная	100	0	0,01
Смешанная	100	0,1	0,01

При моделировании реального температурного датчика параметры $R_{ТД}$, ТС1 и ТС2 находятся исходя из его физических параметров,

(в простейшем случае по известным значениям: материал (ρ – удельное сопротивление), длина (l), сечение (s), температурным коэффициентам) [2]. Результаты моделирования и теоретического расчёта по формуле (2) для трёх моделей терморезисторов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Результаты моделирования и теоретического расчёта для трёх моделей терморезисторов

Параметры/температ. в °С		20	25	30	35	40	45	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Результаты моделирования и расчёта для линейной модели терморезистора								
Ток I _{дат} в мА		333,3	125	76,9	55,55	43,48	35,71	30,3
Сопротивлен. R _{дат} в Ом	Моделиров.	30	80	130	180	230	280	330
	Расчёт	30	80	130	180	230	280	330
Результаты моделирования и расчёта для нелинейной модели терморезистора								
Ток I _{дат} в мА		67,11	96,15	91,74	60,98	37,14	23,59	15,9
Сопротивлен. R _{дат} в Ом	Моделиров.	149	104	109	164	269	424	629
	Расчёт	149	104	109	164	269	424	629
Результаты моделирования и расчёта для смешанной модели терморезистора								
Ток I _{дат} в мА		126,6	119	71,94	40,98	25,06	16,56	11,64
Сопротивлен. R _{дат} в Ом	Моделиров.	79	84	139	244	399	603,8	859,1
	Расчёт	79	84	139	244	399	604	859

Выводы:

1. Результаты моделирования и теоретических расчётов практически идентичны.
2. Хотя результаты моделирования и расчёта для случая нелинейной модели при температуре 20°C совпадают, однако для практического

использования они должны быть исключены, поскольку R_{дат} при температуре 20°C больше чем при температуре 25°C, что противоречит физическому смыслу реального объекта моделирования. Схема моделирования представлена на рис.1.

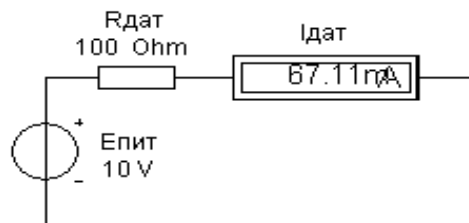


Рис. 1. Общая модель температурного датчика

Моделирование датчика с вторичным (мостовым) преобразователем

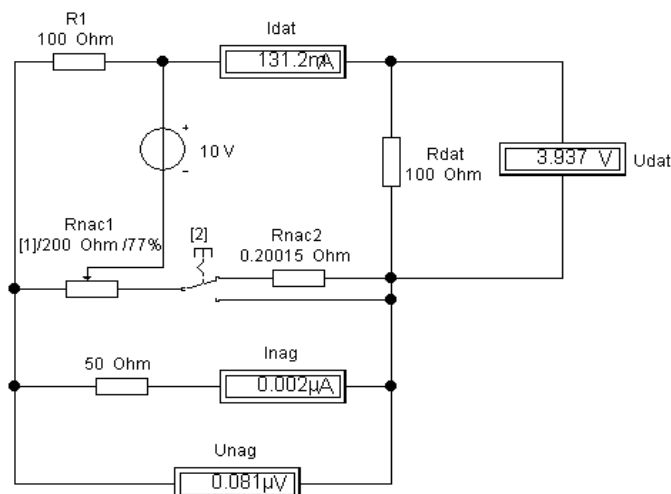


Рис. 2. Линейная модель

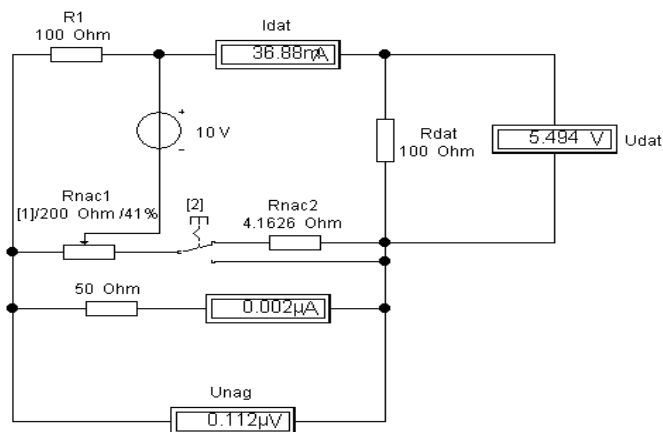


Рис. 3. Нелинейная модель

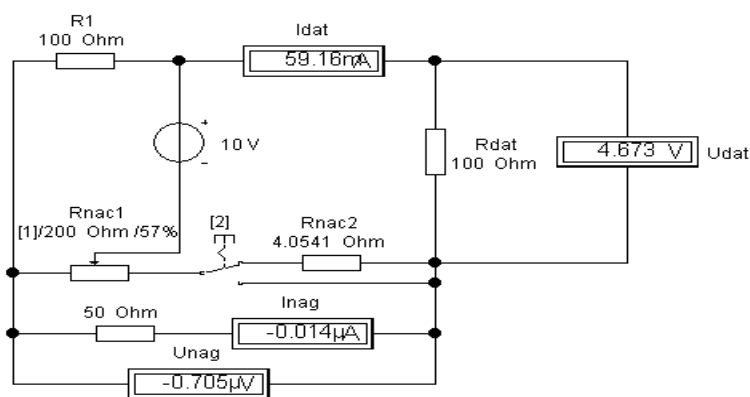


Рис. 4. Смешанная модель

Таблица 3
 Результаты моделирования работы терморезистора с вторичным преобразователем (мостовой схемой)

Параметры/температ. в °C	20	25	30	35	40	45	50	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Результаты моделирования и расчёта для линейной модели терморезистора								
Напряжение $U_{НАГ}$ в В	≈ 0	0,8583	1,189	1,364	1,472	1,546	1,599	
Ток $I_{НАГ}$ в мА	≈ 0	17,77	23,77	27,27	29,44	30,92	31,98	
Напряжение $U_{ДАТ}$ в В	3,937	5,836	6,567	6,954	7,194	7,357	7,475	
Ток $I_{ДАТ}$ в мА	1321,2	73	50,52	38,64	31,29	26,28	22,66	
Сопротивление $R_{ДАТ}$ Ом	30	80	130	180	230	280	329,9	
Результаты моделирования и расчёта для нелинейной модели терморезистора								
Напряжение $U_{НАГ}$ в мВ	≈ 0	-296,3	- 255,3	71,52	385,9	597,2	729,3	
Ток $I_{НАГ}$ в мА	≈ 0	-5,926	- 5,106	1,430	7,717	11,94	14,59	
Напряжение $U_{ДАТ}$ в В	5,494	4,931	5,009	5,630	6,228	6,630	6,881	
Ток $I_{НАГ}$ в мА	36,88	47,42	45,96	34,34	23,16	15,64	10,95	
Сопротивление $R_{ДАТ}$ Ом	149	104	109	164	269	423,9	628,4	
Результаты моделирования и расчёта для смешанной модели терморезистора								
Напряжение $U_{НАГ}$ в мВ	≈ 0	52,14	441,8	778,1	985,9	1109	1185	
Ток $I_{НАГ}$ в мА	≈ 0	1,043	8,835	15,56	19,72	22,18	23,69	
Напряжение $U_{ДАТ}$ в В	4,673	4,781	5,585	6280	6,709	6,954	7,119	
Ток $I_{НАГ}$ в мА	59,16	56,92	40,19	25,74	16,82	11,54	8,295	
Сопротивление $R_{ДАТ}$ Ом	79	84	139	244	398,9	602,6	858,23	

Выводы:

1. Результаты моделирования и теоретических расчётов работы первичного и вторичного преобразователей полностью совпадают с данными табл. 1 по контролируемому параметру ($R_{\text{ДАТ}}$).

2. Предварительно необходимо настраивать схему вторичного (мостового) преобразователя на баланс с помощью элементов $R_{\text{нас1}}$ и $R_{\text{нас2}}$. Результаты этих настроек для каждой модели датчика представлены на рис. 2. – рис 4.

Во втором разделе проведён режим измерений температуры в диапазоне от 20°C до 50°C . Для реализации режима автоматизации и контроля технологического пара метра

(температуры) в пределах рассматриваемого диапазона следует провести задание исходных данных в выбранную модель значение этой температуры и затем провести операцию уравнивания мостового преобразователя аналогично пункту 2.

Моделирование аналогового измерительного тракта температуры. В качестве промежуточного преобразователя выбираем операционный усилитель, работающий в дифференциальном режиме [3]. Моделирование линейной модели термодатчика. Воспользуемся схемой на рис. 2 и дополним её промежуточным преобразователем на операционном усилителе (ОУ) в дифференциальном режиме работы.

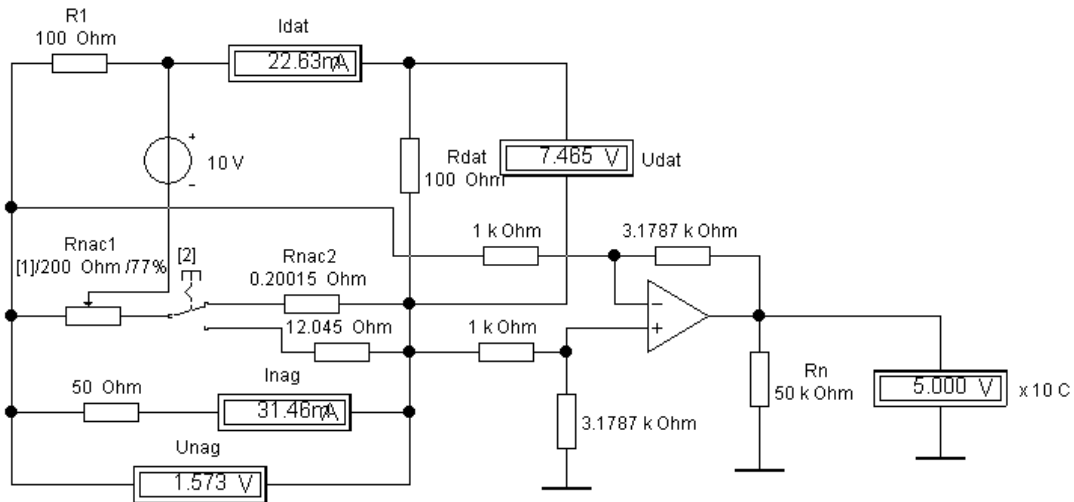


Рис. 5. Линейная модель

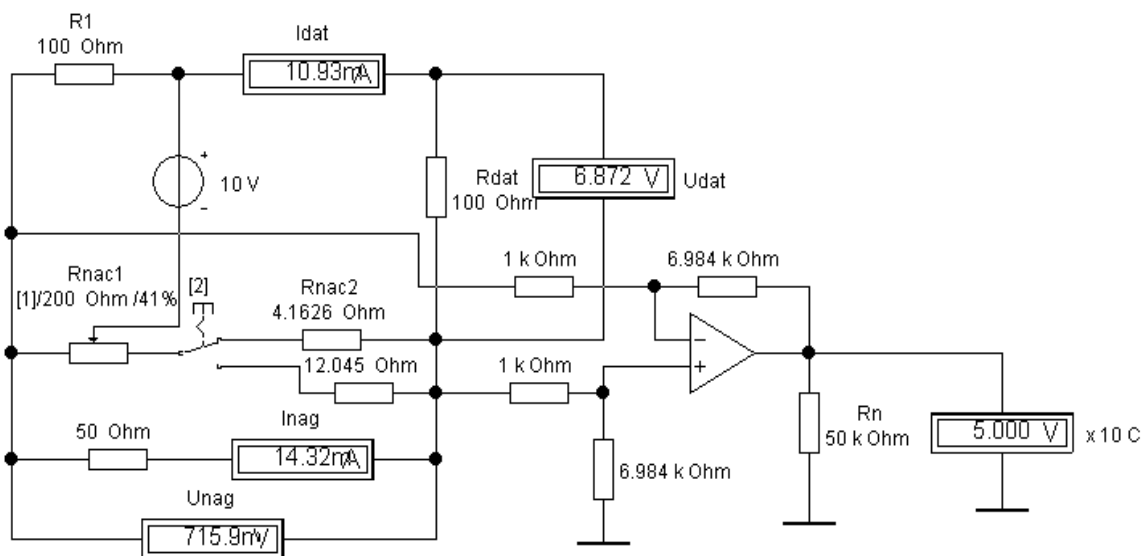


Рис. 6. Нелинейная модель

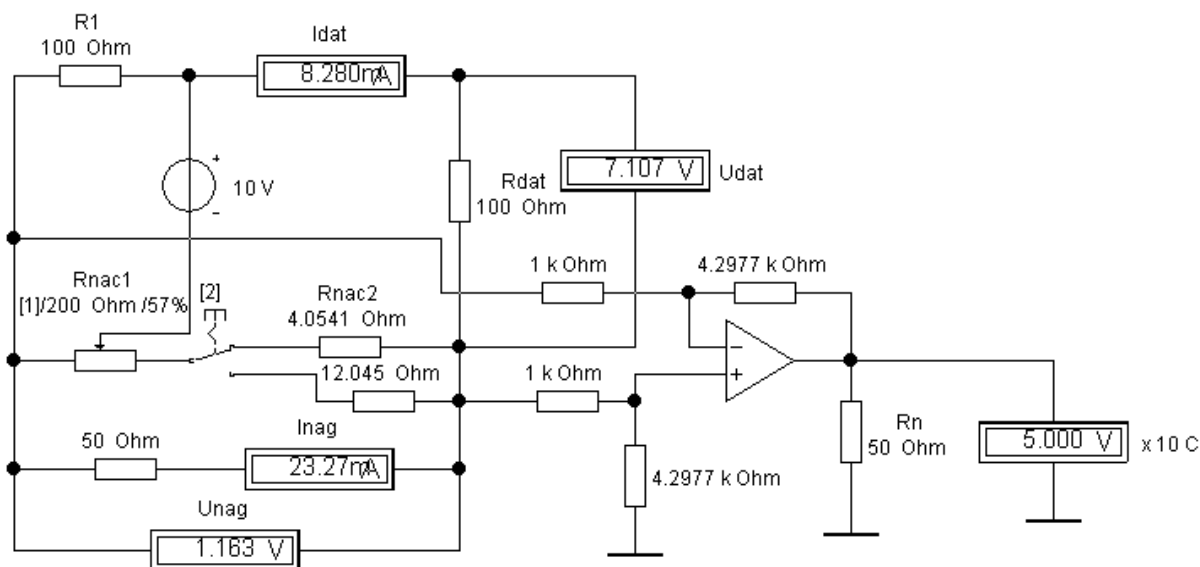


Рис. 7. Смешанная модель

Таблица 4
Результаты моделирования

Модель\Темпер.°С		20	25	30	35	40	45	50
Линейная	Напряж. Un В	≈ 0	2,685	3,718	4,265	4,603	4,833	5
Нелинейная		≈ 0	-2,035	-1,753	0,491	2,647	4,095	5
Смешанная		≈ 0	0,2204	1,867	3,286	4,163	4,682	5

Выводы:

1. Проведено моделирование аналогового измерительного канала для трёх моделей терморезисторов.

2. Все модели сопряжены в двух точках температурного диапазона (для температуры 20°С и для температуры 50°С).

Внутри температурного диапазона наблюдается значительная нелинейность в реперных точках.

Библиографический список

1. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Том 1. Моделирование элементов аналоговых систем [Электронный ресурс] / Карлащук В.И.— Электрон. текстовые данные.— Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. - 672 с.
2. Котюк А. Ф. Датчики в современных измерениях. - М.: Радио и связь, Горячая линия - Телеком, 2006. - 96 с: ил.
3. Белов М. П. Технические средства автоматизации и управления: Учеб. пособие. - СПб.: СЗТУ, 2006 - 184 с.

УДК 330.43

Казанский государственный энергетический университет
магистрант А.М. Марданова, e-mail: AliyMsm@mail.ru
Россия, г. Казань

Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент И.К. Будникова,
e-mail: ikbudnikova@yandex.ru, Россия, г. Казань

Kazan State Power Engineering University
Master's student A. M. Mardanova, e-mail: AliyMsm@mail.ru
Russia, Kazan

Kazan State Power Engineering University
Cand. tech. Sciences, associate Professor I. K. Budnikova,
e-mail: ikbudnikova@yandex.ru, Russia, Kazan

А.М. Марданова, И.К. Будникова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Аннотация: в данной работе был проведен корреляционно-регрессионный анализ финансовой деятельности страховой компании, в результате которого была получена математическая модель прогнозирования

Ключевые слова: экономическая эффективность, метод, корреляционно-регрессионный анализ, страхование, модель

А.М. Mardanova, I.K. Budnikova

MODELING OF FINANCIAL ACTIVITY OF THE INSURANCE COMPANY

Abstract: in this paper, a correlation-regression analysis of the financial activity of an insurance company was carried out, as a result of which a mathematical model of forecasting was obtained

Keywords: economic efficiency, method, correlation and regression analysis, insurance, model

Сегодня рынок страхования динамично развивается, наряду с традиционными видами страхования появляются новые виды страховых услуг. Успешно управлять страховой компанией можно лишь используя современные информационные технологии.

Актуальность данной работы заключается в исследовании факторов, влияющих на экономическую эффективность страховой компании, на примере САО «ВСК».

Страховая компания «ВСК» осуществляет страховую деятельность с 1992 года и на сегодняшний день, она является одним из системообразующих игроков страхового рынка, стабильно находясь в десятке крупнейших страховщиков страны. Она реализует более ста видов страховых услуг [1].

Целью исследования в данной работе является разработка модели прогнозирования эффективности работы САО «ВСК» по совокупной группе показателей, с применением корреляционно-регрессионного метода анализа, который выполнялся с использованием программного пакета Statistica.

Существует множество факторов, влияющих на экономическую эффективность страховой компании. Основными источниками среди которых выступают прибыль от страховой, инвестиционной и прочей деятельности [2].

Корреляционно - регрессионный анализ финансовой деятельности страховой компании «ВСК» проводился по данным консо-

лидированной финансовой отчетности, для выявления степени зависимости между исследуемыми параметрами на результат экономической деятельности.

В качестве результативного показателя (y) были приняты активы, которые отражают совокупность имущества организации и денежных средств, которыми она располагает для осуществления своей деятельности и получения прибыли.

В качестве показателей - факторов, влияющих на значение активов, были выделены следующие величины: x_1 – дебиторская задолженность по операциям страхования, тыс. рублей; x_2 – нераспределенная прибыль, тыс. рублей; x_3 – резерв незаработанной премии, тыс. рублей; x_4 – финансовые активы, тыс. рублей; x_5 – уставной капитал, тыс. рублей.

Дебиторская задолженность по операциям страхования определяет задолженность страхователей перед страховой организацией по выплатам страховых премий и страховых взносов, задолженность страховых агентов и прочих дебиторов [3].

Нераспределенная прибыль – это часть прибыли, которая осталась в распоряжении после выплаты всех обязательных платежей.

Резерв незаработанной премии предназначен для исполнения обязательств по обеспечению предстоящих выплат, которые могут возникнуть в следующих отчетных периодах.

Финансовые активы – это финансовые ресурсы, представляющие собой совокупность денежных средств и ценных бумаг, нахо-

дящихся в собственности предприятия.

Уставной капитал является одним из основных показателей, характеризующих размеры и финансовое состояние организации, то есть он показывает, что у организации есть соответствующие

гарантии [4].

При исследовании данных параметров были использованы статистические данные за период с 2011 года по 2018 год, которые представлены в таблице.

Финансовые показатели, принятые для анализа

Год	Финансовое положение, тыс. руб.					
	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
2011	27452282	3505792	495143	15451033	13105264	2256923
2012	34653286	4551848	605387	17948606	18140851	3453923
2013	41855883	4966242	1559801	20896523	23428055	3453923
2014	45510134	4418352	2816147	21480315	26189955	3903923
2015	58439922	4238476	5861524	27076286	34941140	3903923
2016	67690186	4708253	9496176	30039442	38584418	3903923
2017	98983075	6744339	14424761	37291127	64558121	3903923
2018	133006086	8389711	22459025	38626496	90390759	3903923

Корреляционный анализ позволяет обнаружить зависимость между случайными величинами.

Регрессионный анализ предназначен для определения зависимости одних факторов от других в виде некоторой функции (уравнения регрессии). Выбор переменных, необходимых

для составления уравнения регрессии осуществляется на основе определения степени тесноты связи с результативным показателем, то есть коэффициента корреляции.

Для проведения корреляционного анализа была построена матрица корреляции.

Переменная	y активы	x1 дебиторская задолженность по операциям страхования	x2 нераспределенная прибыль	x3 резерв незаработанной премии	x4 финансовые активы	x5 уставной капитал
y активы	1,000000	0,945085	0,994523	0,958608	0,998713	0,567049
x1 дебиторская задолженность по операциям страхования	0,945085	1,000000	0,920026	0,854913	0,953843	0,495234
x2 нераспределенная прибыль	0,994523	0,920026	1,000000	0,953099	0,990222	0,525681
x3 резерв незаработанной премии	0,958608	0,854913	0,953099	1,000000	0,947416	0,675562
x4 финансовые активы	0,998713	0,953843	0,990222	0,947416	1,000000	0,551783
x5 уставной капитал	0,567049	0,495234	0,525681	0,675562	0,551783	1,000000

Рис. 1. Корреляционная матрица

Зав.перем.: y активы	Множест. R = ,99992307	F = 4873,856
	R2= ,99984614	сс = 4,3
Число набл.: 8	Скоррект. R2= ,99964100	p = ,000005
	Стандартная ошибка оценки: 681540,18829	
Св.член: 6658655,2136	Ст.ошибка: 2963384,	t(3) = 2,2470 p = ,1102
x1 дебиторска бета=,044 x2 нераспреде бета=,262 x3 резерв нез бета=,104		
x4 финансовые бета=,599		

Рис. 2. Результат статистического анализа

Значения полученных коэффициентов уравнения регрессии представлены на рис. 3.

N=8	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	B	Ст.Ош. B	t(3)	p-знач.
Св.член			6658655	2963384	2,246977	0,110246
x1 дебиторская задолженность по операциям страхования	0,043773	0,032193	1	1	1,359696	0,267096
x2 нераспределенная прибыль	0,261879	0,063372	1	0	4,132376	0,025712
x3 резерв незаработанной премии	0,103827	0,026012	0	0	3,991542	0,028164
x4 финансовые активы	0,599274	0,089201	1	0	6,718252	0,006731

Рис. 3. Результат оценивания множественной регрессии

Коэффициенты корреляции по всем параметрам (x_1, x_2, x_3, x_4), кроме уставного капитала (x_5), близки к единице, это свидетельствует о тесной взаимосвязи их с величиной y . Поскольку x_5 не является существенно значимым фактором, при проведении регрессионного анализа, он будет исключен [5,6].

Полученные коэффициенты множественной регрессии показаны на рис. 4.

Множественный коэффициент детерминации R отражает, что на 99% активы зависят от факторов, выделенных в уравнении регрессии и лишь на 1% от прочих факторов, которые не включены в данную модель.

При анализе были получены стандартизованные регрессионные коэффициенты (Бета) и обычные регрессионные коэффициенты (B) (рис. 5).

Зав.перем.: y активы	Множест. R = ,99987565	F = 5360,415
	R2= ,99975132	сс = 3,4
Число набл.: 8	Скоррект. R2= ,99956482	p = ,000000
	Стандартная ошибка оценки: 750373,34910	
Св.член: 9570217,3869	Ст.ошибка: 2255387,	t(4) = 4,2433 p = ,0132

Рис. 4. Результат статистического анализа

	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	B	Ст.Ош. B	t(4)	p-знач.
Св.член			9570217	2255387	4,24327	0,013229
x2 нераспределенная прибыль	0,217866	0,059985	1	0	3,63204	0,022120
x3 резерв незаработанной премии	0,089402	0,026149	0,4	0	3,41900	0,026805
x4 финансовые активы	0,698276	0,056733	1	0	12,30804	0,000250

Рис. 5. Итоги множественной регрессии

Бета - коэффициенты позволяют сравнивать относительный вклад независимой переменной в предсказание зависимой переменной.

Стандартные ошибки показывают статистическую надежность коэффициента. Значения t -статистики Стьюдента, используются для проверки значимости соответствующего коэффициента. Статистический анализ полученных результатов показывает адекватность полученной модели в формате уравнения множественной регрессии

$$y(x) = 0,21x_2 + 0,08x_3 + 0,69x_4 ,$$

что позволяет использовать ее для прогнозирования эффективности работы САО «ВСК» в определенных условиях.

На основании полученных результатов, можно заметить, что наибольшее положительное явление на уровень активов и на результат всей экономической деятельности компании в целом,

оказывают финансовые активы, их коэффициент равен 0,69; а далее нераспределенная прибыль – 0,21 и резерв незаработанной премии – 0,08.

При увеличении показателей нераспределенной прибыли на единицу, уровень активов возрастет на 0,21 единицу. Поскольку x и y измеряются в млрд., то при увеличении на один млрд. рублей нераспределенной прибыли, значение активов повысится на 210 млн. По значениям коэффициентов нераспределенной прибыли и резерва незаработанной премии, так же можно предположить, что при увеличении каждого из этих параметров на один млрд. рублей уровень активов возрастет на 690 млн. рублей и на 80 млн. рублей соответственно.

Библиографический список

1. Сайт «Страховой дом ВСК». URL: <https://www.vsk.ru/about/>
2. Архипов А. П. Управление страховым

бизнесом: моногр. / А.П. Архипов. – М.: Магистр, 2014. – 320 с.

3. Ефимов С. Энциклопедический словарь. Экономика и страхование / С. Ефимов. – М.: Машиностроение, 2018. – 528 с.

4. Чернова Г. В. Страхование и управление рисками: учебник / под ред. Г. В. Черновой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 768 с.

5. Соколов Г. А. Введение в регрессионный анализ и планирование регрессионных экспериментов в экономике / Г.А. Соколов, Р.В. Сагитов. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 208 с.

6. Коваленко, Т.А. Обработка экспериментальных данных учебное пособие / Т.А. Коваленко. – 2-е изд. – Москва: ИНТУИТ, 2016. – 178 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/100273>.

УДК 303.732

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», канд. техн. наук, доцент С.В. Глушенко
e-mail: serjvladimir@rambler.ru
Россия, г. Воронеж

Air Force Academy named after N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin
Kand. tehn. Sciences, Associate Professor S.V. Gluschenko
e-mail: serjvladimir@rambler.ru
Russia, Voronezh

С.В. Глушенко

О РЕСУРСНОЙ ЗАДАЧЕ КАК ПОДСИСТЕМЕ АНАЛИЗА КОНФЛИКТА

Аннотация: в статье предлагается двухуровневый подход к решению задачи межсистемной борьбы за ресурсы. С одной стороны, на более низком уровне принимается традиционная модель решения задачи. С другой стороны, на более высоком уровне предлагается отталкиваться от категорий конфликта, содействия, безразличия

Ключевые слова: система, ресурс, конфликт, функция конфликта, склонность к риску, функция полезности

S.V. Gluschenko

ABOUT RESOURCE TASK AS A SUBSYSTEM OF CONFLICT ANALYSIS

Abstract: the article proposes a two-level approach to solving the problem of intersystem struggle for resources. On the one hand, at a lower level, a traditional model for solving the problem is adopted. On the other hand, at a higher level, it is proposed to proceed from the categories of conflict, assistance, and indifference

Keywords: system, resource, conflict, conflict function, risk appetite, utility function

Рассмотрим взаимодействие двух систем, целью каждой из которых является захват или уничтожение ресурсов другой системы. Тогда можно построить надсистему, состояние которой в каждый момент времени определяется конечным набором значений z_1, z_2, \dots, z_n . Это переменные состояния. Они являются компонентами вектора состояния z . С течением времени переменные состояния изменяются в зависимости от того, какие действия предпринимает каждая из противодействующих систем в интересах достижения собственных целей.

Каждая из систем воздействует на состояние надсистемы в целом, которая соответствующим образом может реагировать на их действия посредством управляющих воздействий. Для од-

ной стороны параметры управления u_1, u_2, \dots, u_r являются компонентами вектора управления u , для другой – параметры v_1, v_2, \dots, v_l – компоненты вектора управления v . Для дискретных процессов аргумент векторов переменных состояния и параметров управления изменяется дискретно, т. е.

$$z = z(k), u = u(k), v = v(k), k = 0, 1, \dots, N.$$

Значения переменных состояния на некотором шаге процесса определяются значениями переменных состояния и параметров управления на предыдущем шаге и номером шага k . Поэтому дискретный N - шаговый процесс может быть описан разностными уравнениями вида ([1]):

$$z_i(k+1) = g_i(z_1(k), \dots, z_n(k), u_1(k), \dots, u_r(k), v_1(k), \dots, v_l(k)), (i = 1, 2, \dots, n; k = 0, 1, \dots, N-1). \quad (1)$$

Уравнение можно записать в матричной форме:

$$z(k+1) = g(z(k), u(k), v(k)). \quad (2)$$

Пусть одна из противодействующих систем (система X) имеет n видов ресурсов, начальный численный состав каждого из кото-

рых $x_i(0)(i = 1, 2, \dots, n)$, а вторая (подсистема Y) имеет m видов ресурсов с начальным численным составом каждого $y_j(0)(j = 1, 2, \dots, m)$.

Обозначим $u_{ij}(k)(i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ долю единиц i -го вида ресурсов системы X , которые используются в захвате или уничтожении j -го вида ресурсов системы Y на $(k+1)$ -м шаге, а $v_{ij}(k)(i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ долю единиц j -го вида ресурсов системы Y , которые используются в захвате или уничтожении i -го вида ресурсов системы X на $(k+1)$ -м шаге.

Величины $u_{ij}(k), v_{ij}(k)$ - параметры управления. Изменяя их, каждая из сторон оказывает влияние на ход процесса. Далее обозначим p_{ij}^x, p_{ji}^y вероятность поражения единицей i -го ресурса системы X единицы j -го ресурса системы Y , а p_{ji}^x, p_{ij}^y - вероятность поражения единицей j -го ресурса системы Y единицы i -го ресурса системы X . Аналогично пусть q_{ij}^x - вероятность захвата единицей i -го ресурса системы X единицы j -го ресурса системы Y , а q_{ji}^y - вероятность поражения единицей j -го ресурса системы Y единицы i -го ресурса системы X .

Рассматриваемый процесс является случайным, но его можно и удобно моделировать с использованием метода динамики средних, основывающегося на предположении, что эффективность каждой стороны конфликта зависит не

от единичного (случайного), а от некоторого среднего воздействия на сторону противника.

Среднее число единиц i -го ресурса системы X , воздействующих на j -й ресурс системы Y на $(k+1)$ -м шаге, равно $x_i(k)u_{ij}(k)$, а среднее число единиц j -го ресурса системы Y , воздействующих на i -й ресурс системы X на $(k+1)$ -м шаге, равно $y_j(k)v_{ij}(k)$.

Если в процессе ресурсы одной системы в противодействии ресурсам другой распределяются равномерно без учета потерь, то среднее число единиц ресурсов, противодействующих одной единице ресурса противника на $(k+1)$ -м шаге будет соответственно равно

$$x_{ij}(k)u_{ij}(k)/y_j(k) \text{ и } y_j(k)v_{ij}(k)/x_i(k). \quad (3)$$

Запишем уравнения поведения систем относительно средних численных составов ресурсов, используя правило, что математическое ожидание числа единиц ресурсов (объектов) каждого вида после k -го шага процесса равно сумме математического ожидания непораженных объектов перед k -м залпом, помноженному на вероятность непоражения одного объекта на этом шаге, и математического ожидания приобретенных (захваченных у противодействующей системы) объектов перед k -м шагом, помноженному на вероятность захвата одного объекта противодействующей системы:

$$y_j(k+1) = y_j(k) \prod_{i=1}^n (1 - p_{ij}^x - q_{ij}^x)^{x_i(k)u_{ij}(k)/y_j(k)} + \sum_{i=1}^n x_i(k)q_{ji}^y y_j(k)v_{ji}(k)/x_i(k). \quad (4)$$

$$x_i(k+1) = x_i(k) \prod_{j=1}^m (1 - p_{ji}^y - q_{ji}^y)^{y_j(k)v_{ji}(k)/x_i(k)} + \sum_{j=1}^m y_j(k)q_{ij}^x x_i(k)u_{ij}(k)/y_j(k). \quad (5)$$

Для решения полученных уравнений должны быть известны $p_{ij}^x, p_{ji}^y, q_{ij}^x, q_{ji}^y$ и начальные условия для ресурсов обеих систем.

Решение рассмотренной задачи целесообразно поднять на более высокий уровень абстракции и рассматривать ее как одну из подсистем сложной системной задачи, оперирующей категориями межсистемного и внутрисистемного конфликта, основанных на концепте полезности системы.

Переосмысливая постановку изложенной задачи, рассмотрим ситуацию, при которой система $S_2(o_2, r_2)$ вступает в борьбу с системой $S_1(o_1, r_1)$ с целью обладания r_1 . В этом случае по-

лезность S_1 снижается, т. е. $q_1(S_1, S_2) < q_1(S_1, \bar{S}_2)$; если система S_1 оказывает противодействие системе S_2 , то соответственно $q_2(S_1, S_2) < q_2(\bar{S}_1, S_2)$, где $q_1(S_1, \bar{S}_2)$ ($q_2(\bar{S}_1, S_2)$) - функция полезности системы S_1 (S_2) до взаимодействия с системой S_2 (S_1), а $q_1(S_1, S_2)$ ($q_2(S_1, S_2)$) - при взаимодействии ([2]).

Конфликт со стороны S_2 , направленный на S_1 , можно оценить, определив функцию конфликта $c_1(S_1, S_2) = q_1(S_1, \bar{S}_2) - q_1(S_1, S_2)$.

Аналогично можно оценить конфликт со стороны S_1 , направленный на S_2 .

$$c_2(S_1, S_2) = q_2(S_1, \bar{S}_2) - q_2(S_1, S_2).$$

Анализируя $c_1(S_1, S_2)$ и $c_2(S_1, S_2)$ на различных временных интервалах функционирования систем, можно оптимизировать их, развивая конфликт в нужном направлении. Конфликт может усиливаться (причем не исключена его эскалация), ослабевать (вплоть до внезапного его прекращения), поддерживаться в некотором устойчивом состоянии (в этом случае нужно искать ограничения на $c_1(S_1, S_2)$ и $c_2(S_1, S_2)$).

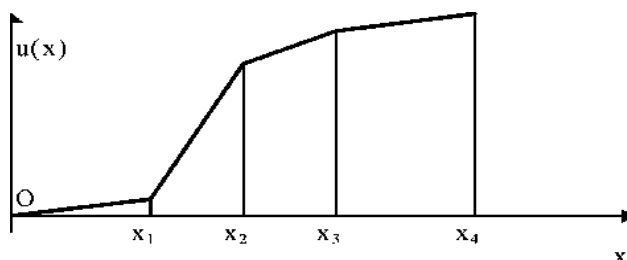
Поведение систем в условиях конфликта зависит от поставленных системами целей до взаимодействия, ресурсов систем и уровней их организации. Кроме того важнейшим фактором поведения системы является склонность системы к риску или отсутствие таковой. Без ограничения общности будем рассматривать функции полезности систем монотонно – возрастающими. Система считается склонной к риску, если ее функция полезности выпукла вниз, и несклонной к риску, если ее функция полезности выпукла вверх ([3]).

Будем считать, что конфликт инициируется одной из сторон, например системой S_2 . В паре “жертва - агрессор” S_1 выступает в качестве “жертвы”, а S_2 – в качестве “агрессора”. Естественно полагать, что система S_2 склонна к риску. Продолжительность и интенсивность ее участия в конфликте зависит от объема собственных ресурсов r_2 , от уровня ее организации o_2 , а также от того, насколько интенсивное противодействие окажет ей система S_1 . Стратегия поведения системы S_1 зависит от объема собственных ресурсов r_1 , от уровня ее организации o_1 , а также от степени склонности к риску.

Рассмотрим ситуацию, когда система S_1 не склонна к риску. В этом случае поведение S_1 можно назвать осторожным, и насколько долго она будет оказывать противодействие системе S_2 зависит в первую очередь от r_1 и o_1 , а также от действий S_2 . Если ресурсы и организация системы S_1 позволяют длительное реагирование на действия системы S_2 , тогда стратегия несклонности к риску системы S_1 может быть оправдана, что в итоге может привести к истощению ресурсов S_2 и ослаблению ее внутрисистемных связей. В последнем случае система S_2 вынуждена будет менять свою стратегию и идти на определенные компромиссы с S_1 с целью разрешения конфликта. В сложившейся ситуации возможны две модели поведения системы S_1 : либо пойти на компромисс с S_2 либо продолжить конфликт. Вторая модель может реализовываться в двух вариантах (подмоделях поведения): продолжение преды-

дущей стратегии несклонности к риску или эскалация конфликта.

С помощью функции полезности с интервальной нейтральностью к риску можно с любой степенью точности аппроксимировать любую функцию полезности.



Интервальная функция полезности

Первый вариант вялотекущего конфликта свидетельствует о действиях системы S_1 , направленных на постепенное ослабление потенциала системы S_2 , постепенному уменьшению r_2 и ослаблению o_2 . В этом случае кривая функции полезности $q_2(S_1, S_2)$ может пройти свой максимум и войти в стадию убывания (нарушится монотонность). Такая стратегия связана с тем, что S_1 не преследует цели дезинтеграции S_2 , а стремится лишь ослабить ее до определенного уровня и готова проанализировать условия компромисса со стороны системы S_2 с целью разрешения конфликта.

Второй вариант разрешения конфликта предполагает принятие новой стратегии поведения S_1 , коррекции функции полезности $q_1(S_1, S_2)$, в связи с чем ее кривая будет иметь точку перегиба, слева от которой кривая выпукла вверх, а справа – выпукла вниз. Новая стратегия S_1 направлена на дезинтеграцию S_2 с целью овладения ее оставшимся потенциалом и усилением собственного.

Если же система S_1 не обладает потенциалом, позволяющим оказывать противодействие системе S_2 , то она вынуждена со своей стороны предлагать условия компромисса системе S_2 с целью разрешения конфликта. Последняя может либо принять их, если не преследуется цель дезинтеграции S_1 либо отвергнуть их в противном случае. Доминирование S_2 над S_1 усилит потенциал S_2 .

Теперь рассмотрим ситуацию, когда система S_1 склонна к риску. Это говорит о высокой степени конфликта S_1 и S_2 . Его развитие может привести к реализации следующих возможных моделей функционирования систем.

В первом случае одна из систем доминирует над другой, что приведет либо к дезинтеграции последней (кривая функции полезности будет иметь точку перегиба, затем будет достигнут максимум, и ее возрастание перейдет в убывание – монотонность нарушится) либо к компромиссу на определенных условиях с потерей одной из систем значительной части своего потенциала (функция полезности этой системы претерпит изменение и будет иметь точку перегиба, слева от которой – выпуклость вниз, справа – выпуклость вверх; причем возможно нарушение монотонности).

Во втором случае нет явного доминирования одной системы над другой. В этой ситуации возможно поведение систем, приводящее к какому – то компромиссу с потерей определенного количества ресурсов обеих сторон. Функции полезности обеих систем будут иметь точки перегиба с возможным нарушением монотонности.

Приведенные рассуждения позволяют рассмотреть постановку задачи анализа конфликта

двух саморазвивающихся систем. Для этого необходимо осуществить:

- унификацию ресурсов системы;
- формализацию структуры организации системы;
- формализацию функции полезности;
- формализацию функции конфликта с целью ее дальнейшей оптимизации.

Библиографический список

1. Гаврилов В.М. Оптимальные процессы в конфликтных ситуациях. М: Советское радио, 1969. 160 с.
2. Глущенко С.В. Синтез моделей и алгоритмов анализа функционирования стохастических технологических систем в условиях конфликта взаимодействующих параметров. Дис...канд. техн. наук. / С.В. Глущенко. – Воронеж: ВГТА, 1997. – 159 с.
3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. - М: Радио и связь, 1981. -560с.

УДК 007: 519.84

*Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев, e-mail: Sysoevd@yandex.ru,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
магистрант Д.А. Гуляева, e-mail: di.guliaeva@yandex.ru
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate prof. D.V. Sysoev,
e-mail: Sysoevd@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Undergraduate D.A. Guljaeva, e-mail: di.guliaeva@yandex.ru
Russia, Voronezh*

Д.В. Сысоев, Д.А. Гуляева

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЗА ОБЛАДАНИЕ РЕСУРСОМ

Аннотация: рассмотрены стационарные условия устойчивости функционирования технологических систем, взаимодействующих между собой через использование общего ресурса

Ключевые слова: устойчивость системы, множество, ресурс, ограничения, элементы, матрица, модели управления

D.V. Sysoev, D.A. Guljaeva

INTERACTION OF STATIONARY CONDITIONS OF FUNCTIONING OF SYSTEMS FOR POSSESSION OF A RESOURCE

Abstract: stationary conditions of stability of functioning of technological systems interacting among themselves through use of a common resource are considered

Keywords: system stability, set, resource, constraints, elements, matrix, control models

Пусть технологическая система (ТС) составленная из m подсистем, взаимодействующих меж собой сквозь внедрение совместного ресурса, т.е. $ТС = \{ТС_j\}$, $j=1,m$. Пусть на вход технологической системы поступает n элементов множества ресурсов D , т.е. $D=\{ D_i \}$, $i=1,n$. Определим

механизм распределения ресурсов для $ТС_j$, при котором они имеют все шансы в рамках ТС стабильно работать, в облике неотрицательной функции.

$$\theta_j(D) = \theta_j f_j(D), \quad (1)$$

где θ_j - функция, определяющая функционирование $ТС_j$ в условиях неограниченности ресур-

сов, т.е. θ_j не влияет на исход ресурсного конфликта между $ТС_j$ в условиях их недостаточности. Тогда определим границы измерения функции $\theta(D)$ в виде

$$\theta(0, \dots, 0) = 0; 2. \text{Sup } \theta(D) = \theta.$$

Функция $f_j(D)$, - показывает отношение $ТС_j$ к элементам из D и удовлетворяет следующим условиям :

1. $f(0, \dots, 0) = 0;$
2. $\lim f(D) = 1, \text{ при } D \rightarrow 1.$
3. Существует такое значение ресурса D_i^x , что при $D_i \rightarrow D_i^x f(D) \rightarrow 1$ и далее при $D_i \geq D_i^x, f(D) = 1.$

Условие 1) демонстрирует, собственно, что в недоступность ресурса на входе технологическая система работать не станет. Условие 2) соответствует функционированию $ТС$ при неограниченности ресурсов. Условие 3) демонстрирует, собственно, что в критериях ограничения ресурсов вероятен подходящий выбор и рассредоточивание ресурсов меж $ТС$, при котором они станут стабильно работать.

Тогда для $ТС_j$ значение $K_j = D_i^x/D_i$ характеризует соотношение между количеством ресурса D_i^x , при котором $ТС_j$ может устойчиво функционировать, и общим количеством ресурса вида D_i , поступающего на вход $ТС$. Значение $K_j \in [0,1]$.

В такой постановке ресурсной характеристикой $ТС_j$, определяющей ее отношение к элементам из D , является вектор

$$V_j = (K_{j1}, K_{j2}, \dots, K_{jn}), \tag{2}$$

который можно назвать вектором использования $ТС_j$ элементов из D . Вектор V_j отражает ресурсные характеристики $ТС_j$: необходимое число видов ресурсов и их количество, при которых $ТС_j$ может устойчиво функционировать. Тогда ресурсной характеристикой $ТС$ в целом будет матрица $V = \{V_{ij}\}$, составленная из векторов использования V_j отдельных $ТС_j$ и содержащая информацию о сходстве $ТС_j$ или о степени их ресурсных взаимодействий.

Из этого следует, что для устойчивого функционирования $ТС$ в условиях ограниченности ресурсов необходимо соблюдения строгого соответствия между коэффициентами $K_{ij}ТС_j$, которое не может превышать условия нормировки, определяемые механизмом распределения ресурсов.

Будем называть $ТС_j$ совместимыми по ре-

сурсу, если их ресурсные характеристики допускают положительное нетривиальное положение равновесия системы уравнений (1) и это стационарное состояние устойчиво, т.е. существует некоторая область множества ресурсов (D_1^0, \dots, D_n^0) , при которой $ТС$ устойчиво функционирует.

Рассмотрим, при каких ограничениях на матрицу V возможна ресурсная совместимость $ТС_j$ в стационарном режиме.

Стационарное состояние системы (1) при выполнении необходимого условия устойчивости функционирования $ТС_j$

$$\theta_j = K_{ij}D_i^0 = 1 \tag{3}$$

определяется соотношениями

$$\theta_j = \min(K_{j1}D_1, K_{j2}D_2, \dots, K_{jm}D_m) = 1, \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^n K_{ij} \leq 1, K_i \in [0,1], j = 1, m; i = 1, n. \tag{5}$$

Такое представление механизма распределение ресурса (4) является следствием рассмотрение $ТС$ с позиций систем с лимитирующими факторами, т.е. функционирование $ТС$ в условиях ограниченности ресурсов.

Вначале рассмотрим простейший случай при квадратичной (2×2) - матрице V , т.е. $ТС$ состоит из двух подсистем, взаимодействующих между собой через два вида ресурса. Тогда для матрицы $V = \{K_{1,2}\}$ сделаем следующее естественное предположение, что для устойчивости стационарной точки в малом необходимо, чтобы

$$K_{11}K_{22} - K_{12}K_{21} > 0 \tag{6}$$

Из (6) получаем необходимое условие устойчивости функционирования $ТС_j$:

$$K_{11} > K_{21} \text{ и } K_{22} > K_{12}, \tag{7}$$

т.е. условие, когда для разных $ТС_j$ как наиболее, так и наименее предпочтительные ресурсы должны быть различны.

Условие (7) можно определить свойствами матрицы использования V : для ресурсной совместимости $ТС_j$ необходимо и достаточно, чтобы при ограничениях (5) максимальные элементы квадратичной (2×2) - матрицы V лежали в разных строках.

Сделанное предложение для простейшего случая легко может быть обобщено для многомерного случая.

Итак, для существования нетривиального

равновесия системы (4) в случае квадратичной ($n \times n$) — матрицы B при ограничениях (5) необходимо, чтобы линейная система уравнений

$$\begin{vmatrix} K_{11} & \dots & K_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ K_{n1} & \dots & K_{nn} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} D_1 \\ \dots \\ D_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 \\ \dots \\ 1 \end{vmatrix} \quad (8)$$

имела положительное решение относительно вектора ресурсов D .

Согласно правила Крамера решение системы (8) имеет вид $D_i^0 = \Delta_i / \Delta$, где $\Delta = \det \|K_{ij}\|$ Δ_i равен определителю матрицы, полученному из матрицы $B = \|K_{ij}\|$ при замене i -го столбца столбцом свободных членов $I = \{1\}$. Решение положительно, если $\text{sign}[\Delta] = \text{sign}[\Delta_i]$, $i = 1, n$. Пусть $\det B > 0$. Тогда для $D_i^0 > 0$, $j = 1, n$ должно быть

$$\Delta, \Delta_1, \dots, \Delta_n > 0 \quad (9)$$

Следовательно, выполнение неравенств (9) определяется свойствами квадратичной матрицы $B = \|K_{ij}\|$. Легко доказывается, что для существования нетривиального равновесия достаточно, чтобы как максимальные, так и минимальные элементы каждого столбца матрицы B лежали в разных строках. Все это предполагает несовпадение использования разных видов ресурсов различными $ТС_j$, ослабляет ресурсный конфликт между ними, т.е. приводит $ТС_j$ к устойчивому совместному функционированию в рамках единой $ТС$.

Для реальных условий интерес вызывает ситуация, когда $m \neq n$. В этом случае имеет место прямоугольная ($m \times n$) — матрица использования ресурсов B , из которой можно получить несколько действительных квадратичных ($n \times n$) — матриц использования B . Последнее означает, что возможно несколько исходов ресурсного взаимодействия $ТС_j$ в зависимости от соотношения поступающего на вход $ТС$ множества ресурсов.

Наличие на входе $ТС$ n лимитирующих факторов допускает ресурсную совместимость m $ТС_j$. В следствии этого в условиях ограниченности ресурса критерий минимизации суммы коэффициентов использования ресурсов $ТС_j$, т.е.

$$\sum_{i=1}^n K_{ij} \rightarrow \min, i = 1, n; j = 1, m,$$

является важным выводом. Именно соотношение коэффициентов K_{ij} как в статике, так и в дина-

мике определяет область ресурсного взаимодействия $ТС_j$ внутри пространства ресурсов, поступающих на вход $ТС$.

В заключении следует отметить, что все приведенные рассуждения были сделаны при неизменном во времени поступлении на вход $ТС$ элементов множества ресурсов. Количественные и качественные характеристики элементов из D , модели управления ресурсным взаимодействием $ТС$ и многое другое отсутствовали в построениях. Изменение скоростей поступления ресурса, механизма его распределения между $ТС_j$ и многое другое неизбежно приведет к изменению исхода ресурсного взаимодействия $ТС$.

Библиографический список

1. В.Н. Фролов, Ю.С. Сербулов, Д.В. Сысоев. Классификация ресурсных взаимодействий технологических систем. // Информационные технологии и системы -М.: Международная акад. информатизации, N1,1996.-С.45-49.
2. В.В. Сысоев. Системное моделирование многоцелевых объектов // Методы анализа и оптимизации сложных систем.-М.:ИФТП, 1991.-С.80-88.
3. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. (Введение). -М.: Сов. радио, 1976.-440с.
4. Ошивалов А.В. Разработка подсистемы СЭМО для взаимодействия с ГИС ГМП. // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2019. – Выпуск №1 (15). – С. 59 - 62.
5. Ошивалов А.В. Адаптация государственной информационной системы электронного межведомственного обмена субъекта российской федерации к работе в среде СМЭВ 3.0. // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2016. – Выпуск №1 (7). – С. 142 - 145.
6. Ошивалов А.В. Разработка механизма взаимодействия внешних информационных систем и государственной информационной системы электронного межведомственного обмена субъекта Российской Федерации. // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. – Выпуск №1 (9). – С. 144 - 149.

УДК 338.27

Воронежский государственный университет
преподаватель И.А. Емельянова,
e-mail: eiavrn@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент О.Е. Ефимова, e-mail: efimova_oe@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh State University
Lecturer I.A. Emelyanova, e-mail: eiavrn@mail.ru
Russian, Voronezh
Voronezh State Technical University, Ph.D. in Engineering, associate Professor
O.E. Efimova, e-mail: efimova_oe@mail.ru
Russian, Voronezh

И.А. Емельянова, О.Е. Ефимова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВВЕДЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЕ

Аннотация: рассматривается задача введения инновационной продукции на предприятие. В работе предлагается методика оценки проектов сбыта и введения инновационной продукции на предприятие с учетом производственных, трудовых и финансовых ресурсов

Ключевые слова: моделирование, инновационный продукт, варианты сбыта, проект, математическая модель

I.A. Emelyanova, O.E. Efimova

MODELING THE INTRODUCTION OF INNOVATIVE PRODUCTS TO THE ENTERPRISE

Abstract: the problem of introducing innovative products to the enterprise is considered. The paper proposes a methodology for evaluating sales projects and introducing innovative products to the enterprise, taking into account production, labor and financial resources

Keywords: modeling, innovative product, sales options, project, mathematical model

В условиях рыночной экономики и усилением конкуренции, предприятия постоянно сталкиваются со следующими проблемами: уменьшением объемов продаж, снижением рыночной доли и т.д. Одним из возможных выходов из сложившейся ситуации является внедрение в производство новой продукции. Это связано с дополнительными затратами и риском, поэтому возникает необходимость тщательного планирования введения новой продукции на предприятии. Решение такого рода проблем возможно при использовании моделей и методов маркетинговых исследований, изучение которых получило сегодня широкое распространение.

Пусть на предприятии производится n видов продукции. Предлагается ввести в производство наиболее подходящие из m новых продуктов. Предприятие не ставит цель полностью изменить ассортиментный план выпускаемой продукции. Оно хочет ориентироваться на имеющееся в распоряжение оборудование, сырье и рабочий персонал. Так как имеющиеся ресурсы: оборудование, сырье, рабочий персонал, финансы ограничены, и при условии, что предприятие в какой-то мере собирается производить старую продукцию, необходимо выбрать проект, который максимизирует ожидаемую прибыль предприятия и определить влияние введения иннова-

ционной продукции на производство старой.

В ходе различных маркетинговых исследований определяются: варианты сбыта инновационных продуктов, и расходы при данном варианте сбыта. Пусть вариантов сбыта инновационной продукции (далее называем проектами) – H штук. Для каждого проекта известны цены на все инновационные продукты и расходы при данном варианте сбыта, к которым относятся расходы на производство и сбыт инновационного продукта; расходы на организацию производства и проектные работы. Также экспертами оценена успешность всех проектов. Для каждого инновационного продукта просчитаны коэффициенты: использования сырья и оборудования для его производства, затрат трудовых и финансовых ресурсов.

Рассмотрим задачу введения инновационной продукции предприятия.

Для математического описания данной модели введем следующие обозначения: i - номер инновационного продукта; h - номер проекта; $\tilde{S}_{hi} = (S_{hi1}, S_{hi2}, \dots, S_{hit}, \dots)$ – объем сбыта i -го инновационного продукта при h -м варианте сбыта (или h -м проекте) в рассматриваемые периоды, где $t = 1, \dots, L_i$ – периоды жизненного цикла, L_i – длительность жизненного цикла инновационного продукта.

Для каждого вида инновационной продукции и вида проекта известны следующие данные:

p_{hi} – цена на i -й продукт при h -м проекте; m_{hi} – стоимость производства единицы продукции i -го вида при h -м проекте; k_{hi} – стоимость сбыта единицы продукции i -го вида при h -м проекте; T_{hi} – стоимость организации производства продукции i -го вида при h -м проекте; D_{hi} – стоимость проектных работ для продукции i -го вида при h -м проекте; q_{hi} – оценка успешности h -го проекта для i -го продукта; B – бюджет, выделяемый на проектные работы; K – величина кредита, который может взять предприятие для реорганизации производства.

Итак, используя введенные выше обозначения, перейдем к описанию ограничений модели. Для этого введем следующие переменные:

$$y_h = \begin{cases} 1, & \text{если выбирается } h - \text{й проект,} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

Так как бюджет на проектные работы ограничен, то стоимость проектных работ для инновационной продукции не должна превышать эту величину, т.е. получаем следующее ограничение

$$\sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^m y_h D_{hi} \leq B \quad (2)$$

Предприятие, собираясь модернизировать производство, может ориентироваться на собственные средства, но чаще всего их не хватает или вообще нет, поэтому приходится искать

$$\sum_{h=1}^H y_h \sum_{i=1}^m \left\{ \left(\sum_{t=1}^{L_i} (S_{hit} (p_{hi} - m_{hi} - k_{hi}) d_h^t) - T_{hi} \right) q_{hi} - D_{hi} \right\} \rightarrow \max \quad (5)$$

Модель (1)-(5) является задачей линейного целочисленного программирования, которую можно решаться несколькими методами: методом ветвей и границ [1], методом динамического программирования [2], [3], методом эффективных точек Н.Я. Краснера [4].

Решив задачу (1)-(5) получаем некоторый проект сбыта инновационной продукции, который включает в себя \bar{S}_i – объем сбыта инновационной продукции для всех ее видов и связанные с этим расходы.

Библиографический список

1. Иванчев И.Д. Реализация метода ветвей

инвесторов, которые предоставят кредит для этих целей. Чтобы получить инвестиции приходится обосновывать свои будущие действия или проект. В данной модели предполагается, что можно рассчитывать на какую-то определенную величину кредита. Введение в производство инновационной продукции связано с дополнительными расходами на производство, сбыт и организацию производства, которые не должны превышать величину предполагаемого кредита:

$$\sum_{h=1}^H y_h \sum_{i=1}^m (S_{hi} (m_{hi} + k_{hi}) + T_{hi}) + B \leq (1 - \beta)K, \quad (3)$$

где $S_{hi} = \sum_{t=1}^{L_i} S_{hit}$ и β – плата за кредит.

Из всех предложенных проектов сбыта необходимо выбрать единственный, поэтому вводится следующее ограничение:

$$\sum_{h=1}^H y_h = 1 \quad (4)$$

Также необходимо учесть ограниченность производственных ресурсов и предполагается, что инновационной продукции будет производиться столько, сколько можно сбыть, т.е. S_{hi} .

Функция цели выбирается из принципа максимизации, ожидаемой прибыли от инновационной продукции, т.е.:

и границ для решения задач частично - целочисленного программирования / И.Д. Иванчев, И.Т. Митев, Н.И. Иевлев – ТВМ и МФ, 1996, N 3.

2. Корбут А.А. Дискретное программирование / А.А. Корбут, Ю.Д. Финкельштейн – М., 1969. - 368 с.

3. Мину М. Методы оптимизации. Теория и алгоритмы / М. Мину – М.: Наука, 1990. -488 с.

4. Краснер Н.Я., Пастухов А.И., Щепина И.Н. Алгоритм решения задачи целочисленного линейного программирования // Н.Я. Краснер, А.И. Пастухов, И.Н. Щепина / Сборник трудов ВНИИСИ "Модели и методы оптимизации" – М., 1980, N 3.

УДК 004.94:620.17:69

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент С.Д. Николенко,
e-mail: nikolenkopb1@yandex.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова,
e-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.В. Звягинцева,
e-mail: zvygincevaav@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.D. Nikolenko,
e-mail: nikolenkopb1@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova,
e-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate professor A.V. Zvyagintseva,
e-mail: zvygincevaav@mail.ru, Russia, Voronezh

С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, А.В. Звягинцева

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФИБРОБЕТОНА

Аннотация: с целью определения влияния дисперсного армирования на свойства бетона требуется построение адекватных математических моделей. Рассматривается математическая основа для учета влияния дисперсного армирования на упрочнение бетона с учетом геометрических размеров конструкции. Получены коэффициенты ориентационного ослабления деформации фибры при изотропном распределении фибр и с учетом эффекта стеснения. Приведена усовершенствованная модель случайных деформаций тонкой фибры в процессе перемешивания. Разработаны технологические предложения по увеличению прочности изделий и конструкций из фибробетона за счет увеличения концентрации фибры в поверхностном слое напрессовыванием

Ключевые слова: математическое моделирование, фибра, бетон, дисперсное армирование, напряжения, деформации, геометрическая вероятность

S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, A.V. Zvyagintseva

SIMULATION OF THE STRESSED-DEFORMED CONDITION OF FIBER CONCRETE

Abstract: in order to determine the effect of dispersed reinforcement on concrete properties, the construction of adequate mathematical models is required. A mathematical basis is considered to take into account the effect of dispersed reinforcement on concrete hardening, taking into account the geometric dimensions of the structure. The coefficients of orientational attenuation of fiber deformation are obtained for an isotropic distribution of fibers and taking into account the constraint effect. An improved model of random deformation of thin fibers during mixing is given. Technological proposals have been developed to increase the strength of products and structures made of fiber-reinforced concrete by increasing the concentration of fiber in the surface layer by pressing

Keywords: mathematical modeling, fiber, concrete, dispersed reinforcement, stress, strain, geometric probability

В строительной отрасли постоянно ведутся исследования по улучшению его свойств бетона, в том числе путем введения различных добавок, которые, в той или иной степени оказывают влияние на его физико-механические свойства. Бетон должен выдерживать достаточно большие механические нагрузки, сопротивляться усадке и образованию трещин, быть устойчивым к перепаду температур.

С целью обеспечения соответствующих свойств бетона в качестве добавки применяют дисперсное армирование [1]. Оно представляет собой хаотично расположенные в массе бетона отрезки фибр, то есть различных волокон, чаще изготовленных из стали [2]. Такие бетоны называют сталефибробетоны. Добавленные в бетон стальные волокна существенно влияют на его конечные свойства. Эти свойства сталефибробетона обусловили большой интерес к нему. Например, в Японии уже в 1981 году использовалось около 3 000 тонн стальной фибры.

Постоянно растущий интерес к монолитному бетону требует решения важной задачи по повышению эффективности монолитного строительства. За последние годы наметились значительные сдвиги в области совершенствования технологии приготовления бетонной смеси. Этап приготовления бетонной смеси является основным в комплексе бетонных работ. В процессе приготовления бетона формируется его качества. При этом это качество уже нельзя повысить на последующих технологических этапах, то есть при транспортировании, укладке, уплотнении и окончательном твердении.

Качество дисперсно-армированных бетонов во многом определяются равномерностью распределения армирующих волокон. Оценка влияния фибр на упрочнение бетона является важным вопросом. При этом важным является информация о закономерности распределения в бетоне фибры. Эта задача относится к так называемым задачам о геометрических вероятностях [3, 4]. Вопросы распределения фибр в бетоне рассмотрена в работах [5, 6, 7, 8]. Вопросам тех-

нологии дисперсно-армированных бетонов уделяется большое внимание в различных странах, в частности в Англии, США, Германии, Японии, Франции, Испании, Швеции, Дании и Новой Зеландии. В большинстве развитых стран мира активно изучают теоретически и экспериментально свойства фибробетонов в зависимости от способа армирования.

Помимо усовершенствования экспериментальной базы для стохастического изучения свойств дисперсно-армированных бетонов различными видами фибр, необходимо развивать теоретическую базу, с помощью которой можно более углубленно изучить характерные физические свойства конструкций и изделий из сталефибробетона. Выбранную таким образом для изучения физическую модель необходимо описать с помощью математических моделей, дающих возможность выявить стабильно повторяющиеся свойства исследуемых изделий и конструкций из сталефибробетона. Полученные математические модели позволят более точно и оперативно проанализировать реальные прочностные свойства объектов исследования и на их основе сформулировать технологические предложения для практического применения.

При разработке математической модели с целью описания в объеме бетона дисперсно-распределенных армирующих элементов будем использовать в качестве основных характеристик: объемное содержание, диаметр, количество, площадь сечения, площадь поверхности и длину армирующих волокон.

Целью исследования является построение математической модели влияния дисперсного армирования на упрочнение бетона, пригодной для применения при разных соотношениях параметров бетона и стальной фибры с учетом геометрических размеров конструкции.

Построение модели. Поскольку относительная деформация фибр при растяжении или сжатии бетона не зависит от их ориентации, то усилие сопротивления деформации одинаково для фибр любой ориентации по величине, но по разному ориентировано.

При однонаправленном сжатии или растяжении в результате случайной пространственной ориентации фибр сопротивление деформации отдельной фибры составляет $F' = F \cos \theta$.

Общий коэффициент ослабления сопротивления случайно ориентированных фибр по

сравнению с пучком однонаправленных по направлению деформации фибр составит

$$\lambda = \frac{1}{nl} \int_0^{\pi} \frac{nl}{2} \sin \theta |\cos \theta|^2 d\theta = \int_0^{\pi/2} \cos^2 \theta d(\cos \theta) = \frac{1}{3}. \quad (1)$$

где n – объемная плотность фибр; l – длина фибр; θ – полярный угол фибр;

Этот коэффициент необходимо учитывать при учете влияния фибры на деформацию и разрушение фибробетона.

В реальных конструкциях всегда присутствуют границы, вблизи которых фибры не могут ориентироваться свободно произвольным образом, если расстояние до границы меньше, чем длина фибр l . Кроме этого возможен эффект двустороннего стеснения, когда расстояние между параллельными границами конструкции меньше продольных размеров проволочек. Этот случай фактически не отличается существенным образом от первого, хотя является значительно более специфическим и его следует избегать в реальных технологических ситуациях, по причине резкого ухудшения реологических параметров бетонной смеси при таком стеснении, что чрезвычайно затруднит заполнение бетоном столь узких пространств.

Пусть имеется некоторая область, заполненная бетоном и находящаяся вблизи стенки, ограничивающей возможные угловые положения фибры.

Для нестесненных фибр дифференциальная плотность углового распределения определяется формулой.

$$dn_{\theta} = \frac{dN_{\theta}}{S} = dn_{\theta} nl_{\theta} = nF(\theta) d\theta |\cos \theta| = n \frac{\sin \theta}{2} l |\cos \theta| d\theta. \quad (2)$$

В случае стеснения фибр их нельзя выдвинуть на расстояние l под произвольным углом θ в направлении ограничивающей стенки из-за возможного упирания в стенку. Если рассматриваемая точка конца фибры находится от стенки на расстоянии $x < l$, то на некоторых углах это обязательно произойдет. Определим такой предельный по формуле:

$$\theta_0 = \arcsin x/l \quad (3)$$

При углах $\theta < \theta_0$ стеснения нет, а при углах $\theta > \theta_0$, когда один конец фибры опирается на стенку, он отстоит от заданной точки на расстояние $l_\theta = x \operatorname{ctg}\theta$ вдоль поверхности. При отсутствии стеснения это удаление может составлять $l_\theta = l \cos\theta$. Величина l_θ определяет поперечные размеры эффективного объема, в котором производится подсчет фибр для определения плотности пересечения фибр с заданной плоскостью сечения, которая направлена перпендикулярно стенке и в которой лежит ось X .

Таким образом получим

$$n_s = \frac{nl}{2} \left(2 \int_0^{\theta_0} \sin \theta \cos \theta d\theta + \frac{x}{l} \int_{\theta_0}^{\pi/2} \sin \theta \frac{\cos \theta}{\sin \theta} d\theta \right) = \frac{nl}{4} (1 - \cos 2\theta_0) + \frac{xn}{4} (1 - \sin \theta_0). \quad (5)$$

Напомним, что $\sin \theta_0 = \frac{x}{l}$, $\cos 2\theta_0 = \left(\frac{2x}{l}\right) \sqrt{1 - \left(\frac{x}{l}\right)^2}$. Если стеснения нет, то $\theta_0 = \pi/2$, $\sin \frac{\pi}{2} = 1$, вклад второго слагаемого равен нулю, а $\cos \frac{2\pi}{2} = -1$, так что $n_s = \frac{nl}{2}$, то есть выражение (5) переходит в формулу для плотности пересечений в отсутствие стеснения. На рис. 1 показано отношение плотности пересечений при наличии стеснения к плотности в отсутствие стеснения как функция предельного угла $\alpha = \theta_0 = \arcsin(x/l)$.

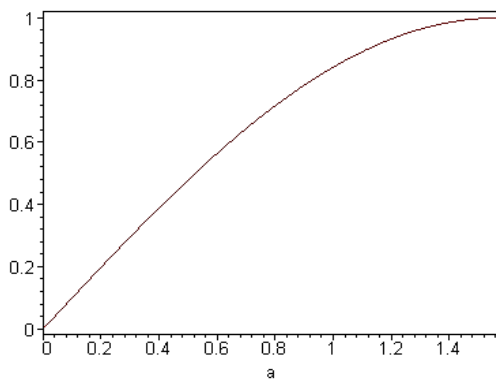


Рис. 1. График увеличения плотности пересечений фибр по мере удаления от стенки

Представляет интерес исследовать вопрос о площади сечений при стеснении фибр и перераспределении напряжений. Следует ожидать, что эти параметры также имеют тенденцию к снижению при приближении к стенке в результате эффекта стеснения. И в этом случае мы огра-

$$\begin{cases} dn_s = n \frac{\sin\theta}{2} l |\cos\theta| d\theta, & \theta < \theta_0, \\ dn_s = n \frac{\sin\theta}{2} l |\operatorname{ctg}\theta| d\theta, & \theta > \theta_0. \end{cases} \quad (4)$$

Для получения полной плотности пересечений фибры с перпендикулярной стенке плоскости сечения необходимо вычислить интеграл дифференциального распределения (4) по углам. Этот интеграл представляется в виде суммы двух определенных интегралов в соответствии с областями задания изменения углов θ в формулах (4):

начимся поперечным сечением к ограничивающей поверхности и одноосным сжатием или растяжением в направлении границы раздела. Последнее условие соответствует продольному растяжению или сжатию балки. Такое ограничение сужает общность рассмотрения, но не исключает рассмотрения изгибной деформации балки.

Необходимо отметить, что проведенное выше рассмотрение основывается на определенных предположениях о характере распределения фибр в бетоне. Если при рассмотрении распределения без учета стеснения такими предположениями были однородность и изотропность материала, то при учете сдавливания предполагалось что данный эффект просто геометрически исключает из однородного изотропного распределения часть фибр, которые не могут иметь соответствующие конфигурации в силу ограничений, накладываемых близким расположением стенки.

Хотя сделанные предположения является вполне естественными, реальные распределения в значительной мере определяются как в зависимости от способа приготовления бетонной смеси с учетом особенностей перемешивания, так и в зависимости от способа подачи бетонной смеси и особенностей ее укладки в опалубку. Из этого следует необходимость и целесообразность рассмотрения целого ряда сложных динамических задач.

Нашей целью теперь будет вычисление доли площади сечений фибр в общей площади сечений ρ_s^1 и коэффициента ослабления сопротивления фибр λ^1 с учетом эффекта стеснения. В обоих случаях мы будем иметь в виду сечения

перпендикулярные поверхности, вызывающей стеснение.

Как показано выше, в случае расчета без учета стеснения соответствующее дифференциальное сечение

$$d\rho_s = \frac{\pi d^2}{4} \frac{dn_\theta}{\sin \theta}, \quad (6)$$

где dn_θ определяется формулой (4) с учетом стеснения. Интегрирование принимает вид суммы двух интегралов:

$$\begin{aligned} \rho_s^1 &= \frac{nl\pi d^2}{2 \cdot 4} \left[2 \int_0^{\theta_0} \cos \theta d\theta + \frac{x}{l} \int_{\theta_0}^{\pi/2} \frac{\cos \theta}{\sin \theta} d\theta \right] \rho_s^1 = \frac{nl\pi d^2}{2 \cdot 4} \left[2 \int_0^{\theta_0} \cos \theta d\theta + \frac{x}{l} \int_{\theta_0}^{\pi/2} \frac{\cos \theta}{\sin \theta} d\theta \right] = \\ &= \frac{nl\pi d^2}{2 \cdot 4} \left(2 \sin \theta \Big|_0^{\theta_0} + \frac{x}{l} \ln|\sin \theta| \Big|_{\theta_0}^{\pi/2} \right) = \frac{\pi d^2 nl}{8} [2 \sin \theta_0 - \sin \theta_0 \ln(\sin \theta_0)] \quad (7) \end{aligned}$$

Относительная величина по отношению к результату без эффекта стеснения определяется множителем

$$\frac{\rho_s^1}{\rho_s} = \frac{1}{2} [2 \sin \theta_0 - \sin \theta_0 \ln(\sin \theta_0)]. \quad (8)$$

На рис. 2 показано отношение площади сечений при наличии стеснения к площади сечений в отсутствие стеснения как функция предельного угла $\alpha = \theta_0 = \arcsin(x/l)$ или зависимость относительной площади сечения $\frac{\rho_s^1}{\rho_s}$ от угла стеснения θ_0 . В отсутствие стеснения $\theta_0 = \pi/2$ и фактор достигает своего предельного значения, равного 1.

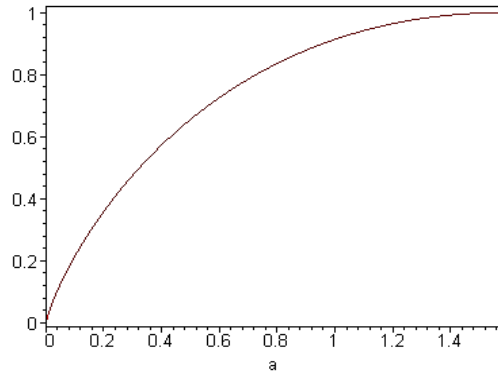


Рис. 2. График отношение площади сечений при наличии стеснения к площади сечений в отсутствие стеснения как функция предельного угла a

Определим теперь коэффициент ослабления сопротивления λ^1 . В дифференциальном виде он может быть записан как

$$d\lambda = \frac{\cos \theta}{nl} dn_\theta. \quad (9)$$

Соответственно полный коэффициент ослабления получается путем интегрирования по всем углам ориентации и дает выражение в виде двух интегралов:

$$\lambda^1 = \frac{nl}{2 \cdot nl} \left[2 \int_0^{\theta_0} \sin \theta \cos^2 \theta d\theta + \frac{x}{l} \int_{\theta_0}^{\pi/2} \cos^2 \theta d\theta \right] = \left(\frac{1 - \cos^3 \theta_0}{3} + \sin \theta_0 \left[\frac{\pi - \theta_0}{4} + \frac{\sin(2\theta_0)}{8} \right] \right). \quad (10)$$

В предельном состоянии отсутствия стеснения при $\theta_0 = \pi/2$ результат формулы (10) переходит в значение $1/3$, даваемое формулой при отсутствии эффекта стеснения (рис. 3).

Таким образом, если вблизи поверхности эффект армирования стремится к нулю, то в районе $\theta_0 = \pi/3$ имеется максимум на глубине около $0,7l$ от поверхности.

Следует подчеркнуть, что все результаты и выводы, относящиеся к эффектам стеснения, основаны на определенных начальных физических предположениях, сводящихся к тому, что из общего числа фибр, находящихся в единичном

объеме в среднем на удалении от граничной стенке при приближении к стенке остаются только те, которые расположены так, что стенка никак не препятствует им. Хотя такое предположение может быть оправдано при различных способах приготовления бетона перемешиванием, однако оно не связано с какими-либо фундаментальными свойствами и всецело зависит от технологии. Легко понять, что если в готовый бетон внедрить тонкий стальной лист и рассечь им среду, то произойдет просто поворот части фибр, прилегающих к листу без изменения полной концентрации фибр в единице объема. На

вопрос о то, какими станут распределения в этом случае нельзя дать ответ, исходя только из общих геометрических соображений. Необходимо исследование конкретного механизма, формирующего распределение в пристеночной области.

Таким образом можно отметить, что многокомпонентность бетонной смеси позволяет эффективно управлять структурообразованием на всех этапах технологии и получать материалы с самым различным комплексом свойств.

Именно этим обусловлено применение фибробетонных конструкций. Фибра в них (в отличие от обычной арматуры) распределяется во всех трех измерениях и в случае появления трещины блокирует ее со всех сторон, препятствуя ее дальнейшему росту и развитию.

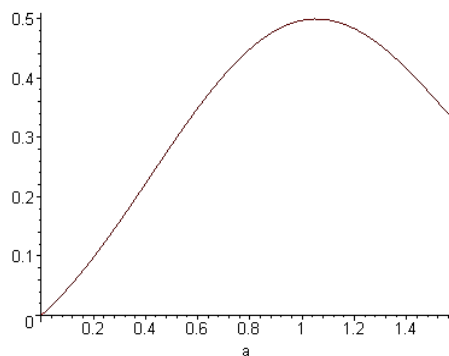


Рис. 3. Зависимость коэффициента ослабления при наличии стеснения как функции предельного угла $\alpha = \theta_0 = \arcsin(x/l)$

Проведенные исследования необходимы для повышения прочностных свойств строительных конструкций, изготовленных из фибробетона, практически реализуемые на основе применения информационных технологий [9, 10].

Применение информационных технологий и численная обработка результатов позволят при дальнейших исследованиях увеличить диапазон оцениваемых параметров и выявить новые закономерности распределения дисперсных составляющих в бетонах, влияющих на их реальные прочностные свойства.

Повышение прочности строительных конструкций способствует повышению уровня безопасности при эксплуатации таких конструкций и необходимы при решении задач обеспечения комплексной безопасности, например, как рассмотрено в работах [11, 12, 13, 14, 15, 16]. В рамках рассмотренных задач представляют интерес работы [17, 18, 19, 20, 21].

В качестве отдельной самостоятельной за-

дачи может быть так же рассмотрена задача влияния геометрии строительных конструкций, изготовленных из сталефибробитона, приготовленного в соответствии с технологическими предложениями из данной статьи, на прочностные свойства этой конструкции.

Для таких конструкций будет иметь значение пространственное расположение слоев фибр с концентрированными (упрочненными) участками. Поэтому в качестве подготовительной задачи для исследования прочностных свойств конструкций потребуется рассмотреть задачу о изменении механических свойств при воздействии нагрузок на отдельные элементы конструкции, повернутые в пространстве.

Важным и перспективным можно назвать направление исследований, связанные с применением для армирования бетонов фибр новых конфигураций, размеров, сделанных из современных новых материалов, а так же исследование и предложение новых технологических подходов к изготовлению фибробетона.

Перечисленные задачи можно определить как направления для дальнейших исследований. В силу того, что исследования по механическим свойствам фибробетона в основном эмпирические, можно отметить, что необходимо совершенствовать теоретические исследования на основе математического моделирования геометрических вероятностей и напряженно-деформированных свойств фибробетонов.

Выводы.

1. Рассмотрено влияние эффектов стеснения на геометрические характеристики распределения фибр.
2. Получены коэффициенты ориентационного ослабления деформации фибры при изотропном распределении фибр и с учетом эффекта стеснения.
3. Развита модель случайных деформаций тонкой фибры в процессе перемешивания.
4. Технологические предложения даны с целью упрочнения изделий и конструкций из фибробетона, осуществляемого за счет увеличения концентрации фибры в поверхностном слое напрессовыванием.

Библиографический список

1. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно - армированных бетонов / Ф.Н. Рабинович. - М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2004. - 560с.
2. Сталефибробетонные конструкции: СП

- 52-104-2006: утв. и введ. в действие ФГУП «НИЦ «Строительство» 2006-10-03. - М.: ФГУП ЦПП, 2007. - 60 с.
3. Кендалл, М. Геометрические вероятности / М.Кендалл, П.Моран. - М.: Наука, 1972. - 192с.
 4. Kamien, R.D. The geometry of soft materials: a premier / R.D. Kamien // *Reviews of Modern Physics*. - 2002. - V.74. - Pp. 953-971.
 5. Nikolenko, S.D. Behaviour of concrete with a disperse reinforcement under dynamic loads / S.D. Nikolenko, E.A. Sushko, S.A. Sazonova, A.A. Odnolko, V.Ya. Manokhin // *Инженерно-строительный журнал*. - 2017. - № 7 (75). - С. 3-14.
 6. Верещагин, А.Ю. Программа геотехнического мониторинга объектов, входящих в зону влияния строительства / А.Ю. Верещагин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 4-9.
 7. Игнатюк, А.С. Процесс тепловизионного обследования ограждающих конструкций здания / А.С. Игнатюк, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 66-72.
 8. Николенко, С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.
 9. Жидко, Е.А. Информационная безопасность инновационной России: проблема кадров / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // *Информация и безопасность*. - 2011. - Т. 14. - № 2. - С. 201-208.
 10. Жидко, Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI веке / Е.А. Жидко // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. - 2016. - № 1 (16). - С. 91-93.
 11. Asminin, V. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V. Asminin, E. Druzhinina, S. Sazonova, D. Osmolovsky // *Akustika*. 2019. Т. 34. С. 18-21.
 12. Жидко, Е.А. Проблемы организации управления экологической безопасностью на промышленном предприятии / Е.А. Жидко // *Безопасность труда в промышленности*. - 2010. - № 8. - С. 38-42.
 13. Звягинцева, А.В. Экологический мониторинг опасных гидрологических явлений / А.В. Звягинцева, В.В. Кульнев, В.В. Кульнева // *International academy of ecology, man and nature protection sciences Ecology and development of Society*. – 2018. - № 3(26). - С. 62- 66.
 14. Кульнева, В.В. Синергизм при загрязнении воздуха городской среды на фоне неблагоприятных метеорологических условий / В.В. Кульнева, А.В. Звягинцева // *Современные тенденции развития гидрометеорологии в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конференции*. - Иркутск: Из-во ИГУ, 2019. - С. 587-591.
 15. Звягинцева, А.В. Анализ процесса переработки ртутьсодержащих отходов и разработка природоохранных мероприятий / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 24-30.
 16. Звягинцева, А.В. Расчет образования ртутьсодержащих отходов и разработка мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 30-36.
 17. Звягинцева, А.В. Математическая модель водородной проницаемости металлов с примесными ловушками при наличии внутренних напряжений различной физической природы / А.В. Звягинцева // *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*. - 2019. - № 19-21 (303-305). - С. 29-44.
 18. Звягинцева, А.В. Гибридные функциональные материалы, формирующие металлические структуры с оптимальной дефектностью для хранения водорода в гидридной форме/ А.В. Звягинцева // *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*. - 2017. - № 16-18 (228-230). - С. 89-103.
 19. Звягинцева, А.В. Современные накопители водорода на основе гибридных функциональных материалов / А.В. Звягинцева, А.О. Артемьева // *Вестник Воронежского государственного технического университета*. - 2017. - Т. 13. - № 5. - С. 133-138.
 20. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // *Вестник Воронежского государственного технического университета*. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.
 21. Локтев, Е.М. Моделирование рейтинговых показателей педагогических кадров военных кафедр / Е.М. Локтев, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Ф. Асминин // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 67-73.

УДК 681.5:728

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент В.И. Акимов,
тел.: 8-473-271-5918, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.В. Полуказаков,
e-mail: PAV_75@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
студент А.М. Павлов, e-mail: i@p1am.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Ph. D in Engineering, ass. prof. V. I. Akimov,
Ph.: 8-473-271-5918, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
D in Engineering, ass. prof. A. V. Polukazakov,
e-mail: PAV_75@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
student A.M. Pavlov, e-mail: i@p1am.ru, Russia, Voronezh

В.И. АКИМОВ, А.В. ПОЛУКАЗАКОВ, А.М. ПАВЛОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ «УМНОГО ДОМА»

Аннотация: выбраны среды моделирования систем отопления и поддержания уровня применительно к задачам «Умного дома». Проведено математическое описание модели управления, разработана программа функционирования виртуальными объектами. Приведены фрагменты программ базовых контроллеров. Представлен стенд отопительной системы на базе микроконтроллера Arduino. Приведены результаты эксперимента

Ключевые слова: моделирование, инфраструктура «умного дома», автоматизированное управление, математическая модель, программа управления, контроллер, эксперимент

V.I. Akimov, A.V. Polukazakov, A.M. Pavlov

SIMULATION OF LIFE PROCESSES OF “SMART HOUSE”

Abstract: the simulation environments for heating and level maintenance systems were selected as applied to the tasks of the “Smart home”. A mathematical description of the control model is carried out, a program of functioning of virtual objects is developed. The fragments of the programs of the base controllers are given. The stand of the heating system based on the Arduino microcontroller is presented. The results of the experiment are presented

Keywords: modeling, smart home infrastructure, automated control, mathematical model, control program, controller, experiment

В настоящее время при строительстве жилых домов особое внимание уделяется повышению комфорта, уменьшению потерь повышению безопасности в работе систем энерго, тепло, водо и газоснабжения. Решение подобных задач рассматриваются в рамках инновационных технологий, «умного дома». В тоже время любое здание – будь то административное, производственное или жилое состоит из некоторого набора подсистем, отвечающих за выполнение определенных функций, которые решают различные задачи в процессе функционирования этого здания. В инженерную структуру современных общественных и жилых зданий входят такие объекты моделирования как: водо и теплоснабжение, климат контроль, контроль доступа, системы аварийной безопасности [1].

Рассмотрим в качестве примера задачу выбора математической модели системы управления уровнем жидкости в бассейне (бака для полива и др.).

На рис. 1 изображен резервуар (1) в который подается жидкость в объеме Q_n с помощью исполнительного механизма (ИМ). Из резервуара вытекает жидкость Q_o . Уровень жидкости h должен стабилизироваться соответствующей автоматической системой. Указанные параметры

можно изменять с помощью регулирующего органа (2). Передаточная функция системы [2]

$$w_0(p) = \frac{y(p)}{u(p)} = \frac{K_0}{1 + T_0 \cdot p}, \tag{1}$$

где $y(p)$ и $u(p)$ - соответственно изображение по Лапласу уровня жидкости и управляющего воздействия; K_0 и T_0 - коэффициент усиления и постоянная времени сборника с объекта управления; p - оператор Лапласа.

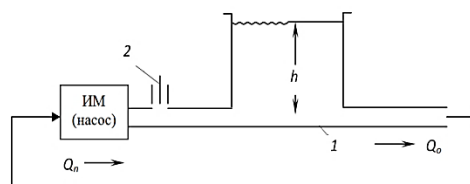


Рис. 1. Схема объекта управления

Коэффициент усиления $K_0 = 2 \frac{h^o}{Q_0^o} = \frac{2}{Q_0^o} = 21 \frac{c}{м/с}$.

Постоянная времени $T_0 = 2 \frac{Ph^o}{Q_0^o} = 2 \frac{2F}{Q_0^o} = 69c$.

Система управления может быть реализована в виде дискретного ПИ-регулятора в соответствии с алгоритмом [2]:

$$u[n] = u[n-1] + \{k_1 \Delta y[n] - k_2 \Delta y[n-1]\}, \tag{2}$$

© Акимов В.И., Полуказаков А.В., Павлов А.М., 2020

где $\Delta y[n] = g[n] - y[n]$ – рассогласование между заданным и текущим значением регулируемой переменной; k_1 и k_2 – коэффициенты настройки ПИ-регулятора.

Изменение во времени возмущающего воздействия, приведенный к выходу Δu и имеет вид:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \forall t < 0 \\ 0,1t & \forall t \leq 50 \end{cases} \quad (3)$$

Задающее воздействие может быть представлено в виде:

$$g_1(t) = \begin{cases} 0 & \forall t < 0 \\ 0,5 & \forall t \geq 0 \end{cases}, \quad (4)$$

или

$$g_2(t) = \left\{ 0,5 \sin \frac{\pi t}{T} \right\} \quad (5)$$

Разработка математической модели объекта управления. В соответствии с рис. 1 производная от объекта жидкости объема V может быть определена как

$$\frac{dV}{dt} = Q_n - Q_0, \quad V = Fh \quad (6)$$

где V – объем жидкости в сборнике, m^3 ; Q_n и Q_0 – соответственно расход подвижной и отводимой жидкости в сборник, m^3/c , t – время, с.

Известно, что расход жидкости

$$Q_0 = f \sqrt{2gh}, \quad (7)$$

где f – площадь поперечного сечения запорной задвижки (вентиль), m^2 ; h – уровень жидкости, м; g – ускорение силы тяжести, m/c^2 .

Подставив выражение (7) в уравнение (6) получим:

$$\frac{dV}{dt} + f \sqrt{2gh} = Q_n, \quad (8)$$

Полученное дифференциальное уравнение (8) является нелинейным и поэтому неудобным для дальнейшего исследования. Линеаризуем это уравнение т.е. записываем его в отношениях переменных:

$$\frac{d\Delta V}{d\Delta t} = \Delta Q_n - \Delta Q_0, \quad (9)$$

Так как, $Q_0 = \varphi(f, h)$, то

$$\Delta Q_0 = \left(\frac{\partial Q_0}{\partial f} \right)^o \Delta f + \left(\frac{\partial Q_0}{\partial h} \right)^o \Delta h. \quad (10)$$

Определим частные производные:

$$\left(\frac{\partial Q_0}{\partial h} \right)^o = f^o \frac{1}{2} (2gh^o)^{\frac{1}{2}-1} 2g = \frac{1}{2} f^o \frac{2g}{\sqrt{2gh^o}}$$

или

$$\left(\frac{\partial Q_0}{\partial h} \right)^o = \frac{1}{2} f^o \frac{\sqrt{2gh^o} \cdot 2g}{\sqrt{2gh^o} \sqrt{2gh^o}} = \frac{1}{2} \times \frac{Q_0^o}{h^o}; \quad (11)$$

$$\left(\frac{\partial Q_0}{\partial f} \right)^o = \sqrt{2gh^o} = \sqrt{2gh^o} \frac{f^o}{f^o} = \frac{Q_0^o}{f^o}. \quad (12)$$

Подставив выражения (11) и (12) в (10) получим

$$\Delta Q_0 = \frac{Q_0^o}{f^o} \Delta f + \frac{1}{2} \frac{Q_0^o}{h^o} \Delta h. \quad (13)$$

Подставив выражение (13) в уравнение (9), и записав $\Delta V = F\Delta h$, получим следующее:

$$F \frac{d\Delta h}{df} + \frac{1}{2} \frac{Q_0^o}{h^o} \Delta h = \Delta Q_n - \frac{Q_0^o}{f^o} \Delta f \quad (14)$$

Дифференциальное уравнение (14) можно записать в более сжатой форме так, то

$$T_0 \frac{d\Delta h}{df} + \Delta h = K_0 \Delta Q - K_f \Delta f \quad (15)$$

где $T_0 = 2 \frac{Fh^o}{Q_0^o} - 2 \frac{V^o}{Q_0^o}$ – постоянная времени объ-

екта управления, с. $\left[\frac{m^3}{m^3/c} \right]$. $K_0 = 2 \frac{h^o}{Q_0^o}$ – коэф-

фициент усиления по каналу управления, $\left[\frac{m}{m^3/c} \right]$; $K_f = \frac{h^o}{f^o}$ – коэффициент усиления по каналу возмущения, h/m^2 .

В операционной форме дифференциальные уравнения запишем так

$$(T_0 p + 1) y(p) = K_0 u(p) - K_f f(p), \quad (16)$$

где p – оператор Лапласа; $y(p)$, $u(p)$ и $f(p)$ – соответственно, изображения по Лапласу уровня жидкости, расхода подвижной жидкости, площади поперечного сечения запорной задвижки. Итак, $y(p) \equiv \Delta h$; $u(p) \equiv \Delta Q_n$; $f(p) \equiv \Delta f$;

Из выражения (16) определим передаточную функцию ОХУ по каналу управления (при $f(n) \equiv 0$)

$$W_0(p) = \frac{y(p)}{u(p)} = \frac{K_0}{1 + T_0 \cdot p} \quad (17)$$

В результате расчетов была получена функция переходного процесса для ПИ-регулятора (рис. 2).

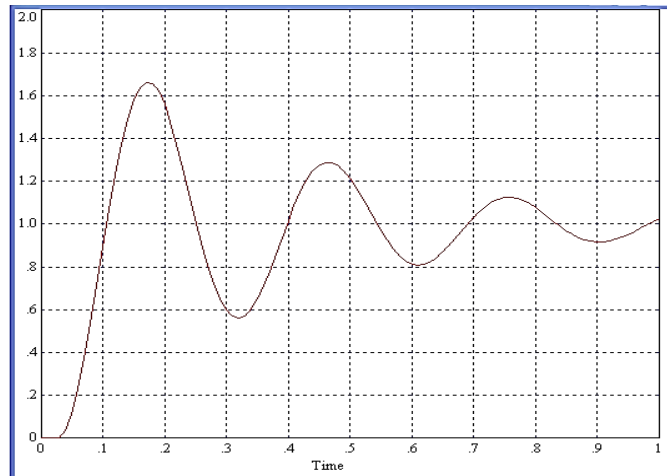


Рис. 2. Переходный процесс в замкнутой САУ с ПИ регулятором

Моделирование системы контроля уровня представлено на рис. 3. проведено в программе MultiSim [3]. Результаты

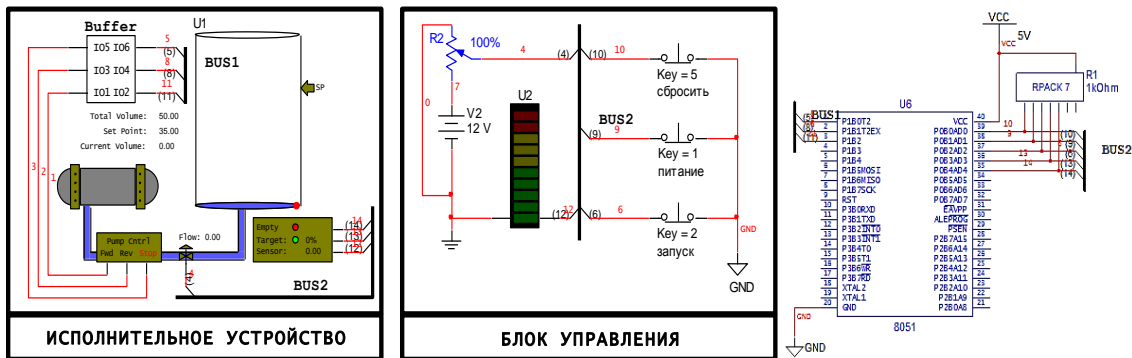


Рис. 3. Виртуальная модель системы контроля уровня

В среде SAU MAX проведено моделирование системы отопления. Виртуальная модель представлена на рис. 4.

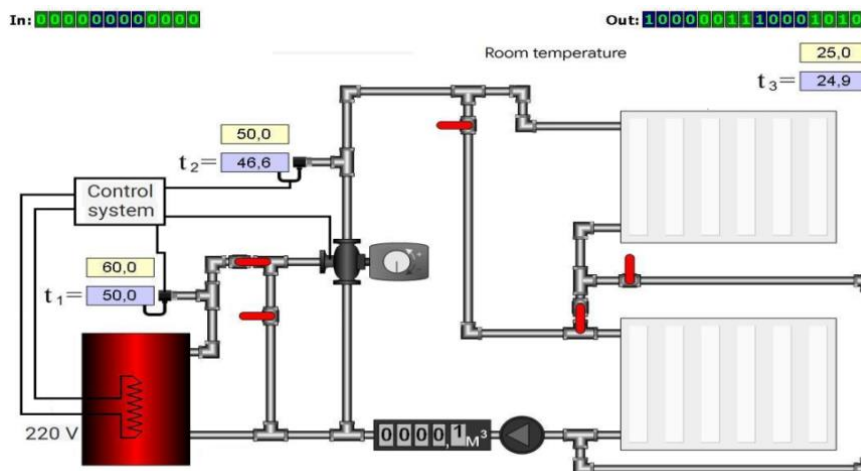


Рис. 4. Виртуальная модель отопительной системы

На рис. 5 представлены фрагмент программ на языке LD (лестничных диаграмм) [4].

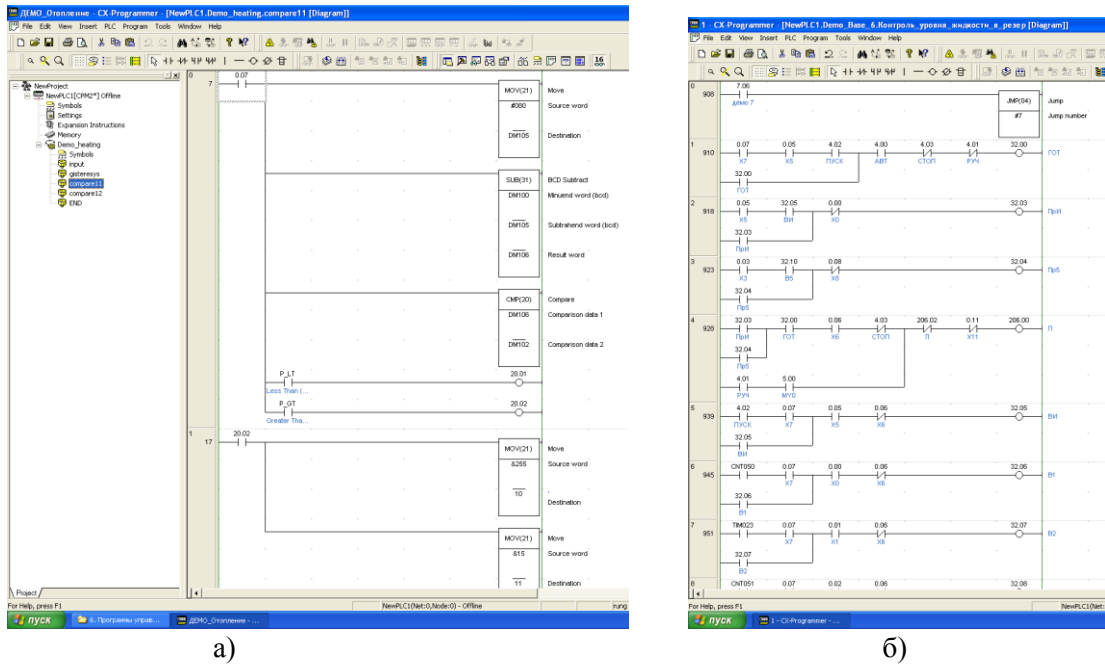


Рис. 5. Фрагмент программы на языке лестничных диаграмм управления виртуальными объектами ОС (а) и контроля уровнем (б)

На основании моделирования разработан лабораторный стенд системы отопления (рис.б).

Стенд состоит из основных частей (гидравлической, электрической и программной).

Реализация системы управления основана на микроконтроллере Arduino. Arduino – это открытая программируемая аппаратная платформа для работы с различными физиче-

скими объектами и представляет собой простую плату с микроконтроллером, а также специальную среду разработки для написания программного обеспечения микроконтроллера. Arduino удобен тем, что полностью соответствует выше перечисленным требованиям экономического, технического и функционального характера.



Рис. 6. Лабораторный стенд системы отопления

Программа управления реализована на языке C⁺⁺. Экспериментальные зависимости представлены на рис. 7.

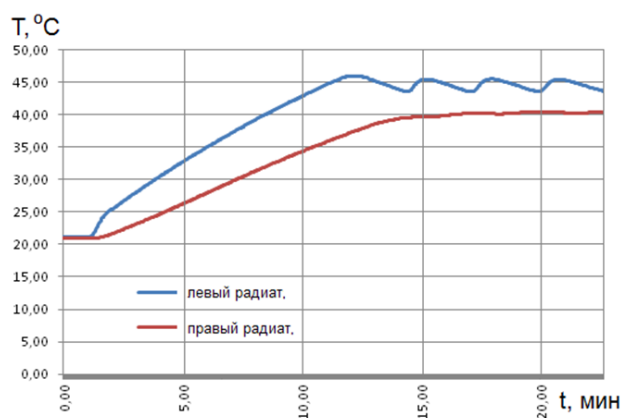


Рис. 7. Разгонные кривые САУ по температуре

Выводы.

1. Разработана математическая модель системы контроля уровня.
2. Проведено моделирование системы контроля уровня и системы отопления.
3. Разработаны программы управления на языках LD и C⁺⁺.

4. Разработан испытательный стенд системы теплоснабжения.

5. Проведены экспериментальные исследования стенда.

Библиографический список

1. В.Н. Харке «Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве» / Харке В.Н. - М.: Техносфера, 2006. - 292с.

2. Теория автоматического управления [Текст] : учебник / Волков В. Д., Шашкин А. И., Смольянинов А. В., Десятирикова Е. Н. - Воронеж. гос. ун-т. - Воронеж : Научная книга, 2015 (Воронеж : Тип. "Научная книга", 2015). - 745 с.

3. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение [Электронный ресурс] / Карлащук В.И. - Электрон. текстовые данные. - Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 736 с.

4. Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Т., Фролов С.В. Технические средства автоматизации. Программно – технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие. М: «Издательство Машиностроение –1», 2004, 180 с.

УДК 620.193

Казанский государственный энергетический университет
студентка Э.Э. Копунова,
e-mail: kopunovaelza@mail.ru, Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент Р.Ф. Тазиева,
e-mail: ram89_89@mail.ru, Россия, г. Казань

Kazan state power engineering University
Student E.E. Kopunova,
e-mail: kopunovaelza@mail.ru, Russia, Kazan
Kazan state power engineering University
Ph. D in Engineering, ass. prof. F. R. Tazieva,
e-mail: ram89_89@mail.ru, Russia, Kazan

Э.Э. Копунова, Р.Ф. Тазиева

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Аннотация: метод Монте-Карло применяется в различных областях, в том числе метод можно применить в расчетах параметров протекторной защиты с учетом стохастической природы исходных данных

Ключевые слова: коррозия, стохастическая природа, протекторная защита, метод Монте-Карло, случайные величины, C#

E.E. Kopunova, R.F. Tazieva

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE STOCHASTIC NATURE OF THE INITIAL DATA ON THE VALUE OF PROTECTIVE PROTECTION PARAMETERS BASED ON THE MONTE CARLO METHOD

Abstract: the Monte Carlo method is used in various fields, including the method that can be used in the calculation of tread protection parameters taking into account the stochastic nature of the source data

Keywords: corrosion, stochastic nature, tread protection, Monte Carlo method, random variables, C#

Внутренняя поверхность стальных резервуаров, хранящих нефть и нефтепродукты, мо-

жет подвергаться коррозии. Под коррозией понимают самопроизвольный процесс разрушения металлов в результате взаимодействия с окружающей средой. Скорость, с которой протекает

коррозия, напрямую зависит от условий, в которых находится объект.

Горизонтальные резервуары (РО) применяются для технического оснащения нефтеранилищ, нефтебаз, на предприятиях нефтедобычи, нефтепереработки и других промышленных объектах.

Существуют различные методики расчета защиты горизонтальных резервуаров от данного воздействия, расчеты обширны. Исходные для расчета параметров протекторной защиты данные делятся на две группы - данные, значения которых могут быть однозначно определены, и данные, для которых может быть указан только диапазон их возможных значений.

Исходные данные первой группы выбираются из номенклатурного перечня предприятия изготовителя резервуаров[1].

Защита внутренней поверхности горизонтальных отстойников, служащих для приема, сепарации (отстоя) и хранения водонефтяной смеси или воды, проводится с помощью гальванических анодов (протекторов).

Протекторная защита горизонтальных отстойников от внутренней коррозии применяется при общей минерализации водной фазы не

менее 10 г/дм³, независимо от наличия и качества внутреннего противокоррозионного диэлектрического покрытия. Для обеспечения эффективности ПЗ уровень водной фазы в горизонтальных отстойниках с низким средним уровнем водной фазы должен поддерживаться не менее 0,4 м, а в отстойниках с высоким средним уровнем водной фазы – не менее 1 м. Рассмотрим расчет параметров протекторной защиты внутренней поверхности горизонтальных резервуаров.

Расчетом определяют суммарную массу М и количество параллельно устанавливаемых протяженных протекторов N. Для выполнения расчетов требуются следующие исходные данные:

- внутренний диаметр d, м и длина линейной части L, м ГО;
- средний уровень водной фазы в ГО hв, м;
- удельное сопротивление воды в ГО ρ, Ом·м;
- коэффициент оголенности противокоррозионного покрытия ГО So, м²/м²;
- высота расположения протекторов в ГО hn, м[2].

Расчет общего сопротивления между протектором и ГО (1):

$$R = \frac{1}{\Psi} \left[\frac{4(\rho\delta + P_c)}{d(2L + d)S_o} + \frac{\rho}{L\sqrt{N}} \ln(A + \sqrt{A^2 - 1}) \right], \text{ Ом} \quad (1)$$

Расчет силы защитного тока ГО по формуле (2):

$$I = \frac{\Delta \varphi_e - \Delta \varphi_n}{R + \frac{P_n}{\pi d_c L_n N}}, \text{ А} \quad (2)$$

где L_n - длина протяженной протекторной сборки (L_n = L).

Расчет минимальной плотности защитного тока на поверхности ГО(3):

$$j = \frac{4I}{d(2L_n + d)S_o \Psi K_T}, \text{ А/м}^2 \quad (3)$$

Расчет минимальной защитной катодной поляризации Δφ₃ В (4):

$$\Delta \varphi_3 = 0,081 \lg(1 - P), \text{ В} \quad (4)$$

Расчет минимально необходимой защитной плотности тока на поверхности ГО (5):

$$j_3 = \frac{|\Delta \varphi_3|}{P_c}, \text{ А/м}^2 \quad (5)$$

Суммарную массу протекторов определяют по формуле (6):

$$M = m_0 N L_n. \quad (6)$$

Общее количество протекторов определяют по формуле (7):

$$N_n = \frac{M}{18,8}. \quad (7)$$

Расчет фактического срока службы протекторов по формуле (8):

$$T_\Phi = \frac{MK_u}{Iq}. \quad (8)$$

В то же время следует учитывать тот факт, что исходные данные могут иметь стохастическую природу. Чтобы избежать нежелательного разрушения материалов, необходимо исследовать влияние стохастической природы исходных данных на значение параметров протекторной защиты. Исследование проводится на основе метода Монте-Карло. В процессе расчета следует

учитывать большое количество исходных данных, сам процесс достаточно трудоемкий, в связи с этим создание программного продукта для автоматизации исследования влияния стохастической природы исходных данных на значение параметров протекторной защиты на основе метода Монте-Карло является актуальной задачей. Целью является разработка программного обеспечения для расчета параметров протекторной защиты на основе метода Монте-Карло.

Область применения метода Монте-Карло обширна, метод используется для решения задач в различных областях физики, химии, математики, экономики, оптимизации, теории управления и т.п. Под методом Монте-Карло понимается численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин. В частности, метод Монте-Карло можно применить и в нашей задаче - в моделировании технологических процессов в области нефтяной промышленности. Согласно методу Монте-Карло, исходные значения разыгрываются случайным образом из заданного диапазона, вычисляются значения параметров. Впоследствии получают массивы параметров, по которым рассчитывают характеристики их распределения.

Вероятностный подход к расчету искомого параметров протекторной защиты позволяет определять уровень риска не достижения требуемой степени защиты резервуара. Для расчета уровня риска по массиву, полученному путем случайных значений, определяют вероятность от всех успешных попыток, для которых достаточно 1...5 рядов протекторов. В зависимости от выбранной степени защиты резервуара рассчитывают степень риска, как разницы между единицей и вычисленным соотношением[3].

Данный метод реализуем с помощью объектно-ориентированного языка программирования C#. C # языковая семья относится к C-подобному синтаксису. Язык имеет статическую типизацию, поддерживает полиморфизм, перегрузку операторов (в том числе операторов явного и неявного типа), делегаты, атрибуты, события, свойства, обобщенных типов и методов, итераторы, анонимные функции с поддержкой замыканий, то LINQ, исключения, комментарии в формат XML. Его достоинства заключаются в высокой степени безопасности, унифицированной системе типизации, удобстве разработки и кроссплатформенности.

В среде разработки «Microsoft Visual

Studio» был разработан программный продукт, позволяющий рассчитать уровень риска не достижения требуемой степени защиты резервуара на основе метода Монте-Карло. Задаются исходные параметры: средний уровень водной фазы, коэффициент оголенности, удельное сопротивление воды.

В текстовом поле необходимо заполнить требуемое количество реализаций. При нажатии на кнопку «С учетом заданного количества рядов протекторов», случайным образом разыгрываются значения исходных данных из заданного диапазона; затем рассчитываются значения искомого параметров протекторной защиты. Данная процедура повторяется в зависимости от заданного в текстовом поле количества реализаций. Количество рядов протекторов задается в исходных данных в левой части главной формы.

При нажатии на кнопку «С учетом требуемой степени защиты», случайным образом разыгрываются значения исходных данных из заданного диапазона; затем рассчитываются значения искомого параметров протекторной защиты.

При нажатии на кнопку «Статистика» рассчитывается вероятностные характеристики для построения гистограмм распределения общего сопротивления между протектором и ГО, а также защитной плотности тока. Также рассчитываются процент риска не достижения необходимой степени защиты резервуара и минимально заданного срока службы протекторов при определенном количестве рядов протекторов.

Таким образом, была проанализирована протекторная защита горизонтальных резервуаров. Разработанный программный продукт, реализующий метод Монте-Карло позволяет определить уровень риска не достижения требуемой защиты резервуара.

Библиографический список

1. Бурмистров Н. В. Комплексная защита нефтяных резервуаров от коррозии на стадии производства: диссертация ... кандидата технических наук: - Казань, 2001. - 131 с.
2. РД 153-39.0-784-12. Инструкция по защите емкостного нефтепромыслового оборудования от коррозии. Альметьевск: ТатНИ-ПИнефть, 2013.
3. И. М. Соболев. Метод Монте-Карло. - Москва: «Наука», 1968. — 64 с.



УДК 004.8

Воронежский государственный промышленно – гуманитарный колледж, преподаватель А.А. Руднева, E-mail: eprnat@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state industrial and humanitarian college
Teacher of A. A. Rudneva, E-mail: eprnat@mail.ru
Russia, Voronezh

А.А. Руднева

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Аннотация: В данной статье рассказывается о том, что представляет собой искусственный интеллект и какого уровня развития он достиг на сегодняшний день. Приведены примеры взаимодействия искусственного интеллекта и нейронных сетей. А также взаимосвязь искусственного интеллекта приведено и машинного обучения

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, информатика, базы данных, нейронные сети, нейросети

А. А. Rudneva

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND NEURAL NETWORKS

Abstract: this article describes what artificial intelligence is and what level of development it has reached to date. Examples of interaction between artificial intelligence and neural networks are given. As well as the relationship between artificial intelligence and machine learning

Keywords: artificial intelligence, machine learning, computer science, databases, neural networks, neural networks

Искусственный интеллект (ИИ) — это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т.д. Из определения следует, что ИИ - это не конечный продукт, а только «область информатики». Кроме этого, главными словами в определении являются «обучение» и «способность рассуждать». Искусственный интеллект в настоящее время используется в широком спектре областей, включая моделирование, робототехнику, распознавание речи, финансы и акции, медицинскую диагностику, авиацию, безопасность, игры, образование и т.д.

Такие особенности ИИ не способны заметить интеллект человека, так как он подразумевает еще много чего, например, способности к самовыражению, привязанность, этические принципы и многое другое. Зато он может отлично справиться со способностью рассуждать. Искусственный интеллект - особенно машинное

обучение и глубокое обучение сегодня повсюду. С помощью моделирования интеллектуальных нейронных сетей (ИНС) как можно ближе к структуре и системе обработки информации, используемой человеческим мозгом, ученые и исследователи создают компьютеры, которые приближаются или превосходят человеческий интеллект. Нейронные сети являются ключевым компонентом текущих достижений в области искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения и глубокого обучения [1]. Известно, что классические алгоритмы машинного обучения решают многие проблемы, в которых присутствует масса информации в виде баз данных, но они плохо справляются с «визуальными и аудиальными» данными вроде изображений, видео, звуковых файлов и так далее. Алгоритмы глубокого обучения решают ту же проблему, используя глубокие нейронные сети, тип архитектуры программного обеспечения, вдохновленный человеческим мозгом (хотя нейронные сети отличаются от биологических нейронов, принцип действия у них почти такой же). Компьютерные нейронные сети — это «электронных нейронов», которые способны обрабатывать и классифицировать информацию. Они располага-

ются как-бы «слоями» и каждый «слой» отвечает за что-то свое, в итоге формируя общую картину. Например, когда вы тренируете нейронную сеть на изображениях различных объектов, она находит способы извлечения объектов из этих изображений. Каждый слой нейронной сети обнаруживает определенные особенности: форму объектов, цвета, вид объектов и так далее.

Поверхностные слои нейронных сетей обнаруживают общие особенности. Более глубокие слои уже выявляют фактические объекты. Несмотря на похожее строение машинной и человеческой нейросети, признаками нашей центральной нервной системы они не обладают. Нейронные сети - это один из видов технологий в категории машинного обучения. Машинное обучение (Machine Learning) – обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться. Различают два типа обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами [2]. Компьютерные нейронные сети — это все те же вспомогательные программы. Просто вышло так, что самой высокоорганизованной системой для проведения вычислений оказался наш мозг. Всем хорошо известна фраза - «наш мозг — это компьютер»? Ученые просто «повторили» некоторые аспекты его строения в «цифровом виде». Это позволило лишь ускорить вычисления, но не наделять машины сознанием.

Есть несколько областей, где эти две технологии помогли достичь заметного прогресса. Более того, некоторые из них мы ежедневно используем в нашей жизни и даже не задумываемся, что за ними стоит.

- Компьютерное зрение — это способность программного обеспечения понимать содержание изображений и видео. Это одна из областей, где глубокое обучение сделало большой прогресс. Например, алгоритмы обработки изображений глубокого обучения могут обнаруживать различные типы рака, заболеваний легких, сердца и так далее. И делать это быстрее и эффективнее врачей. Но глубокое обучение также укоренилось и во многих приложениях, которые вы используете

каждый день. Apple Face ID и Google Photos используют глубокое обучение для распознавания лица и улучшения качества снимков. Facebook использует глубокое обучение, чтобы автоматически отмечать людей на загружаемых фотографиях и так далее. Компьютерное зрение также помогает компаниям автоматически идентифицировать и блокировать сомнительный контент, такой как насилие и нагота. И, наконец, глубокое обучение играет очень важную роль в обеспечении возможности самостоятельного вождения автомобилей, чтобы они могли понимать, что их окружает.

- Распознавание голоса и речи. Когда вы произносите команду для вашего Google Ассистента, алгоритмы глубокого обучения преобразуют ваш голос в текстовые команды. Несколько онлайн-приложений используют глубокое обучение для транскрибирования аудио- и видеофайлов. Например, когда вы ищете аудио песню, в дело вступают алгоритмы нейросетей и глубокого машинного обучения.

Поиск в интернете: пример, вы ищите что-то в поисковике, для того, чтобы ваш запрос был обработан более четко и результаты выдачи были максимально правильными, компании начали подключать алгоритмы нейросетей к своим поисковым машинам. Так, производительность поисковика Google выросла в несколько раз после того, как система перешла на глубокое машинное обучение и нейросети.

Несмотря на все свои преимущества, глубокое обучение и нейросети также имеют и некоторые недостатки.

- Зависимость от данных: в целом, алгоритмы глубокого обучения требуют огромного количества обучающих данных для точного выполнения своих задач. К сожалению, для решения многих проблем недостаточно качественных данных обучения для создания рабочих моделей.

- Непредсказуемость: нейронные сети развиваются каким-то странным путем. Иногда все идет как задумано. А иногда (даже если нейросеть хорошо справляется со своей задачей), даже создатели изо всех сил пытаются понять, как же алгоритмы работают. Отсутствие предсказуемости делает чрезвычайно трудным устранение и исправление ошибок в алгоритмах работы нейросетей.

- Алгоритмическое смещение: алгоритмы глубокого обучения так же хороши, как и данные, на которых они обучаются. Проблема заключается

ся в том, что обучающие данные часто содержат скрытые или явные ошибки, или недоработки, и алгоритмы получают их «в наследство». Например, алгоритм распознавания лиц, обученный в основном на фотографиях белых людей, будет работать менее точно на людях с другим цветом кожи.

• Отсутствие обобщения: алгоритмы глубокого обучения хороши для выполнения целенаправленных задач, но плохо обобщают свои знания. Кроме того, глубокое обучение плохо справляется с обработкой данных, которые отклоняются от его учебных примеров.

Ясное дело, что работа над глубоким обучением и нейронными сетями еще далека от завершения. Различные усилия прилагаются для улучшения алгоритмов глубокого обучения. Глубокое обучение — это передовой метод в создании искусственного интеллекта. Он становится все более популярным в последние несколько лет, благодаря обилию данных и увеличению вычислительной мощности. Это основная технология, лежащая в основе многих приложений, которые мы используем каждый день.

В заключении отметим, что если тен-

денция развития технологий сохранится или ускорится, то мы успеем застать эпоху, когда компьютеры станут умнее людей, и все службы, системы и средства будут подключены к централизованной системе под управлением искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Н.А. Епрынцева. Влияние нейронных сетей на нашу жизнь. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2018, № 1-2 (11-12). С. 70-73.

2. Н.А. Епрынцева. Искусственный интеллект в сфере недвижимости / Н.А. Епрынцева, А.В. Соколова, А.А. Руднева // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2018, № 4 (14). С. 47-50.

УДК 004.942

Воронежский государственный технический университет
аспирант Я.В. Метелкин, E-mail: prosvetovau@list.ru
старший преподаватель К.А. Маковий, E-mail: makkatya@mail.ru
канд. экон. наук, доцент Ю.В. Хицкова, E-mail: flow101@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University
Postgraduate Ya.V. Metelkin, E-mail: prosvetovau@list.ru
senior teacher K.A. Makoviy, E-mail: makkatya@mail.ru
Ph.D. in Economics, ass. prof. Yu.V. Hitskova, E-mail: flow101@mail.ru
Russia, Voronezh

Я.В. Метелкин, К.А. Маковий, Ю.В. Хицкова

ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ НАГРУЗКИ В ЦЕНТРАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Аннотация: сформулирована задача прогнозирования нагрузки в центрах обработки данных при реализации технологии виртуальных рабочих столов, предложена архитектура сети и модель тренировочного алгоритма

Ключевые слова: прогнозирование нагрузки, нейронные сети, виртуализация, CloudSim

Y.V. Metelkin, K.A. Makoviy, Yu.V. Khitskova

THE TASK OF PREDICTING THE WORKLOAD IN DATA CENTERS

Abstract: the task of workload predicting in data centers for virtual desktop infrastructure is formulated, the NN architecture and learning model are suggested

Keywords: load prediction, neural networks, virtualization, CloudSim

В крупномасштабных центрах обработки данных управление аппаратными ресурсами, которое заключается в организации и распределении их для вычислительных операций и приложений, имеет решающее значение для обеспечения эффективной работы, а также ми-

нимизации денежных затрат на обновление и сопровождение.

Одним из способов предоставления услуг облачным центром обработки данных является технология DAAS (Desktop as a Service), базирующаяся на инфраструктуре виртуальных рабочих столов (Virtual Desktop Infrastructure (VDI)) [1]. Среди преимуществ VDI можно выделить: про-

стоту управления, мобильность вычислений, гибкость, защиту данных и снижение общих затрат на сопровождение. В то же время централизация вычислений и использование «тонких клиентов» снижает общее энергопотребление. Таким образом, можно выделить два аспекта в исследованиях оптимизации использования технологии VDI: минимизация финансовых затрат и повышение экологичности ИТ-инфраструктуры (концепция Green Computing).

Задача распределения аппаратных ресурсов центра обработки данных (ЦОД) для некоторого набора виртуальных машин решается путем оптимального размещения машин на аппаратных серверах таким образом, чтобы максимизировать загрузку работающих серверов и выключить те, которые не используются. Существует два принципиально различающихся подхода к решению данной задачи: статический и динамический. Статический подход в общем случае сводится к решению задачи многомерной упаковки в контейнеры или решению задачи о рюкзаке [2, 3]. Он хорошо подходит для тех случаев, когда нагрузка на сервер и количество виртуальных машин, которое необходимо разместить заранее известны и не меняются со временем. Динамический подход к решению задачи серверной консолидации [4] основан на поддержке наиболее популярными гипервизорами, например, VMWare ESX, Xen, Linux KVM, Hyper-V технологии динамической миграции, позволяющей перемещать виртуальные машины «на ходу» без их прерывания.

Процесс миграции виртуальных машин требует больших накладных расходов, поэтому преимущество такого подхода в оптимизации серверной инфраструктуры может быть не очевидно, в связи с чем в настоящее время набирает популярность новый подход, объединяющий преимущества статического и возможности динамического – прогностический, который заключается в прогнозировании рабочей нагрузки, то есть определении количества ресурсов, запрашиваемых для каждого приложения в центре обработки данных в будущем, что поможет разумно распределять виртуальные машины по аппаратным серверам, исходя из прогнозируемых потребностей в аппаратных ресурсах.

Мы рассматриваем прогнозирование нагрузки в рамках обеспечения работы VDI в ЦОДе образовательного учреждения. Здесь можно выделить несколько типов пользователей: преподаватели и студенты, причем требования к

компьютерам, используемым студентами, зависят от направления их обучения. Также, нагрузка на ЦОД, обеспечивающий работу ВУЗа, носит циклический характер, обусловленный расписанием учебных занятий, что позволяет превентивно контролировать ресурсы в центрах обработки данных в рамках семестра, из чего вытекают такие преимущества, как сокращение энергопотребления и повышение производительности.

Одним из способов прогнозирования нагрузки является использование наивного байесовского классификатора [5]. Нами предлагается более гибкий метод – использование нейросетевого подхода для прогнозирования потребности в виртуальных машинах определенного типа в определенные моменты времени.

В последние годы для решения оптимизационных задач успешно применяются различные эволюционные стратегии: генетические алгоритмы, искусственные иммунные системы, нейронные сети (НС) [6]. Причиной выбора НС для предсказания нагрузки на сервер является возможность точно прогнозировать данные нелинейных временных рядов, то есть проводить оценку некоторых будущих значений на основе текущих и прошлых выборочных данных. Математически временной ряд представляет собой последовательность векторов или скаляров $y(t)$, где t представляет прошедшее время. Задача прогнозирования временных рядов состоит в том, чтобы найти функцию $f(x)$ такую, что $y'(t)$ является прогнозируемым значением временного ряда в будущий момент времени:

$$y'(t) = f(y(t-1), y(t-2), y(t-3), \dots) \quad (1)$$

Предсказание рядов можно разделить на две категории: линейную и нелинейную. Нейросетевой подход, как правило, предлагает предсказание временных рядов без рассмотрения нелинейных данных.

Нейронные сети можно разделить на две категории: статические и динамические. Статические (прямые) сети не имеют элементов обратной связи и не содержат временной задержки. Другими словами, выход вычисляется непосредственно с входа через соединения. В динамической сети выход зависит не только от текущего входного значения, но и от предыдущих, а также расчетного выхода сети [7]. Динамические сети активно применяются для прогнозирования временных рядов, включая рекуррентные НС, НС с временной задержкой и нелинейные авторегрессии с экзогенными (внешними) входами (Nonlinear autoregressive exogenous (NARX)).

Рекуррентные НС (Recurrent neural net (RNN)), как правило, являются прямыми НС (Feedforward neural network (FFNN)) с рекуррентным циклом, то есть выходной сигнал подается обратно на вход. Эта модель обычно используется для выполнения многоступенчатого или долгосрочного прогнозирования. В НС с временной задержкой (Time delay neural network (TDNN)) добавляются линии временной задержки (Time delay line (TDL)) на вход FFNN. Эта модель обычно используется для прогнозирования временного ряда $y(t)$ на основе его прошлых значений. Определяющим уравнением для TDNN является:

$$y'(t) = f(y(t-1), y(t-2), y(t-2), \dots, y(t-d)) \quad (2)$$

где $y'(t)$ - прогнозируемое значение временного ряда, d - временная задержка или память.

Для решения рассматриваемой задачи нами предлагается использование архитектуры сети NARX – комбинации всех вышеперечисленных НС, подходящей для временных рядов, в которых значения временного ряда в данный момент зависят от предыдущих значений этого же ряда. Выбор обусловлен тем, что процент загрузки сервера на каждом последующем шаге зависит от объема задействованных аппаратных ресурсов на предыдущем, например, в текущий момент времени t_0 используется объем v_0 опре-

деленного ресурса, через интервал времени t_1 появляется виртуальная машина, которой необходим объем v данного ресурса, так в момент времени $t = t_0 + t_1$ будет использован объем, равный $v_0 + v$.

Одним из основных преимуществ таких структур является то, что в качестве входных параметров они могут принимать динамические входные данные, представленные наборами временных рядов. В этой модели значение выходного сигнала вычисляется на основании значений этого сигнала, полученных в предыдущие моменты времени, а также значений управляющего входного сигнала в предыдущие отсчеты времени $y(t)$ и $u(t)$. Определяющее уравнение для второго типа нейронных сетей выглядит следующим образом:

$$y'(t) = f(y(t-1), \dots, y(t-dy), u(t-1), \dots, u(t-du)) \quad (3)$$

где $y'(t)$ - прогнозируемое значение, dy и du - входная и выходная временная задержка соответственно. Модель NARX обеспечивает лучший прогноз, чем другие модели НС, поскольку она использует дополнительную информацию, содержащуюся в предыдущих значениях $u(t)$ [8, 9, 10].

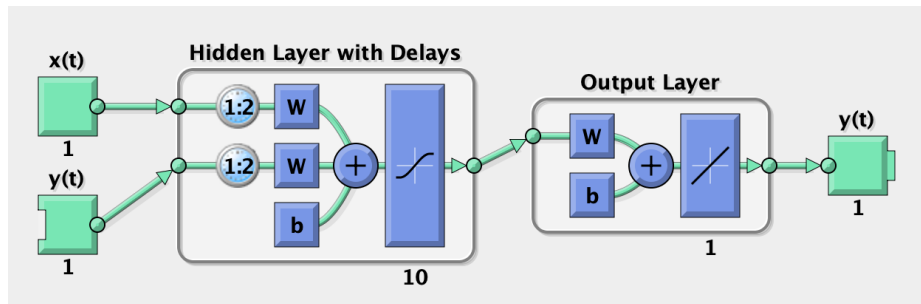


Рис. 1. Схема NARX

Разрабатываемая НС состоит из простых элементов (нейронов), работающих параллельно, значения связей между этими элементами (весами) настраиваются или обучаются для выполнения определенной функции. Сеть настраивается на основе сравнения выхода сети и целевого выхода.

Рабочий процесс для решения задачи путем применения нейросетевого подхода состоит из следующих шагов:

- 1) сбор данных;
- 2) предварительная обработка данных;

- 3) конфигурация НС;
- 4) обучение НС;
- 5) испытание НС.

Учитывая эти шаги для задачи прогнозирования загрузки сервера, необходимо получить данные о загрузке ЦОДа, работу которого необходимо оптимизировать. Период, за который берется статистика, а также интервал, с которым она выгружается, выбирается исходя из задачи прогнозирования. Далее эти данные необходимо загрузить, нормировать и преобразовать во временную последовательность.

В качестве тренировочного алгоритма была выбрана модель Левенберга – Марквардта, в которой инициализируется начальный вектор весов ω (от 0 до 1), затем на вход сети подается обучающий пример, после чего рассчитывается среднеквадратичная ошибка, позволяющая оценить качество обучения сети. Процесс продолжается до тех пор, пока веса не будут подобраны таким образом, что значение среднеквадратичной ошибки не достигнет заданного значения. Для оценки приращения $\Delta\omega$ на каждом шаге используется линейное приближение функции

$$f(\omega + \Delta\omega, x) - f(\omega, x) \cong J\Delta\omega y'(t) \quad (4)$$

где J – якобиан $f(\omega, x_n)$ в точке ω . Данный процесс отображается графиком среднеквадратичного отклонения (рис.2).

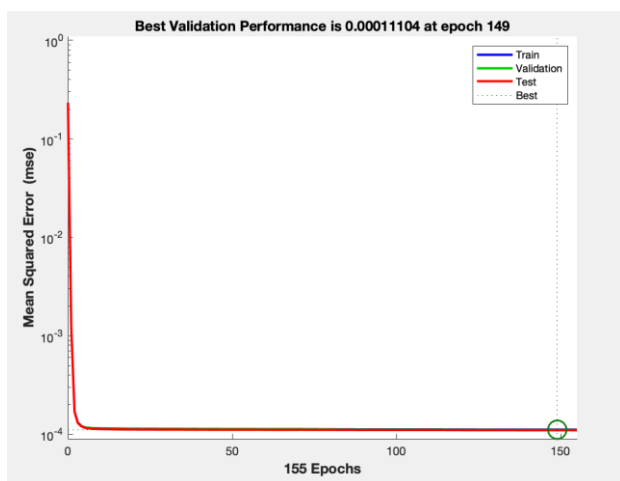


Рис. 2. Среднеквадратичное отклонение

Для проверки нейронной сети может быть использован численный эксперимент на программной платформе CloudSim [11]. На рисунке 3 показана многоуровневая реализация ее архитектурных компонентов. На самом нижнем уровне находится механизм моделирования дискретных событий SimJava, который реализует основные функции, необходимые для высокоуровневых сред моделирования, далее следуют библиотеки, реализующие инструментарий GridSimcgs, которые поддерживают: программные компоненты высокого уровня для моделирования нескольких Grid - инфраструктур, включая сети и профили связанного трафика и фундаментальные Grid - компоненты, такие как ресурсы, наборы данных, средства трассировки рабочей нагрузки и информационные службы.

CloudSim реализован на следующем

уровне, расширяя на программном уровне основные функциональные возможности, предоставляемые уровнем GridSim. CloudSim предназначен для моделирования и симуляции виртуализированных облачных сред центров обработки данных, таких как выделенные интерфейсы управления виртуальными машинами, памятью, хранилищем и пропускной способностью.

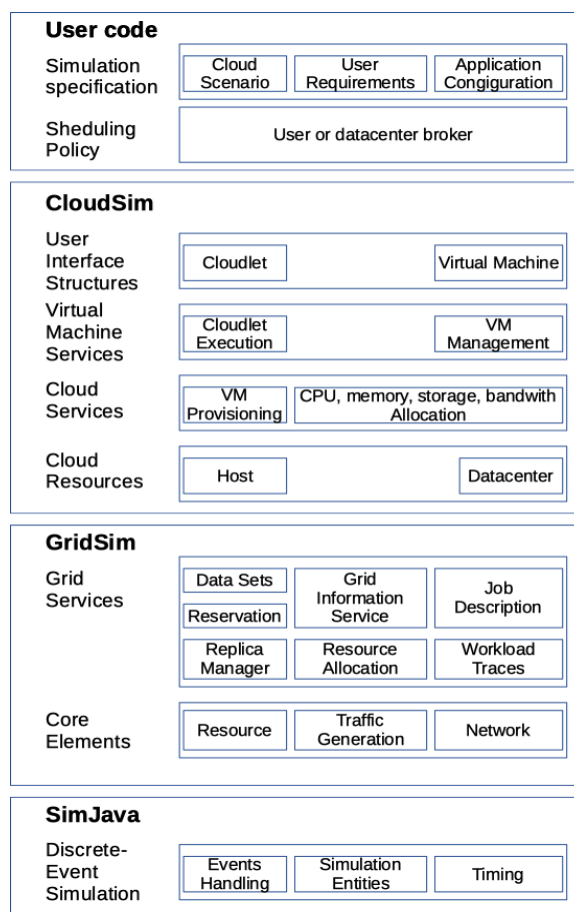


Рис. 3. Архитектура CloudSim

Уровень CloudSim управляет созданием и выполнением основных объектов (виртуальных машин, хостов, центров обработки данных, приложений) в течение периода моделирования. Этот уровень способен одновременно создавать и прозрачно управлять крупномасштабной облачной инфраструктурой, состоящей из тысяч компонентов системы. На этом уровне обрабатываются такие фундаментальные проблемы, как выделение аппаратных серверов виртуальным машинам на основе пользовательских запросов, управление выполнением приложений и динамический мониторинг.

Самый верхний уровень в стеке моделирования – это пользовательский код, который предоставляет функции, связанные с конфигурацией, для хостов (количество машин, их спецификации и т. д.), приложений (количество задач и их требования), виртуальных машин, политик планирования брокера. Разработчик облачного приложения может генерировать: смесь пользовательских запросов, конфигурации приложений и сценарии доступности облака на основе пользовательских конфигураций, уже поддерживаемых в CloudSim.

Таким образом, прогнозирование нагрузки в облачных и кластерных средах является важной задачей для достижения высокой производительности, от ее эффективного решения зависит множество процессов, таких как планирование ресурсов, периодичность обслуживания и модернизации, следование концепции Green Computing путем отключения невостребованных серверов. Проведенное исследование показывает, что нейросетевой подход может быть успешно использован для прогнозирования нагрузки в ЦОДе. Следующим этапом, позволяющим еще более эффективно эксплуатировать ИТ-инфраструктуру, является предсказание моментов появления различных типов виртуальных машин на основе цикличности, связанной с расписанием и графиком учебной нагрузки в образовательных учреждениях.

Библиографический список

1. Петигина Е. Б., Сидельников С. А. Компаративный анализ технологий виртуализации рабочих столов: DAAS И VDI // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2017. – №1(9). – С. 155-159.
2. Speitkamp B., Bichler M., A mathematical programming approach for server consolidation problems in virtualized data centers/ Benjamin Speitkamp, Martin Bichler // IEEE Trans. Services Comput. – 2010. – Vol. 3. No. X. – С. 266-278.
3. K. Makoviy, D. Proskurin, Yu. Khitskova, Ya. Metelkin. Server hardware resources optimization for virtual desktop infrastructure implementation // CEUR Workshop Proceedings - Mathematical Modeling. Information Technology and Nanotechnology 2017. Proceedings of the International Conference Information Technology and Nanotechnology, Samara, Russia, April 25-27, 2017. Vol. 1904. С. 178-183. - DOI: 10.18287/1613-0073-2017-1904-178-183
4. Wolke A., Tsend-Ayush B., Pfeiffer C., and Bichler M. More than bin packing: On dynamic resource allocation strategies in cloud computing / Andreas Wolke, Boldbaatar Tsend-Ayush, Carl Pfeiffer, Martin Bichler // Information Systems. – 2015. – №52 – С. 83–95.
5. Маковий К.А., Хицкова Ю.В., Метелкин Я.В. Подход к оптимизации серверных ресурсов с использованием прогнозирования нагрузки // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2018. – № 4 (14). – С. 75-81.
5. Astakhova I.F., Ushakov S.A. and Hitskova Ju.V. Model and algorithm of an artificial immune system for the recognition of single symbols / I.F Astakhova., S.A. Ushakov, Ju.V. Hitskova // Advances in Computer Science Proceedings of the 6th European Conference of Computer Science. 2015. С. 127-131.
6. Zhang Q. et al. An efficient deep learning model to predict cloud workload for industry informatics //IEEE transactions on industrial informatics. – 2018. – Т. 14. – №. 7. – С. 3170-3178.
7. Beale M. H., Hagan M. T., Demuth H. B. Neural network toolbox user's guide //The MathWorks Inc. – 2018.
8. Zhang Q. et al. An efficient deep learning model to predict cloud workload for industry informatics //IEEE transactions on industrial informatics. – 2018. – Т. 14. – №. 7. – С. 3170-3178.
9. Huang J. et al. Using NARX neural network based load prediction to improve scheduling decision in grid environments //Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007). – IEEE, 2007. – Т. 5. – С. 718-724.
10. Calheiros R.N. et al. CloudSim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms // Software: Practice and experience. – 2011. -Т.41. -№1. – С.23-50.

УДК 681.5.033:004.94

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина», канд. техн. наук А.Н. Горин,
e-mail: algorin.algoral@mail.ru, Россия, г. Воронеж

N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy
Ph. D. in Engineering A.N. Gorin
e-mail: algorin.algoral@mail.ru
Russia, Voronezh

А.Н. Горин

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ И ВИЗУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ SIMULINK ДЛЯ РАСЧЕТА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: рассмотрен подход к определению параметров управляющих устройств, обеспечивающих минимальные значения обобщенных показателей переходных процессов в системах управления с компенсацией возмущений и в двусвязных системах. При решении задач применяются программные средства пакета Control System Toolbox, интегрированного в Simulink, и визуальное моделирование систем управления в Simulink

Ключевые слова: модели систем управления, компенсация возмущений, компенсация перекрестных связей, переходный процесс, Matlab, Simulink

A.N. Gorin

USING SIMULINK SOFTWARE AND VISUAL MEDIA FOR CALCULATING CONTROL SYSTEMS

Abstract: an approach to determining the parameters of control devices providing the minimum values of the generalized indicators of transients in control systems with compensation for disturbances and in doubly connected systems is considered. When solving problems, the software of the Control System Toolbox integrated into Simulink and visual modeling of control systems in Simulink are used

Keywords: control system models, disturbance compensation, cross-link compensation, transient, Matlab, Simulink

Анализ подходов [1-4], используемых при проектировании систем управления, показывает, что в алгоритмы определения параметров управляющих устройств включаются в том или ином виде требования к качеству переходных процессов в системе.

Следует отметить, что при решении указанных задач широко используется вычислительная система Matlab [2-4], при этом применяются как формализация традиционных графоаналитических методов расчета, так и применение современных многокритериальных методов оптимизации [2, 3].

Для построения моделей различных технических объектов и систем управления используется система блочного моделирования Simulink, интегрированная в Matlab [5], при этом в большинстве случаев модели Simulink применяются для исследования поведения систем при заданных или варьируемых параметрах.

Для тех же целей широко используется пакет расширения Control System Toolbox, интегрированный в Simulink [6]. Отличительной особенностью этого пакета является охват широкого круга задач автоматического управления. Его существенным недостатком является слабое использование средств визуализации и ориентация на решение хорошо формализуемых задач. По сути, средства пакета Control System Toolbox представляют собой макроязык, включающий в

себя большое количество функций.

Привлекательным подходом является объединение программных средств и средств визуализации для определения параметров управляющих устройств, используемых в промышленности в виде конструктивно законченных блоков.

В [7] предложен подход к совместному использованию моделей систем управления в Simulink и программ Matlab для обработки процессов в моделях. Суть подхода заключается в формировании переходных процессов в модели системы управления в Simulink и определения их обобщенных характеристик в Matlab. При реализации модели в качестве результата получается одна точка в пространстве параметров управляющего устройства. Оптимальные значения параметров управляющего устройства определяются путем построения и реализации плана вычислительных экспериментов на модели в области определения параметров и выбора параметров, обеспечивающих минимум обобщенных показателей переходного процесса.

В статье предлагается подход, объединяющий применение средств пакета Control System Toolbox, визуальных моделей Simulink и планирования экспериментов на моделях систем управления с помощью программ на языке Matlab для определения параметров управляющих и вспомогательных устройств в системах управления с компенсацией возмущений и в двусвязных системах, широко применяемых в промышленности. Особенностью подхода является непосредственное использование переходных

процессов в моделях систем управления для определения параметров управляющих и вспомогательных устройств. В качестве критерия оптимальности систем управления принимается минимум обобщенных показателей переходных процессов.

Суть предлагаемого подхода заключается в следующем:

1) строится визуальная модель системы управления с помощью библиотек блоков Simulink;

2) определяются параметры управляющих устройств основных контуров регулирования с помощью функций пакета Control System Toolbox;

3) определяются параметры дополнительных (компенсирующих) устройств из условия минимума обобщенного показателя качества переходного процесса в системе. При необходимости уточняются параметры управляющих устройств основных контуров.

Процесс построения модели в среде Simulink состоит из достаточно простых визуальных операций включения в модель требуемых блоков из соответствующих библиотек, задания их параметров и создания связей между блоками, при этом, при необходимости, можно сформировать подсистемы для совокупностей блоков, реа-

лизирующих логически законченные функции. Для обеспечения связи Matlab с моделью Simulink изменяемые параметры модели следует задавать с помощью имен, а не числовых значений.

Параметры управляющих устройств основных контуров определяются с помощью обращения к соответствующим функциям пакета Control System Toolbox.

Переходные процессы в системах управления формируются как результаты интегрирования с переменным шагом систем дифференциальных уравнений модели системы управления, построенной в Simulink. Для каждого сеанса моделирования, задаваемого одной точкой из пространства значений входных параметров модели, в программе Matlab определяется количество точек переходного процесса и вычисляется значение обобщенного показателя. Параметры, обеспечивающие минимум обобщенного показателя переходного процесса, определяются методом случайного поиска при многократных сеансах работы модели.

Рассмотрим далее применение предлагаемого подхода для систем управления с компенсацией возмущений и двусвязных систем.

Структурная схема модели системы управления с ПИ-регулятором и компенсацией измеряемого возмущения приведена на рис. 1.

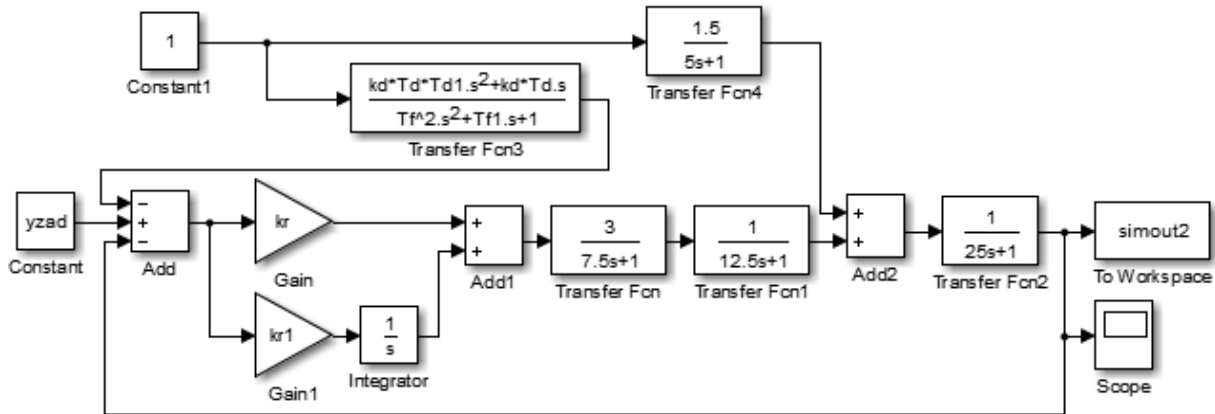


Рис. 1. Структурная схема модели системы с компенсацией возмущения в Simulink

В качестве устройства компенсации возмущения используется звено с передаточной функцией

$$W_k(s) = k_d T_d \frac{(T_{d1}s + 1)s}{T_f^2 s^2 + T_{f1}s + 1}$$

обеспечивающее частичную инвариантность к действию возмущения [8].

Передаточная функция объекта по основному каналу имеет вид

$$W_o(s) = \frac{3}{7,5s + 1} \cdot \frac{1}{12,5s + 1} \cdot \frac{1}{25s + 1}$$

В модели параметры регулятора заданы именами *kr* и *kr1*, а устройство компенсации возмущения – параметрами *kd*, *Td*, *Td1*, *Tf* и *Tf1*. Обращение из Matlab к параметрам устройств осуществляется по именам.

Элемент To Workspace служит для передачи в рабочее пространство Matlab данных о переходном процессе в системе (значений времени и

выходной переменной системы на каждом шаге интегрирования).

Элементы Constant служат источниками ступенчатых воздействий на систему.

Фрагмент кода программы Matlab для рас-

чета параметров регулятора в модели, представленной на рис. 1, приведен в листинге 1. В программе выполняются обращения к функциям пакета Control System Toolbox.

Листинг 1

Проектирование регулятора для основного контура системы с компенсацией возмущений

```
num=[3]; den=[7.5 1]; P1=tf(num,den);
num=[1]; den=[12.5 1]; P2=tf(num,den);
num=[1]; den=[25 1]; P3=tf(num,den); P=P1*P2*P3;
C=pidtune(P,'pi'); %определение параметров ПИ-регулятора C
[Kp,Ti]=pidstddata(C)
krl=Kp/Ti %коэффициент при интегральной составляющей
wzi=C*P/(1+C*P); %передаточная функция замкнутого контура
step(wzi); %переходный процесс по каналу задающего воздействия
```

Далее при рассчитанных параметрах регулятора в основном контуре определяются параметры компенсирующего устройства путем проведения на модели вычислительных экспериментов.

План экспериментов на модели при прямом поиске параметров управляющих устройств сложных систем управления должен быть с одной стороны достаточно представительным, а с другой стороны – экономичным. Поэтому прямое сканирование большого количества параметров с некоторым шагом исключается в силу большого числа реализаций модели. Альтернативой детерминированному поиску может служить случайный поиск. В этом случае алгоритм поиска может быть следующим:

- для каждого параметра задается интервал, в котором он может принять любое значение;
- значения параметров формируются слу-

чайным образом в соответствии с равномерным законом распределения;

- для каждого сформированного множества параметров запускается модель системы управления, вычисляется и запоминается какая-либо обобщенная характеристика переходного процесса;

- процедура формирования значений параметров и вычисление характеристики переходного процесса многократно повторяется;

- из множества реализаций переходного процесса выбирается та реализация, для которой обобщенная характеристика имеет минимальное значение.

Фрагмент кода программы на языке Matlab, реализующий поиск оптимальных значений параметров компенсирующего устройства в системе с компенсацией возмущений, представлен в листинге 2.

Листинг 2

Случайный поиск в системе с компенсацией возмущений

```
for i=1:1:N,
kd=random('unif',kdm,kdb); Td=random('unif',Tdm,Tdb);
Tf=random('unif',Tfm,Tfb); Tfl=random('unif',Tflm,Tflb);
Tdl=random('unif',Td1m,Tdlb);
open('Control_komp_vozmu.mdl'); sim('Control_komp_vozmu.mdl');
d=size(tout); integral=0;
for j=2:1:d(1),...
p1=abs(1-simout.Data(j))+abs(1-simout.Data(j-1));
p2=simout.Time(j)-simout.Time(j-1); integral=integral+p1*p2;
end;
if (integral<intmin)
intmin=integral; kdz=kd; Tdz=Td; Tfz=Tf; Tflz=Tfl; Tdlz=Tdl; ii=i;
end;
end;
```

В листинге 2 открытие модели в Simulink осуществляется функцией open, а запуск модели

выполняется с помощью функции sim. Оператор цикла for обеспечивает многократный запуск

модели и вычисление обобщенного показателя переходного процесса.

Генерирование случайных чисел для различных законов распределения в Matlab осуществляется с помощью функции `random`. Обращение к этой функции имеет вид

```
x=random('name',value1[,value2,...]),
```

где x – случайное число; `name` – название закона распределения, принятое в Matlab; `value1`, `value2` – значения параметров плотности вероятности.

Величину интервала интегрирования уравнений модели Tm в Simulink следует выбирать такой, чтобы получить достаточно полное представление о переходном процессе.

Переходный процесс формируется как результат интегрирования системы дифференциальных уравнений модели с переменным шагом, поэтому количество точек процесса для каждой точки из пространства значений входных параметров модели будет различным.

В рабочую область Workspace среды MatLab передается массив временных отсчетов `simout.Time` при интегрировании системы дифференциальных уравнений модели Simulink и массив значений выходной переменной (переходного процесса) `simout.Data`. Кроме того, массив временных отсчетов передается в переменной `tout`.

Функция `size` возвращает в векторе `d` размер массива по каждой размерности. В качестве результата работы кода возвращаются минимальное значение обобщенного показателя переходного процесса `intmin`, значения параметров управляющих и компенсирующих устройств.

Начальное значение переменной `intmin` должно быть задано достаточно большим до процедуры случайного поиска.

При моделировании был использован обобщенный показатель вида

$$I = \sum_{i=2}^n (|1 - y_i| + |1 - y_{i-1}|)(t_i - t_{i-1}),$$

где y – выходная переменная объекта; n – число точек в реализации переходного процесса; t_i – время в i -й точке.

Обобщенный показатель с точностью до постоянного множителя представляет собой интеграл, вычисляемый по формуле численного

интегрирования методом трапеций.

В качестве критерия оптимальности переходного процесса принят минимум показателя.

В качестве иллюстрации эффективности рассматриваемого подхода на рис. 2 приведены переходные процессы в системе управления при отсутствии и наличии компенсирующего устройства при возмущении в виде единичного скачка.

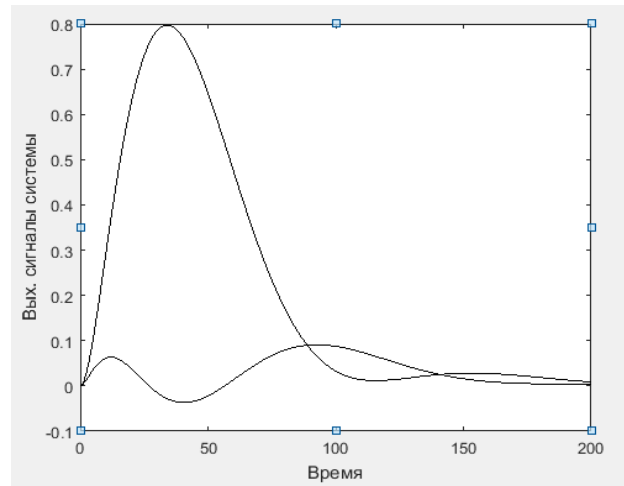


Рис. 2. Переходные процессы в системе с компенсацией возмущений

Модель Simulink для двусвязной системы управления представлена на рис. 3.

В качестве устройств компенсации связей в системе используются реальные дифференцирующие звенья с передаточными функциями вида

$$W_d(s) = \frac{k_d T_d}{T_{d1} s + 1}.$$

В модели передаточные функции объекта по основным каналам имеют второй порядок и аperiодическую реакцию.

Передаточные функции в перекрестных связях представляют собой аperiодические звенья первого порядка.

Начальные значения параметров регуляторов в основных контурах определяются с помощью кода, аналогичного представленному в листинге 1. Эти расчеты выполняются для того, чтобы корректно задать диапазоны изменения параметров управляющих устройств, поскольку в многосвязной системе управления расчет должен выполняться одновременно для всех четырех контуров.

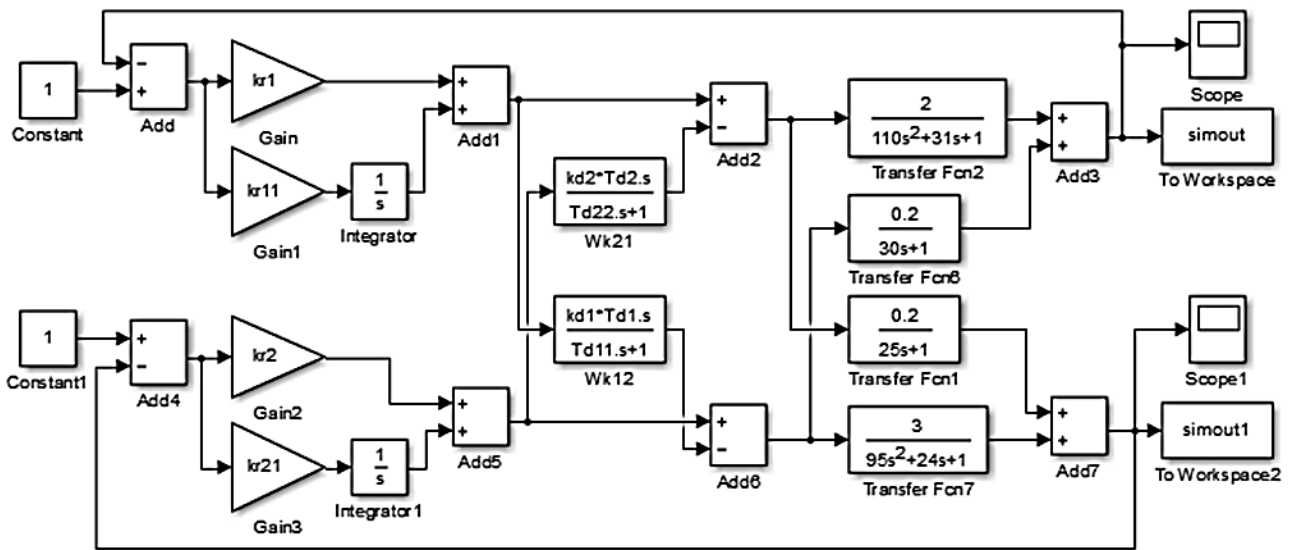
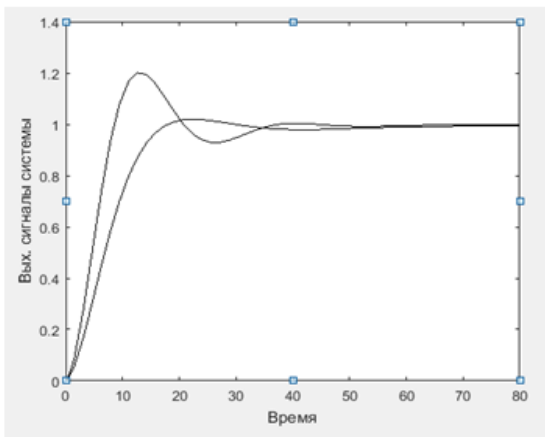


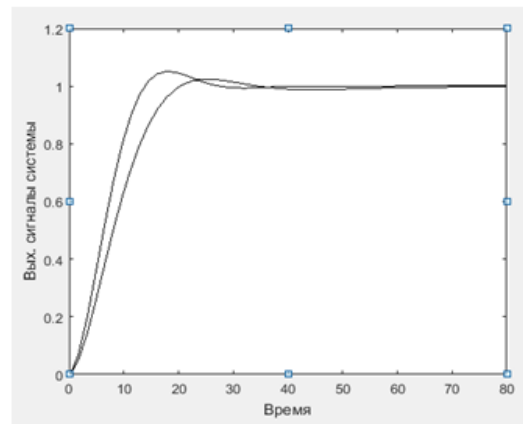
Рис. 3. Структурная схема модели двусвязной системы управления

Случайный поиск в двусвязной системе управления для определения параметров компенсирующих устройств перекрестных связей осуществляется с помощью кода, аналогичного приведенному в листинге 2, но количество определяемых параметров равно 10.

На рис. 4 представлены переходные процессы в системе без компенсации перекрестных связей и с компенсацией связей. Динамическая ошибка при компенсации связей приблизительно в два раза меньше.



без компенсации перекрестных связей



с компенсацией перекрестных связей

Рис. 4. Переходные процессы в двусвязной системе

Таким образом, предложен эффективный подход для определения оптимальных параметров управляющих устройств в сложных системах управления, использующий комбинацию различных средств, интегрированных в Matlab. Основой подхода является непосредственная обработка переходных процессов в системе для оптимизации их обобщенных показателей с помощью процедуры случайного поиска на модели.

Предложенная организация взаимодействия Matlab и Simulink может быть применена при моделировании как непрерывных, так и дискретных систем.

Библиографический список

1. Жмудь В. А. Автоматизированное проектирование систем управления / В. А. Жмудь. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. гос. техн. ун-та, 2012. – 100 с.

2. Джафари, Х. С. М. Многокритериальный параметрический синтез систем автоматического управления минимизацией интегральных квадратичных оценок в среде Matlab / Х. С. М. Джафари, И. П. Северин // Проектирование инженерных и научных приложений в среде Matlab: сб. тр. IV всерос. науч. конф. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский ун-т», 2009. С. 444-456.
3. Веремей, Е. И. Реализация оптимизационного подхода к проектированию систем управления в среде Matlab / Е. И. Веремей // Проектирование инженерных и научных приложений в среде Matlab: сб. тр. V междунар науч. конф. – Харьков: НТУ ХПИ, 2011. С. 19-39.
4. Косовская О. В. Параметрический синтез регуляторов системы управления паровой турбиной АЭС методами векторной оптимизации в среде Matlab / О. В. Косовская, В. П. Северин / Проектирование инженерных и научных приложений в среде Matlab: сб. тр. V междунар науч. конф. – Харьков: НТУ ХПИ, 2011. С. 283-294.
5. Герман-Галкин С. Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК / С. Г. Герман-Галкин. – СПб.: Корона-Век, 2008. – 367 с.
6. Бороденко В. А. Исследование систем управления в среде Matlab / В. А. Бороденко. – Павлодар: КЕРЕКУ, 2011. – 320 с.
7. Литвиненко А. М., Афанасьевский Л. Б., Горин А. Н., Чурсин М. А. Определение параметров управляющих устройств в сложных системах управления с использованием компьютерного моделирования в среде Matlab+Simulink / А. М. Литвиненко [и др.] // Вестник Воронежского гос. техн. ун-та. – 2019. – Том 15. – № 3 – С. 16-23.
8. Абдуллаев А. А. Принципы построения автоматизированных систем управления промышленными предприятиями / А. А. Абдуллаев, Р. А. Алиев, Г. М. Уланов. – М.: Энергия, 1975. 440 с.

УДК 658.061

*Воронежский государственный технический университет
д-р техн. наук, доцент Е.А. Жидко,
e-mail: lenag66@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», курсант М.А. Ложников,
e-mail: titovskoy99@mail.ru, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State Technical University,
Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Zhidko,
e-mail: lenag66@mail.ru, Russia, Voronezh
Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and
Y.A. Gagarin, cadet M.A. Lozhnikov, e-mail: titovskoy99@mail.ru
Russia, Voronezh*

Е.А. Жидко, М.А. Ложников

ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОГО СПРОСА: ПОИСК ИНФОРМАЦИИ НА РЫНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ НИШИ

Аннотация: в статье рассматривается проблема спроса как зависимость между стоимостью и количеством товара. Показаны роль и значение рыночных исследований для выявления основных тенденций развития рынка с целью повышения конкурентных преимуществ организаций на рынке товаров и услуг. Также представлены необходимость в проведении поиска и анализ нужной информации о расширении плана создания позиций на рынке для потенциальной ниши

Ключевые слова: рынок, спрос, социально-эколого-экономическая система, информация, конкуренция

Е.А. Zhidko, М.А. Lozhnikov

THE PROBLEM OF MODERN DEMAND: SEARCH FOR INFORMATION ON THE POTENTIAL NICHE MARKET

Abstract: the article considers the problem of demand as the relationship between value and quantity of goods. The role and importance of market research to identify the main trends in the development of the market in order to increase the competitive advantages of organizations in the market of goods and services are shown. There is also the need to conduct a search and analysis of the necessary information on expanding the plan for creating market positions for a potential niche

Keywords: market, demand, socio-ecological-economic system, information, competition

Характерной чертой второй половины XX века является развитие процессов интеграции стран в мирохозяйственные связи и глобализа-

ции экономики в интересах обеспечения коллективной безопасности, взаимовыгодного сотрудничества и траектории безопасного и устойчивого развития [1-4]. В результате в континентах, их регионах формируются блоки из стран с различным общественным и политическим устрой-

ством, достигнутым уровнем развития. Основной формой хозяйствования в них становятся различные виды рыночной экономики и её государственного регулирования в интересах обеспечения достойного уровня, качества и безопасности жизни основной массы населения страны. Появляются многонациональные и транснациональные компании, которые получают возможность самостоятельного выхода на внешние и внутренние рынки.

Несмотря на различия, единую структуру государственного устройства отдельных стран, регионов, районов можно представить логической схемой рис. 1 [5].

В ней выделяются социально - эколого-экономическая система и система национальной безопасности. Между ними и внутри них существуют прямые и обратные структурные связи взаимодействия и управления ими. Обе системы получают самостоятельный выход во внешний мир.



Рис. 1. Структура внешних и внутренних связей, определяющих природу и виды кризисов, возможность их перетекания из одной сферы деятельности в другую

В результате складываются вполне определённые взаимоотношения, как между названными системами, так и внутри них.

Например. В социальной сфере создаются требования к уровню, качеству и безопасности жизни различных слоёв и групп населения, их отдельных представителей.

В экологической сфере осваивается при-

родный ресурс в интересах обеспечения производства такой продукции необходимым сырьём при условии формирования окружающей среды, пригодной для жизни личности, общества, государства.

В экономической сфере осуществляется производство востребованной продукции.

Внутри любого государства спрос имеет значение и в экономике и в политике страны. Спрос в экономике – некая зависимость между стоимостью и количеством товара.

Проблема спроса на сегодняшний день является актуальной. Спрос является как условным представителем рынка, так и возможным механизмом прогресса. Понятие спроса показывает возможность приобрести товар или услугу. От него зависит возможность государства развивать новые продукты и их распространение с помощью новых предпринимателей.

Перечислим основные факторы, влияющие на современный покупательский спрос.

- Цена. Чем меньше цена, тем выше спрос, соответственно, это первый и самый важный фактор.

- Изменение дохода населения. Если доходы растут, то и появляется возможность покупать товар и наоборот. Это первая характеристика спроса – возможность.

- Структура населения. Большая рождаемость – больше спрос на детские товары.

- Увеличение цен на продукты. Это ведет к росту спроса продукта-заменителя.

- Мода, вкусы. Самый неопределенный фактор.

Важной частью спроса является его способность угасать и молниеносно возрастать. Появляется некое колебание спроса. Именно это колебание нужно понимать, чтобы успешно выступить на рыночной арене. Необходимо уметь предвидеть, прогнозировать, владеть и получать своевременную, качественную (т.е. полную, достоверную, точную и полезную) информацию о всех нововведениях, внешних и внутренних проблемах и ситуациях в окружающем пространстве [6-9].

Для того чтобы спрос на продукцию предприятия всегда был велик целесообразно строить траекторию развития продукции на основе учёта законов экономического управления предприятием по форме хозяйствования 4С (самостоятельность, самокупаемость, самофинансирование, самоуправление) [4] и закономерностей, проиллюстрированных на рис. 2 и 3 [4].

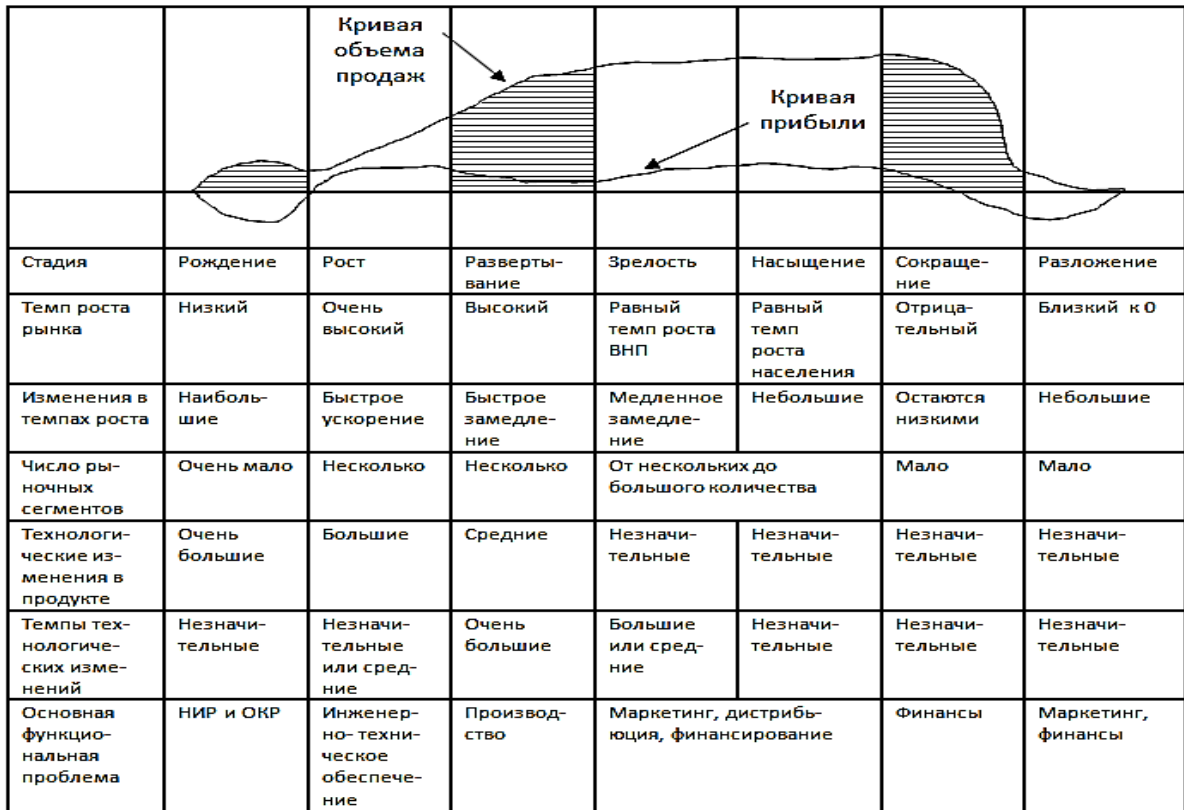


Рис. 2. Кривая жизненного цикла продукта, соотнесенная с параметрами рынка

Итак, субъекты рынка тесно взаимодействуют друг с другом, занимаясь поиском нужного товара, услуги – для потребителей и покупателей – для предпринимателя [10-12].

Рассмотрим возможность поиска покупателей.

Чтобы завлечь покупателя, необходимо проанализировать рынок и найти необходимый товар или услугу, то есть нишу. Ниша – это есть

продукт колебательного спроса в пик его необходимости. Нишу используют как возможность быстрого и довольно хорошего заработка, но не совсем стабильного.

Проблема поиска этой ниши заложена в поиске информации нужного товар или услуги. Потребительское желание важно изучать, но этого недостаточно, чтобы уловить спрос ниши.

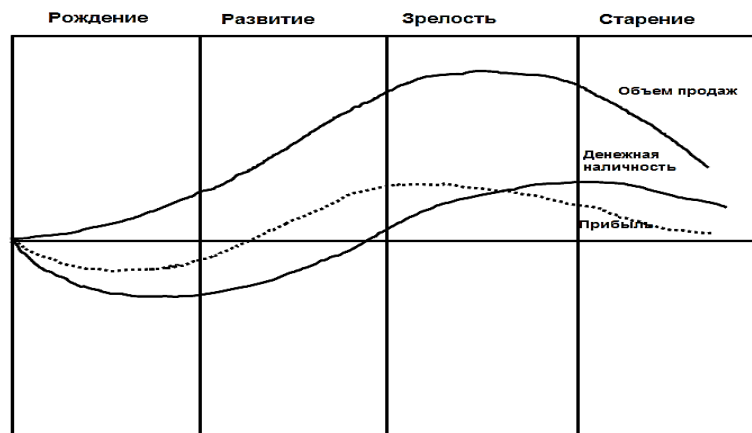


Рис. 3. Изменения объема продаж, потока денежной наличности и прибыли на разных стадиях жизненного цикла отрасли

Рассмотрим некоторые варианты способности потребителя в поиске его предложения:

1. В современном мире поиск предложения начинается с запуска интернет - сети. То есть покупатель ищет нужный продукт (услугу) в глобальной сети. Он начинает выбирать среди предложений.

2. Возможность личного присутствия в магазине или центре.

3. Рекомендации знакомых о товаре или услуге.

4. Доверие одной фирме, организации.

Таким образом, возникает проблема поиска информации, именно той ниши, которую требует потребитель.

Есть 4 подхода поиска информации о новоиспеченной нише: потенциальный, обычный, подход с риском, дополнительный.

Суть потенциального подхода заключен в прогрессирующей продукции (услуг). То есть поиск информации основывается на нишах новых товаров. Это что-то новое, такого нет ни у кого такое обязательно захотят многие.

Обычный подход основан на поиске стандартной информации, доступной всем предпринимателям. Это некая основа или база. То есть общий товар, спрос который возникает ежедневно. Но проблема возникает в правильности подбора необходимой информации.

Подход с риском. Информация заключена в рисках продвижения ниши. Не все услуги, продукты увеличивают свой в спрос.

Дополнительный поход. Поиск информации в инновации товара, его дополнительных функциях и улучшении услуг .

Подводя итоги можно сделать вывод, что для решения проблемы поиска информации о нише, ее потенциальности на рынке, необходимо провести поиск и анализ нужной информации о расширении плана создания позиций для ниши, а так же решить важную задачу подхода для создания продукта (услуги). Соответственно координация поиска потребителя падает на поиск информации о создании ниши спроса на рыночной арене с последующим успешным заработком.

Библиографический список

1. Международный стандарт ISO – 9000/2000 (серия стандартов качества).
2. Конвенция защиты прав человека

на достойный уровень, качество и безопасность жизни.

3. Просветов Г.И. Управление проектами: Задачи и решения: Учебно - практическое пособие. – М.: Издательство «Альфа – Пресс», 2008. – 200с.

4. Ефремов В.С. Стратегическое планирование в бизнес – системах. – М.: Издательство «Финпресс» 2001. – 240 с.

5. Жидко Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI век/ Е.А. Жидко// Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 1 (16). С. 91-93.

6. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Принципы системного математического моделирования информационной безопасности/ Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Наукоеведение, 2014. – № 2 (21). – С. 34-39.

7. Жидко Е.А., Леонов П.М. Методология и методы системного математического моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта теоретическими методами /Е.А. Жидко, П.М. Леоно //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2015. № 2 (6). С. 15-20.

8. Николенко, С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.

9. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Парадигма информационной безопасности компании / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2016. – № 1 (108). – С. 25-35.

10. Кобзева Т.Я., Ястин М.Д. Современный взгляд на проблемы спроса и предложения российского рынка// Молодой ученый. 2015. №21. С.397-402

11. Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.

12. Молодая, А.С. Моделирование высокотемпературного нагрева сталефибробетона / А.С. Молодая, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2018. - Т.6. - № 2 (21). - С. 323-335.

УДК 623.021

Воронежский государственный университет

преподаватель М.В. Добринина,

e-mail: nice.smirnova@yandex.ru, Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный университет

бакалавр Е.Д. Белякова, e-mail: katya.belyakova2017@mail.ru,

Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный университет

бакалавр Е.А. Корышева, тел.: 8-473-234-9051, Россия, г. Воронеж

Voronezh State University

Lecturer M.V. Dobrina, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru,

Russia, Voronezh

Voronezh State University

Bachelor E.D. Belyakova, e-mail: katya.belyakova2017@mail.ru,

Russia, Voronezh

Voronezh State University

Bachelor E.A. Korysheva, ph.: 8-473-234-9051, Russia, Voronezh

М.В. Добринина, Е.Д. Белякова, Е.А. Корышева

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПОРТА И ИМПОРТА В РФ

Аннотация: в статье были изучены показатели экспорта и импорта в России. На их основе был произведен анализ структуры и динамики данных показателей. Источником информации о данных показателях послужили сведения, опубликованные Министерством Финансов за 2019 год. В итоге на их основе был составлен ожидаемый прогноз экспорта и импорта на 2020 год

Ключевые слова: экспорт, импорт, динамика, анализ, прогноз

M.V. Dobrina, E.D. Belyakova, E.A. Korysheva

ANALYSIS AND FORECASTING OF EXPORTS AND IMPORTS IN RUSSIA

Abstract: the authors explore the indicators of export and import in Russia. Also the authors made an analysis of the structure and dynamic for these indicators, which are based on information from the Ministry of Finance for 2019. In addition, the authors suggested the forecast of export and import in Russia for 2020

Keywords: export, import, dynamic, analysis, forecast

Актуальность выбранной темы объясняется тем, что международная торговля является одной из преимущественно развитых форм международного экономического взаимодействия. К изучению проблем, присущих открытой экономике, обычно приступают с анализа внешней торговли как основополагающей формы международного взаимодействия стран. В общем виде международную торговлю можно назвать инструментом, позволяющим странам развивать специализацию на производстве отдельных видов товаров и услуг, повышать производительность ресурсов, что, в свою очередь, приводит к увеличению общего объема производства страны.

Предметом анализа являются такие показатели, как экспорт и импорт, так как это одни из важнейших макроэкономических показателей государства. Особенностью выбора предмета анализа является то, что в России используется экстенсивный путь развития.

Целью работы является анализ экспорта и импорта в России.

Прогнозирование объемов экспорта и импорта строится в несколько этапов, первым из которых является анализ. На данном этапе анализируется состояние экспорта и импорта в стране, то есть его динамика, а также факторы,

влияющие на их изменение.

Далее проводятся расчеты, в ходе которых определяется желаемый уровень объемов экспорта и импорта. При прогнозировании могут учитываться:

- соотношение внутренних и внешних цен на аналогичные товары;
- излишек и дефицит товаров на внутреннем рынке товаров и услуг;
- ресурсы выбранной страны и других стран;
- соотношение спроса и предложения валют на мировом рынке.

В конечном счете, на объемы экспорта и импорта оказывают влияние многие факторы. Чтобы определить степень влияния этих факторов, строятся математические многофакторные модели.

На третьем этапе осуществляется обоснование потенциальных вариантов прогноза [1]. На сегодняшний момент выделяют ряд подходов, которые позволяют спрогнозировать изменения социально-экономических показателей, основываясь как на строгих формальных методах, так и на обобщении субъективных экспертных оценок. Экономист Дэвид Хендри предложил следующую типологию главных методов прогнозирования макроэкономических процессов:

- предположение;
- экспертные оценки;
- экстраполяция;
- опережающие индикаторы;

- опросы;
- модели временных рядов;
- эконометрические системы [2].

В России наиболее распространенными являются методы прогнозирования макроэкономических показателей, которые основаны на использовании системы эконометрических уравнений, прогнозы, построенные с использованием экспертных оценок и опережающих индикаторов.

Внешняя торговля – одна из форм международных связей, состоящая из экспорта и импорта. Она, естественно, оказывает большое влияние на экономическое развитие страны. Внешнеторговый оборот России в I полугодие 2019 года составил 432,9 млрд долларов, что на 2 % ниже, чем в прошлом году. Главной причиной выступает снижение стоимости экспорта энергетических товаров при условии существования неблагоприятной рыночного положения. Сальдо торгового баланса сложилось положительное и составило 117,3 млрд долларов, что, соответственно, на 11,7 млрд долларов меньше, чем в 2018 году.

Вывоз товаров и услуг в РФ в I полугодии 2019г. был равен 275,121 млрд долларов, однако в 2018г. данный показатель составлял 286,627 млрд долларов. На страны дальнего зарубежья при этом приходилось 87,48 %, а на страны СНГ – 12,52 %. Основой российского экспорта традиционно выступают топливно-энергетические товары, удельный вес которых в товарной структуре - 63,7 %. Среди вышеупомянутых товаров топливно-энергетического комплекса увеличились объемы экспорта электроэнергии на 18,23 %, каменного угля – на 5,8 % и автомобильного бензина - на 4,6 %. Также увеличился вывоз вы-

сокотехнологичной продукции на 12,81 %, а ввоз, следовательно, сократился на 4,3 %. Однако наблюдалось снижение объемов экспорта нефтепродуктов на 10,33 %, которое включает дизельное топливо – на 11,33 %, керосин – на 10,47 %, жидкие топлива – на 9,72 % и поставки природного газа - на 3,62 % [3].

Импорт России за первые 8 месяцев 2019 года достиг отметки 157,8 млрд долларов. Однако в прошлом году данный показатель составлял на 0,3 % выше. На страны дальнего зарубежья пришлось 88,66 %, а на страны СНГ – 11,33 %. В товарной структуре импорта наибольший удельный вес приходился на машины и оборудование – 45,9 %. Несмотря на это, произошло сокращение ввоза продукции в сравнении с 2018 годом на 3,33 %, куда входит механическое оборудование – на 4,43 %, электрическое оборудование – на 4,82 %. Однако наблюдалось увеличение объемов импорта грузовых автомобилей на 18,5 %, а легковых автомобилей – на 5,7 % [4].

Таким образом, экспорт и импорт за первое полугодие 2019 года сократился. Полученный исход является результатом уменьшения цен на мировом энергорынке. Однако в будущем планируется увеличить данные показатели за счет принятия необходимых мер Министерством экономического развития. В Минэкономике придерживаются мнения, что чистый экспорт отрицательно повлиял на изменение ВВП во II квартале 2019 года.

Вследствие эффективной реализации национальных проектов Минэкономразвития России предполагает постепенное ускорение темпов экономического роста до 2 % в 2020 году, а затем уровень установится выше 3 % (см. таблицу) [5].

Прогноз экспорта и импорта на 2020 г.

Показатели	Годы	
	2019	2020
Экспорт, млрд \$	275,0	305,1
Импорт, млрд \$	157,7	170,3

При этом планируется, что достижение национальных целей развития российской экономики будет наблюдаться даже при ужесточении внешнеэкономической ситуации. Особенностью данного документа является впервые предложенное средство достижения национальных

целей развития. По каждому этапу развития формируется план выполнения задачи, который устанавливает траектории выхода на целевые уровни, описываются факторы, способные оказать влияние на достижение цели, и государственные программы РФ.

Из этого можно заключить, что план достижения национальных целей будет выглядеть как экономическая модель развития, которая определяет и описывает ключевые риски, предполагающие действия по их устранению.

Библиографический список

1. Давнис В.В., Добринина М.В., Чекмарев А.В. Основы моделирования адаптивно - таргетированных прогнозных траекторий и анализ их устойчивости. Научный журнал Современная экономика: проблемы и решения. Воронежский государственный университет. Выпуск № 9 (105). Воронеж, 2018. Статья входит в перечень ВАК.

2. Добринина М.В., Чекмарев А.В. Основы

адаптивного таргетирования в прогнозировании экономических процессов. Экономическое прогнозирование: модели и методы: Воронежский государственный университет, Воронеж, 2018.

3. Смитиенко Б. М. Внешнеэкономическая деятельность: учебное пособие / Б. М. Смитиенко, В. К. Поспелов, С. В. Карпова. - М.: Мастерство, 2018. - 304 с.

4. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов : учеб. пособие / Е.П. Чураков. - М. : Финансы и статистика, 2008. - 208 с.

5. Прогноз социально - экономического развития Российской Федерации: прогноз Минэкономразвития РФ от 2019 г.

УДК 004: 327.8

Казанский государственный энергетический университет
студент А.А. Шакиров, тел.: 8-843-519-4326, Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент Р.С. Зарипова, e-mail: zarim@rambler.ru
Россия, г. Казань

Kazan State Power Engineering University
Student A.A. Shakirov, ph.: 8-843-519-4326, Russia, Kazan
Kazan State Power Engineering University
Ph. D. in Eng., assistant prof. R.S. Zaripova, e-mail: zarim@rambler.ru
Russia, Kazan

А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЙН В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Аннотация: статья посвящена рассмотрению особенностей информационных войн с акцентом на информационное противостояние между различными субъектами в киберпространстве. Проводится анализ информационных войн как специфического явления современности, влияющего на военную безопасность государств. Подробно рассмотрены виды таких войн: медиавойны, кибервойны и сетевые войны

Ключевые слова: информационная глобализация, медиавойны, кибервойны, сетевые войны, информационные войны, кибервзлом

A.A. Shakirov, R.S. Zaripova

PECULIARITIES OF INFORMATION WARS IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION

Abstract: the article is devoted to consideration of peculiarities of information wars with emphasis on information confrontation between different subjects in cyberspace. The analysis of information wars as a specific phenomenon of our time influencing the military security of states is carried out. Types of such wars are considered in detail: media wars, cyber wars and network wars

Keywords: information globalization, media wars, cyber wars, network wars, information wars, cyber hacking

Что представляет собой «информационная глобализация»? Без ответа на данный общий вопрос нереально перейти к изучению материала, также к дилемме информационных войн, непременно, которые имеют глобальное измерение. Информационную глобализацию разглядывать в двух качествах: это функциональном и институциональном. В первом случае может быть беспристрастный прогресс организации в полной информационной инфраструктурных объектов, другими словами сеть информационных учреждений, которые обеспечивают трансляцию ин-

формации. Институциональный нюанс охватывает хороший диапазон действий: от распространения индивидуальных технологий до сотворения межнациональных медиа компаний. На данный момент уже нереально представить, что правительство при выработке государственной армейской концепции прошел проверку, как информационная безопасность [1, 2]. Можно сказать, и про то, что глобальная сеть возникла на свет почти во всем как итог продвижений конкретно военных технологий. Спустя десятки лет данный информационно-сетевой инструмент был неразделимым признаком ежедневной жизни.

Отметим, что «главную роль в возникно-

© Шакиров А.А., Зарипова Р.С., 2020

вании технологий игралось новаторское научное учреждение Минобороны США DARPA, положившее начало сети. С 55-х гг. была сеть ARPANET, созданная для управления и планированием исследований Минобороны США. В 80-х гг. было решено о подключении к ARPANET личных и коммерческих структур, в результате чего и возникла сеть». Отсюда можно увидеть, что информационные и военные технологии вначале шли «рука об руку», и к истинному значению связь лишь усилилась, однако она не настолько логично сознанию. С начала XXI века использование информационных технологий переоплотился в мощнейший феномен мировой политики, информационная и медиа составляющие проявляют мощное действие на построение межгосударственных связей. Конкретно на стыке этих двух подходов появился термин «информационная война».

Всесторонне изучить парадокс информационных войн нереально в отрыве от понятия «мягкой силы», которая в нынешнее время использовала устойчивую медийную и научную известность. Научная публикация о интернациональных отношениях обходится без использования термина «мягкая сила». Важным элементом проведения тактики «мягкой силы» является информационная война, применяемая как информационная сила. Понятие информационной силы в изучении «мягкой силы» уже применяется в отечественной политологии. Например, к интересным заключениям приходит Ю. Давыдов, который проанализировал ряд силовых элементов этого понятия: финансовую, политическую, идейную и информационную силу. В числе исследователей идут обсуждения вопроса, касающегося использования информационной силы на интернациональной арене. Это полностью закономерно, так как люди вступили в век информационных систем. Контроль над международными коммуникациями создает новые формы зависимости между странами. На рубеже столетий развернулась четвертая информационная революция, почти во всем характеризующаяся наибольшим внедрением мультимедийных, цифровых технологий [3, 4]. Цифровые технологии проникли во все области жизнедеятельности человека [5].

В интерпретациях термина «информационная война» есть и тенденция ставить упор на втором слове, то есть выделять милитаристский нюанс как определяющий. Например, Г.Б. Корсаков, определяя это понятие применительно к армейской тактике США, подчеркивает: «Под этим

термином понимается всеохватывающее информационное действие на систему муниципального и военного управления противника, которое уже в мирное время приводило бы к принятию подходящих для Соединенных Штатов решений, а в процессе конфликтной ситуации всецело парализовало бы функционирование структуры управления противника». Представляется, что абсолютизация милитаристского нюанса безмерно снижает диапазон проявлений информационных войн. По нашему мнению, этот парадокс имеет довольно ярко выраженное «гражданское» измерение, проявляющееся в информационном действии на публичное сознание и общественно-психологическое состояние гражданских жителей.

В научной и публицистической литературе имеет место некая терминологическая неурядица относительно различных видов «войн». Такие предикаты войны как «медиа», «информационная», «кибер», «цифровая», «сетевая» и т. п. часто употребляются как синонимы. Рискнем предложить авторскую систематизацию разных типов информационных войн и в определенном смысле логически упорядочить обозначенные выше определения. Общим термином выступает «информационная война». Руководствуясь значением этого термина, можно выделить два типа такого рода войн: открытые и латентные. К открытым относятся медиа войны, в которых ведущими субъектами информационного противоборства оказываются национальные, региональные компании. К латентным относятся кибервойны, которые могут разворачиваться в форме кибервзломов как между странами, так и автономными по отношению к ним веб-сообществами. Промежуточным вариантом информационных войн являются сетевые войны. Изюминка медиа войн заключается, что медиа компании как информационные площадки охватывают большие аудитории, делают определенные и противоречащие «картины мира».

Попытаемся проследить главные векторы такого рода новостного, а на самом деле мировоззренческого противоборства. Иными словами, стратегическим вектором ведения информационных медиа войн выступает геополитическая опозиция «глобального Севера» и «глобального Юга», лидером первого выступают США, а второго – Китай. Существует ряд локальных «фронт» противоборства. С начала XXI века «глобальный Юг» в лице КНР, арабского мира, Ирана и государств Латинской Америки активизировал информационную политику, создавая и расширяя

агентства. Изучая китайскую политику в глобальном информационном пространстве, секретарь российского Министерства иностранных дел подчеркнуло, что в 2009 г. Пекин сообщил о планах выделить до 45 миллиардов юаней на расширение китайских иноязычных средства массовой информации. Планы включали повышение числа заграничных корпунктов муниципального информационного агентства «Синьхуа», также расширение его деятельности на спутниковые и веб-трансляции. В конце 2009 г. были запущены каналы на китайском и англо-языках. В итоге Китай очевидно оспаривает у Соединенных Штатов Америки мировое информационное первенство. Иным регионом «глобального Юга», где интенсивно проводятся медиа войны, является Ближний Восток. Тут с целью схожих операций выступают США. Например, перед началом военных операций в Ираке и Афганистане США при технической помощи информационных агентств сделали «филиалы» средств массовой информации США. В итоге на свет возник телевизионный канал «Al Nigta» и радиоккомпания «Sawa», которые вещают на арабском языке.

Перейдем к изучению другого типа информационных войн. Закрытый и латентный тип информационных войн подразумевает более широкий спектр разновидностей. Сама природа информационных действий подразумевает наибольшее сохранение конфиденциальности субъекта. Продуктивность информационно-диверсионной операции определяется тем, как обеспечены и сохранены анонимность проводящего ее субъекта. Это событие и описывает латентные информационные войны в современном арсенале противостояний. К латентному типу можно отнести прежде всего кибервойны. В них решаются военные цели и задачи, но преднамеренно без использования милитаристского арсенала, только средствами компьютерных технологий. К примеру, выведение из строя инфраструктурных объектов методом внедрения в электрическую систему вируса. Субъектами противостояния кибервойны оказываются как некоторые страны, преднамеренно стремящиеся не допустить столкновения методом перевода противостояния в информационную плоскость.

Гибридной формой открытого и закрытого типа информационной борьбы выступают так называемые сетевые войны. В них элементы медиа войн и кибервойны смешиваются, размещаясь на информационной площадке межнациональных сетей. С одной стороны, через инфраструктуру платформ как Фэйсбук либо Твиттер транслируются и внедряются в публичное видение картины мира, которые создаются большими

масс-медиа. С иной стороны, соцсети служат для объектов кибервзломов закрытого типа для несогласованного получения секретной базы. К понятию «сетевые войны» относится и термин «сетевая дипломатия». В текущее время США взяли на вооружение стратегию «сетевой дипломатии» в стремлении оказать внешнеполитическое действие на геополитических соперников в разных регионах мира. Сетевая война заключается в использовании информационно-коммуникационных технологий для перехода от операций, которые были основаны на применении некоторых площадок, к операциям, проводимым в едином информационном пространстве. В контексте сетецентрического противоборства составляют некоторый фронт информационных действий, разворачивающихся в пространстве глобальных сетей. Соцсети играют главную роль и в общественно-политических действиях, что ярко показал опыт компании Фэйсбук, которая стала одним из решающих феноменов «арабской весны». Метод сетевых войн может разворачиваться по различным сценариям, но его можно свести к последующей схеме: сначала делается мощнейший информационный взброс в соцсети со ссылкой на релевантный и вызывающий источник, а потом информация распространяется в режиме снежного кома и становится настоящим фактором политических действий. Соцсети стали проводником этой псевдоинформации, дали ей статус правдивой и вызвали резонанс, реально отразившийся на состоянии мировой экономики [6, 7].

Экономические войны тесно связаны с информационными войнами [8]. Их смысл не допустить войну в её классическом виде. Этот факт усугубляет информационную войну, в основе которой заложена технология пропаганды, которая формирует образ врага, представляющего угрозу для страны.

Таким образом, стремительно развивающиеся информационные технологии и военная техника должны явиться толчком к разработке новых направлений для сохранения мира между государствами.

Библиографический список

1. Шакиров А.А. Актуальность обеспечения информационной безопасности в условиях цифровой экономики / А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова / Инновационное развитие экономики. Будущее России: Сборник материалов и докладов V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – 2018. – С. 257-260.
2. Шакиров А.А. Технологии больших данных в области информационной безопасности / А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова / International

Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. – 2018. – № 2. – С. 74-77.

3. Зарипова Р.С. Организация производства в условиях цифровой экономики / Р.С. Зарипова, Р.Р. Галямов, А.Ю. Шарифуллина / Наука Красноярья. – 2019. – Т.8. – №1-2. – С.20-23.

4. Галиуллина Э.Р. Проблема возрастного цифрового разрыва современности / Э.Р. Галиуллина, А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова / Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т.10. – № 4. – С. 25-29.

5. Басаргин В.Я. Влияние цифровых технологий на урбанизацию / В.Я. Басаргин, Р.С. Зарипова, О.А. Пырнова / «Цифровая культура открытых городов»: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург. – 2018. – С. 13-15.

6. Антипова Т.С. Глобализация и глобальные проблемы в мировой экономике / Т.С. Антипова, А.Р. Залилов, Р.С. Зарипова / «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2018)»: Сборник материалов

Всероссийской научной конференции молодых исследователей. – Мин-во образования и науки РФ; Росс. гос. ун-т им. А.Н. Косыгина. – 2018. – С. 324-325.

7. Злыгостев Д.Д. Информационная безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий / Д.Д. Злыгостев, Р.С. Зарипова / Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2017. – С. 23-25.

8. Шакиров А.А. Роль новых технологий в экономике XXI века: угрозы и вызовы цифровой экономики / А.А. Шакиров А.А., Р.С. Зарипова / «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2018)»: Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. – Мин-во образования и науки РФ; Росс. гос. ун-т им. А.Н. Косыгина. – 2018. – С. 331-334.

УДК 623.021

*Воронежский государственный университет
преподаватель М.В. Добринина, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный университет
бакалавр А.А. Котова, e-mail: angelina.kotova.99@mail.ru,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный университет
бакалавр Н.В. Хрячкова, тел.: 8-473-234-9051, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State University
Lecturer M.V. Dobrina, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru,
Russia, Voronezh
Voronezh State University
Bachelor A.A. Kotova, e-mail: angelina.kotova.99@mail.ru,
Russia, Voronezh
Voronezh State University
Bachelor N.V. Khryachkova, Ph.: 8-473-234-9051, Russia, Voronezh*

М.В. Добринина, А.А. Котова, Н.В. Хрячкова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ БЕЗРАБОТИЦЫ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в статье рассматриваются этапы построения прогноза уровня безработицы, а также возможные меры государственного регулирования по сокращению безработицы. Принятие данных мер будет способствовать стабилизации ситуации на рынке труда и приближению экономики к состоянию полной занятости. Авторами определены основные группы факторов, влияющие на потребность в рабочей силе, методы прогнозирования социально-экономического развития, а также разработан прогноз уровня безработицы на 2020-2021 гг.

Ключевые слова: безработица, рынок труда, прогноз, социально-экономическое развитие Российской Федерации, занятость, рабочая сила

M.V. Dobrina, A.A. Kotova, N.V. Khryachkova

FORECASTING THE UNEMPLOYMENT RATE IN VORONEZH REGION

Abstract: the authors consider the stages of building the forecast of the unemployment rate, also possible measures of state regulation to reduce unemployment. The adoption of these measures will help stabilize the situation on the labor market and bring the economy closer to full employment. Along with this, the authors identified the main groups of factors affecting the need for labor, methods for predicting socio-economic development, and, in addition, developed a forecast of unemployment for 2020-2021

Keywords: unemployment, labor market, forecast, socio-economic development of the Russian Federation, employment, labor force

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в настоящее время безработица яв-

ляется одной из важнейших социально - экономических проблем в условиях рыночных отношений, потому как отличительной особенностью безработицы на рынке труда является низкий

© Добринина М.В., Котова А.А., Хрячкова Н.В., 2020

уровень занятости населения. В соответствии с прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года численность безработных россиян может увеличиться с 3,5 – 4 млн. чел. до 7,7 – 7,8 млн. чел. и составить 9,6 – 9,7% от численности рабочей силы. Это объясняется повышением пенсионного возраста в РФ [3]. Уровень занятости населения напрямую воздействуют на его доходы, материальное положение и, кроме этого, на потребность в социальной защите.

При прогнозировании безработицы основной целью является разумное использование трудовых ресурсов, имеющихся в стране, а также максимальное обеспечение всех слоев населения работой. Несмотря на заданные условия экономической системы, государство должно стараться достичь полной занятости. Данный аспект свидетельствует о предоставлении возможности всему трудоспособному населению, имеющему желание, трудиться в общественном производстве [1].

Прогноз уровня безработицы проходит в несколько этапов:

1. Исследование. На этой стадии проводится анализ состояния занятости населения по следующим направлениям: определение структуры, динамики, характера и уровня занятости. После этого выделяются ключевые тенденции, причины их возникновения, развития, снижения и т. д.

2. Расчёты. Особенность данного этапа заключается в формировании оценки параметров желаемого уровня занятости. Существует две основные группы факторов, отличающихся по степени направления и их воздействия на занятость: причины, определяющие её уровень; а также причины, характеризующие систему предложения трудовых ресурсов.

В конечном итоге, уровень безработицы формируется путем соотношения спроса и предложения на рынке труда. На потребность в рабочей силе оказывают влияние такие факторы, как: динамика уровня заработной платы, совершенствование экономики, перемещение трудовых ресурсов между отдельными регионами страны, объемы деятельности производственных и непроизводственных сфер.

3. Изучение возможных вариантов прогноза и, как следствие, выделение наиболее вероятных. Кроме этого выбираются варианты, которые основываются на реальных мерах государственного регулирования. Такими мерами

являются: повышение (снижение) налоговых ставок на доходы хозяйствующих субъектов; изменение ставки рефинансирования; увеличение объемов общественных работ и временной занятости безработных граждан; профессиональная переподготовка и помощь безработным гражданам; изменение таможенных пошлин на экспорт и импорт товаров; корректировка системы ценообразования; выделение бюджетных средств на организацию дополнительных рабочих мест [2].

Выделяют большинство методов прогнозирования социально-экономического развития: методы экспертных оценок, методы экстраполяции, моделирование, нормативный метод и целевой метод [4]. В данный момент времени существует множество разнообразных методов, которые обладает своей собственной областью применения и отличительными особенностями.

Для содействия безработным гражданам в трудоустройстве и обеспечении их социальной поддержки от безработицы в Воронежской области была подготовлена государственная программа на 2019 – 2021 годы. Данная программа направлена на реализацию политики Правительства в сфере труда и занятости граждан. В процессе программы будет иметь место сокращение уровня безработицы, благодаря уравновешенности структурных характеристик рынка трудовых ресурсов (территориальных и квалификационно-профессиональных) и формирование системы оперативного управления множества трудовых ресурсов.

По состоянию на 2019 г. по данным Росстата в Воронежской области зарегистрировано 10,8 тыс. безработных граждан, уровень зарегистрированной безработицы – 0,8% (по РФ – 0,9%) [5].

Существенным желаемым конечным итогом государственной программы является уменьшение разрыва между уровнями общей и регистрируемой безработицами. Уровень безработицы по методологии Международной организации труда к 2020-2021 гг. снизится до 4,0%. В свою очередь, уровень регистрируемой безработицы сократится до уровня, который составляет не более 1,0% [6].

На основе прогнозирования общей численности безработного населения, численность зарегистрированных безработных в государственных органах службы занятости населения в 2020 году будет составлять примерно 11,6 тыс. чел., а в 2021 году – 11,5 тыс. чел. Для разработки прогноза были использованы следующие показате-

ли: производительность труда, прогнозы динамики ВВП, численность населения и др.

Осуществление правительственной программы будет содействовать повышению уровня эффективности трудоустройства безработных граждан и граждан, находящихся в поиске работы, на рынке трудовых ресурсов; росту конкурентоспособности безработных граждан; обеспечению социальной поддержки не работающих граждан; более эффективному использованию трудовых ресурсов страны и сохранению численности населения; созданию новых, качественных условий труда, которые позволят сохранить трудоспособность работающего населения на всём протяжении профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Безработица, ее особенности и основные направления регулирования в Российской Федерации / под ред. Е. А. Авдеевой. – М.: Инфра-М, 2016. – 224 с.

2. Давнис В.В., Добрина М.В., Чекмарев А.В. Основы моделирования адаптивно - таргетированных прогнозных траекторий и анализ их устойчивости. Научный журнал Современная экономика: проблемы и решения. Воронежский государственный университет. Выпуск № 9 (105). Воронеж, 2018. Статья входит в перечень ВАК.

3. Добрина М.В., Чекмарев А.В. Основы адаптивного таргетирования в прогнозировании экономических процессов. Экономическое прогнозирование: модели и методы: Воронежский государственный университет, Воронеж, 2018.

4. Кашепов А. В. Прогнозирование конъюнктуры рынка труда в условиях современных институциональных реформ. / А. В. Кашепов // Социально-трудовые исследования. – 2019. – №1.

5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. – (<https://www.gks.ru/>).

6. Официальный сайт территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области. – (<https://voronezh-stat.gks.ru/>).

УДК 004.9

*Воронежский государственный технический университет
магистрант А.В. Ошивалов, e-mail: o.andrey.w@yandex.ru,
Россия, г. Воронеж*

*Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент Н.В. Акамсина,
e-mail: akamsina@vgasu.vrn.ru, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh state technical University
Master Student A.V. Oshivalov, e-mail: o.andrey.w@yandex.ru,
Russia, Voronezh*

*Voronezh state technical University
Ph. D., Associate Prof. N.V. Akamsina, e-mail: akamsina@vgasu.vrn.ru
Russia, Voronezh*

А.В. Ошивалов, Н.В. Акамсина

АНАЛИЗ СИСТЕМ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Аннотация: в статье дается анализ представленных на рынке систем для расчета основных параметров индивидуального жилого дома

Ключевые слова: индивидуальный жилой дом, программное приложение, параметр строительства, функции приложения

A.V. Oshivalov, N.V. Akamsina

ANALYSIS OF SYSTEMS OF CALCULATION OF THE MAIN PARAMETERS OF AN INDIVIDUAL HOUSE

Abstract: in the article the analysis of the systems presented in the market for calculation of the basic parameters of the individual house is given

Keywords: private residential building, a software application, a parameter of the construction, function, applications

Все больше и больше людей отдают предпочтение проживанию в собственном доме, постройка которого может быть отдана как строительной компании, так и осуществлена собственными силами. И в том и в другом случае

необходимы расчеты основных параметров строящегося здания, которые проводятся в первом случае в профессиональных системах проектирования зданий, а во втором, зачастую, или вручную или в разрозненных приложениях.

Подобные решения представляют собой разного рода локальные системы, сайты, мо-

бильные приложения. Часто отдельные элементы строительства могут быть просчитаны на сайтах компаний по продаже определенных стройматериалов или услуг - кровли, водосточных систем, отопления, окон и пр. Далее будут рассмотрены наиболее распространенные решения на рынке России, их функционал, удобство использования, возможность комплексного решения.

«Stroy-Calc» - бесплатные строительные онлайн калькуляторы и расчеты – довольно функциональный набор расчетов, включающий в себя расчет различных типов фундаментов, стен, кровли, отопления и материалов, удобный интерфейс, онлайн доступ.

«Фундаменты от а до я» – справочный портал об устройстве фундаментов, расчет только фундаментов, интерфейс удобный.

«Pobetony.expert» - справочный портал об устройстве фундаментов и стен, расчет разного типа фундаментов и стен, интерфейс неудобный

«Дачный эксперт» – справочный портал о строительстве, информация об отоплении, устройстве стен, фундаментов, кровли. Расчет только кровли, интерфейс неудобный.

«GrandLine» – сайт компании по производству кровли, фасадов, заборов, расчет кровли, заборов и фасадов, результат только на электронную почту, интерфейс не очень удобен.

«ProstoBuild» – мобильное приложение, содержащее набор строительных калькуляторов, одно из наиболее полных и удобных предложений на рынке мобильных услуг, возможен оффлайн расчет, платное.

«Will Maze» – мобильное приложение, содержащее большой набор строительных калькуляторов, возможен оффлайн расчет, платное или реклама.

Характеристики рассмотренных систем сведены в таблице.

Сравнительные характеристики систем расчета основных параметров индивидуального жилого дома

Наименование	Фундамент	Стены	Кровля	Отопление	Лестницы	Другое	Интерфейс	Оффлайн	Результат
сайты									
Stroy-Calc	да	да	да	да	нет	материалы	удобный	нет	Сразу
Фундаменты от а до я	да	нет	нет	нет	нет	нет	удобный	нет	Сразу
Pobetony.expert	да	да	нет	нет	нет	нет	неудобный	нет	Сразу
Дачный эксперт	нет	нет	да	нет	нет	нет	Неудобный	нет	сразу
GrandLine	нет	нет	да	нет	нет	Заборы, фасады	не очень удобный	нет	По почте
мобильные приложения									
ProstoBuild	да	да	да	да	Нет	Материалы, балки, фермы, покраска и др.	удобный	да	сразу
Will Maze	да	да	нет	нет	нет	Материалы, покраска	удобный	да	сразу

На основе проведенного анализа был сделан вывод, что наиболее востребованными параметрами для расчета при строительстве индивидуального жилого дома являются:

- параметры фундамента;
- параметры стен;
- параметры кровли;
- параметры отопления;
- параметры лестниц.

Таким образом, при проектировании си-

стемы, следует учитывать востребованность параметров для расчета параметров жилого дома.

Исходя из вышеизложенного, предлагается следующая структура приложения для расчета основных параметров строительства индивидуального жилого дома (рис. 1).

Подобная блочная структура позволит в дальнейшем легко расширять функционал приложения и перерабатывать и расширять существующие функции.

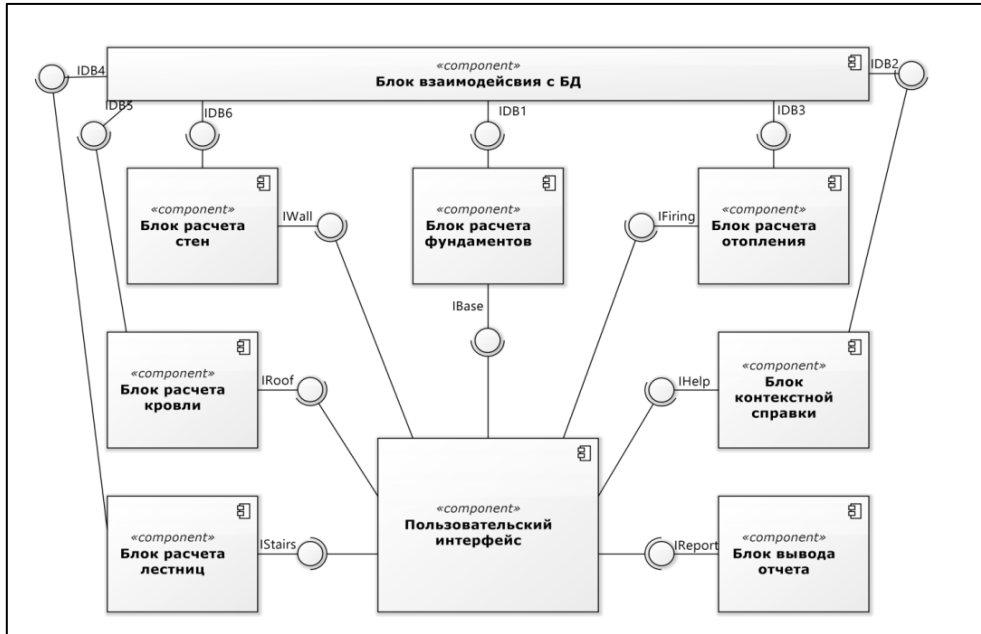


Рис. 1. Структура мобильного приложения для расчета основных параметров индивидуального жилого дома

Также анализ предлагаемых на рынке решений, позволил выделить основные функции предлагаемого приложения. Диаграмма прецедентов, отображающая эти функции, показана на рис. 2.

Диаграмма прецедентов, отображающая эти функции, показана на рис. 2.

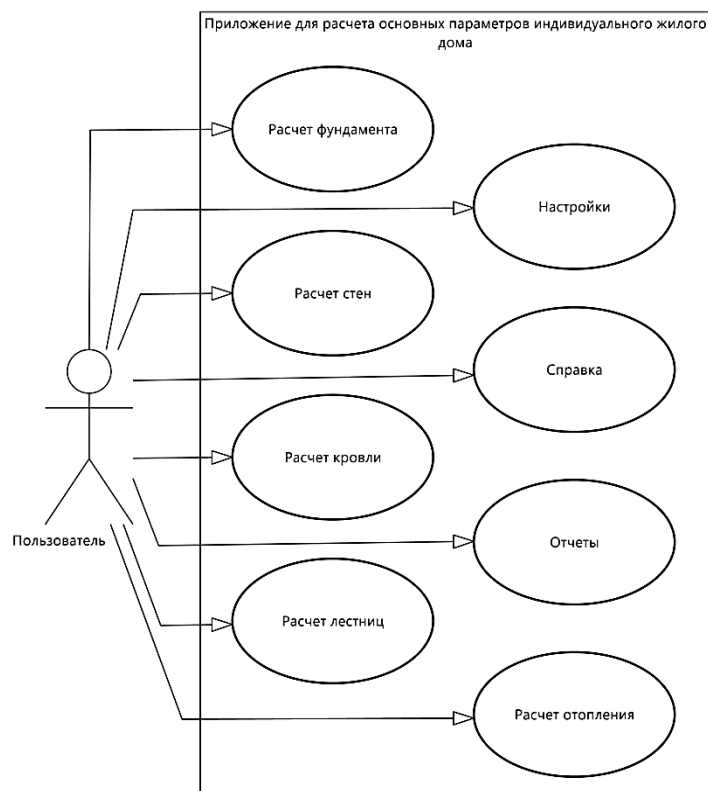


Рис. 2. Диаграмма прецедентов приложения для расчета основных параметров индивидуального жилого дома

Исходя из количества предложений в разных платформах, можно сделать вывод, что для расчета параметров строительства индивидуальных жилых домов чаще всего используются мобильные приложения в силу отсутствия привязки к персональному компьютеру по сравнению с локальными системами, расширенных возможностях по сравнению с веб - приложениями и возможностью доступа в интернет при необходимости.

Предполагаемое приложение планируется разрабатывать для системы Android версии 7.x и выше с использованием системы хранения данных SQLite. В дальнейшем возможно портирование для MacOS.

Библиографический список

1. Проскурин Д.К., Ошивалов А.В. Автоматизации работы некоммерческого партнерства "Воронежский государственный архитектурно-строительный университет - межрегиональное объединение организаций в системе строительства и проектирования". Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2014. № 2. С. 109-111.

2. Проскурин Д.К., Ошивалов А.В. Разработка типовой информационной системы электронного межведомственного обмена субъекта

Российской Федерации. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. / - Воронеж: ГАСУ, № 2, 2015, С.86-92.

3. Ошивалов А.В. Адаптация государственной информационной системы электронного межведомственного обмена субъекта российской федерации к работе в среде СМЭВ 3.0. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. / - Воронеж: ГАСУ, №1 (7), 2016, с.142 -144.

4. Сысоев Д.В. Моделирование ресурсного взаимодействия информационных процессов в условиях конфликта: /Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах: научный журнал. - Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. Выпуск №2 (8). - С.37 - 42.

5. Сысоев Д.В., Сысоева А.А. Конкурирующие системы в рыночных отношениях: /Научный вестник ВГТУ. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 1 (15). С. 115-120.

УДК 004

*Казанский государственный энергетический университет
студентка О.А. Пырнова, тел.: 8-843-519-4326, Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент Р.С. Зарипова, e-mail: zarim@rambler.ru
Россия, г. Казань*

*Kazan State Power Engineering University
Student O.A. Purnova, Ph.: 8-843-519-4326, Russia, Kazan
Kazan State Power Engineering University
Ph. D. in Eng., assistant prof. R.S. Zaripova, e-mail: zarim@rambler.ru
Russia, Kazan*

О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ РОЛЬ В РАЗВИТИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Аннотация: в современном мире огромную роль играют передовые технологии, и когнитивные технологии не являются исключением. В данной статье рассматриваются происхождение и основная задача данных технологий, а также их виды, которые очень быстро прогрессируют в настоящее время

Ключевые слова: искусственный интеллект, когнитивные технологии, когнитология, информация, познание, технология обучения, виртуальная реальность, робототехника, оптимизация

О.А. Purnova, R.S. Zaripova

COGNITIVE TECHNOLOGIES AND THEIR ROLE IN THE DEVELOPMENT OF MODERN SOCIETY

Abstract: in today's world, cutting-edge technology plays a huge role and cognitive technology is no exception. This article discusses the origin and main purpose of these technologies, as well as their types, which have rapid progress at the present time

Keywords: artificial intelligence, cognitive technologies, cognitive science, information, cognition, learning technology, virtual reality, robotics, optimization

В наши дни всё большую популярность обретают нанотехнологии, такие как 3d-

принтеры, и совершенно не удивительно, что мир уже готовится к новой технологической революции – когнитивным технологиям. Но что же это такое? Слово “Cognito” означает «позна-

© Пырнова О.А., Зарипова Р.С., 2020

вать». Когнитивные технологии «работают» с нашим познанием: следят за работой мозга, понимают человека, оценивают внимание, отслеживают состояние. Наука, которая занята исследованиями в этой сфере называется когнитивистика – наука, развивающаяся на стыке нейрофизиологии, математики, теории познания, психологии, лингвистики, физиологии и теории искусственного интеллекта.

Ежедневно ученые проводят исследования работы человеческого мозга в различных ситуациях, чтобы понять секреты функционирования высшей нервной деятельности человека. Это делается для того, чтобы научиться воспроизводить его особенности и положить начало настоящему действующему искусственному интеллекту, который будет способен к творчеству и обучению. Одним из самых простых примеров данной технологии может служить следящая камера и специальный софт, позволяющим использовать компьютер даже парализованным людям. Более же сложный вариант через эмоции может сообщить об истинных чувствах человека. Однако, в ближайшем будущем это не будет максимумом возможностей данных технологий, грядет эра трехмерных интерфейсов – виртуальная реальность.

Виртуальная реальность – когнитивная технология, в которой используются зрительные иллюзии способные обманывать наши чувства [1]. Но почему же данный вид интерфейса широко не используются в настоящий момент? Ответом на этот вопрос является морская болезнь, или как ее называют с началом эры информационных технологий «болезнь тренажеров», так как для нашего мозга работа с трехмерными дисплеями сложна и возникает психологический дискомфорт.

Современный этап развития когнитивной науки называют нейросетевым или коннекционистским. Исследование познания здесь не сводится к тому, что происходит в мозгу, а включает постоянное взаимодействие организма и его окружения, то есть мозга, тела и его окружения. Согласно коннекционистской модели в основании функционирования нейронных сетей мозга лежит не абстрактное логическое мышление, а распознавание паттернов.

В настоящее время создано огромное количество различных информационно когнитивных технологий, но далеко не все широко приняты и имеют быстрый прогресс [2]. Все они являются продуктами из области искусственного интеллекта и способны выполнять задачи, которые люди

привыкли делать [3, 4]. Вот некоторые из них:

- Компьютерное зрение. Данные компьютерные технологии используют последовательности операции обработки изображений или различные методы для анализа изображения. Компьютерное зрение имеет множество приложений таких как анализ медицинской визуализации и определение людей на фотографии. Спектр применения данной технологии расширяется с огромной скоростью. Родственной дисциплиной является машинное зрение, которое способно распознавать объекты, например, части для изготовления в какой-либо среде, но оно проще и ограниченнее.

- Машинное обучение. Технологии, относящиеся к способности компьютерных систем повышать свою производительность. Они включают процесс автоматического обнаружения закономерностей для создания прогнозов. Машинное обучение используется для улучшения производительности почти любой деятельности, которая имеет большое количество данных: проверка на мошенничество, здравоохранение, разведка нефти и газа и другие.

- Обработка естественного языка. Здесь подразумевается способность компьютера работать с текстом: извлекать главную мысль, генерировать новый читаемый и имеющий смысл текст одного стиля, умение понимать истинный смысл фразеологизмов, табулировать текст. Данная обработка включает в себя несколько методов для достижения своей цели: языковые модели могут быть использованы для прогнозирования, выбор компонентов идентификации элементов и фрагментов текста, классификация текста будет действовать на извлеченные компоненты.

- Робототехника. Она соединяет когнитивные технологии (зрение и автоматизированное планирование), тем самым порождая новое поколение роботов, способное работать вместе с людьми и выполнять огромное количество функций в различных условиях [5-7].

- Распознавание речи. Оно создано для быстрого и точного распознавания человеческой речи и включает в себя технологии обработки естественного языка. Такие когнитивные технологии включают в себя управление голосом различных систем и приложений, которые позволяют использовать человеческую речь.

- Оптимизация. Автоматизирует компромиссы об ограниченных ресурсах и комплексные решения.

- Планирование. Представляет собой по-

следовательность и разработку действий для успешного достижения поставленных целей.

- Правила систем. Выполняет любые правила систем, которые используют базы знаний, правила для автоматизации процесса.

На данный момент мы понимаем когнитивные технологии как скопление всевозможных методов, программ и алгоритмов, способных выстраивать решения каких-либо задач, но в скором времени вместе с развитием данных технологий это будет полноценный искусственный интеллект, разработанный благодаря совокупности всех видов когнитивных технологий.

Библиографический список

1. Никитина У.О., Зарипова Р.С. Влияние средств виртуальной реальности на формирование личности / Информационная культура современного детства: сборник статей международной научно-практической конференции. Челябинск: Титул, 2019. – С.41-43.
2. Шакиров А.А. Роль новых технологий в экономике XXI века: угрозы и вызовы цифровой экономики / А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова / «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2018)»: Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. – Мин-во образо-

вания и науки РФ; Росс. гос. ун-т им. А.Н. Косыгина. – 2018. – С. 331-334.

3. Пырнова О.А. Технологии искусственного интеллекта в образовании / О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова / Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т. 10. – №3. – С. 41-44.

4. Пырнова О.А. Искусственный интеллект в камерах смартфонов / О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2019. – № 1 (15). – С. 82-84.

5. Хайруллин А.М. Обучение будущих инженеров робототехнике – вложение в конкурентоспособность страны / А.М. Хайруллин, Р.С. Зарипова / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартовского государственного университета. – 2018. – С.141-142.

6. Пырнова О.А. Применение робототехники в медицине / О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартовского государственного университета. – 2018. – С. 384-386.

7. Байнов А.М. Робототехника и компьютерное моделирование: задачи и перспективы применения / А.М. Байнов, Р.С. Зарипова / International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. – 2018. – № 2. – С. 4-7.

УДК 004.9

Казанский государственный энергетический университет
магистрант Л.А. Давлетшина, e-mail: liana.davletshina@mail.ru,
Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент И.К. Будникова, тел.: 8-843-519-4263
Россия, г. Казань

Kazan State Power Engineering University
Undergraduate L.A. Davletshina, e-mail: liana.davletshina@mail.ru,
Russia, Kazan
Kazan State Power Engineering University
Ph. D. in Eng., assistant prof. I.K. Budnikova, ph.: 8-843-519-4263
Russia, Kazan

Л.А. Давлетшина, И.К. Будникова

ЗАДАЧИ СЕТЕВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЛУЖБЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИТ-УСЛУГ

Аннотация: проводится анализ результата интеграции службы Обслуживания конечных пользователей и контакт-центра в единую службу по работе с пользователями. Представлены результаты аналитических исследований для улучшения качества обслуживания и сокращения инцидентов

Ключевые слова: анализ, мониторинг, контакт-центр, автоматизированная система, управление, ИТ-услуги, информационные технологии, клиент, пользователь, маршрутизация, статистика, обращения, контроль

L.A. Davletshina, I.K. Budnikova

TASKS OF NETWORK SERVICE OF THE PROVISION OF IT SERVICES

Abstract: the analysis of the result of integration of the Service of end users and the contact center into a single service for working with users is carried out. The results of analytical studies are presented to improve the quality of service and reduce incidents.

Keywords: analysis, monitoring, contact - center, automated system, management, IT services, information technology, client, user, routing, statistics, access, control

Возникновение и развитие информационных технологий потребовало не только техниче-

ских стандартов, но и разработки правил эффективного использования информационных технологий [1].

Сегодня все компании – от малого до крупного нуждаются в информационных техно-

© Давлетшина Л.А., Будникова И.К., 2020

логиях для того, чтобы выдерживать конкуренцию в условиях повсеместного использования высокотехнологичных решений.

Служба технической поддержки на каждом предприятии может быть построена разнообразными способами (в плане реализации процессов поддержки).

Служба технической поддержки консультирует пользователей и технических специалистов, предотвращает и решает проблемы с программным обеспечением и оборудованием.

Правильно организованная техническая поддержка (Service Desk) всегда начинается с регистрации всех обращений конечных пользователей, служит единой точкой для общения пользователя с ИТ-службой. В данном контексте “единая точка” - это не физическая среда, а организационная единица. К примеру, единой точкой может быть так называемая первая линия технической поддержки или диспетчерская служба, которая будет обрабатывать заявки, поступающие по всевозможным каналам, от живого чата на сайте до телефона или с клиентского портала [3].

Служба Service Desk отвечает за мониторинг процесса устранения всех зарегистрированных инцидентов на линии технической поддержки.

Техническая поддержка часто подразделяется на уровни с целью улучшить обслуживание организации или базы клиентов.

Количество уровней определяется потребностями и желаниями бизнеса или же ставится в

зависимость от возможностей эффективно помочь клиентам или пользователям.

Успешность организационной структуры технической поддержки связана с пониманием техническими специалистами своих зон ответственности и обязанностей, времени, в течение которого эти обязательства перед клиентами исполняются, а также от особенностей эскалирования проблемы между уровнями технической поддержки.

В данной работе приводятся результаты аналитического исследования статистических данных работы службы технической поддержки при АО «ICL – КПО ВС».

Наиболее популярные решения по практической организации техподдержки часто строятся на базе Call-center.

Он является начальной точкой контактов конечных пользователей со службой техподдержки и служит источником информации об их фактической удовлетворенности уровнем сервиса, что дополняет информацию о технических параметрах качества обслуживания компании-клиента (внешнего или внутреннего).

На рис. 1 представлена диаграмма количества обращений, которые необходимо решить в первую очередь, поступивших на линию сотрудников ИТ-отдела. Поступившие запросы распределяются между сотрудниками технического сопровождения.

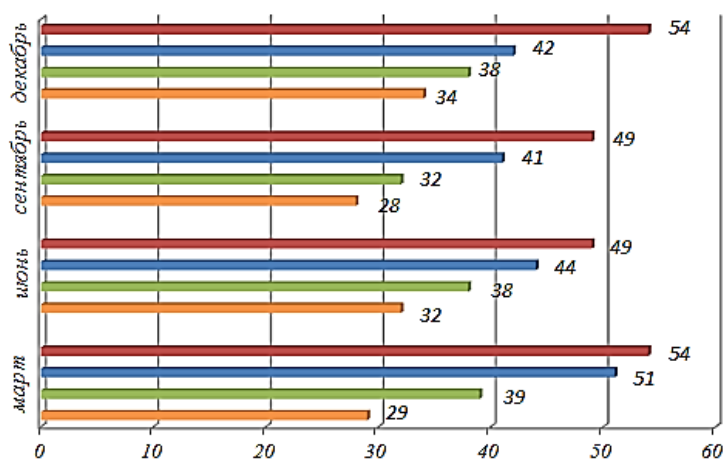


Рис. 1. Динамика изменения запросов по кварталам 2018 г.

На диаграмме наблюдается стабильное увеличение обращений к концу месяца каждого квартала.

Для более точного анализа, рассмотрим динамику изменений количества инцидентов за

2018 год, представленную на рис. 2.

Инцидент – незапланированное прерывание ИТ-услуг или же ошибка какой-либо конфигурационной системы. Это любое событие, не являющееся частью стандартных операций по

предоставлению услуги, которое привело или может привести к нарушению или снижению качества этой услуги.

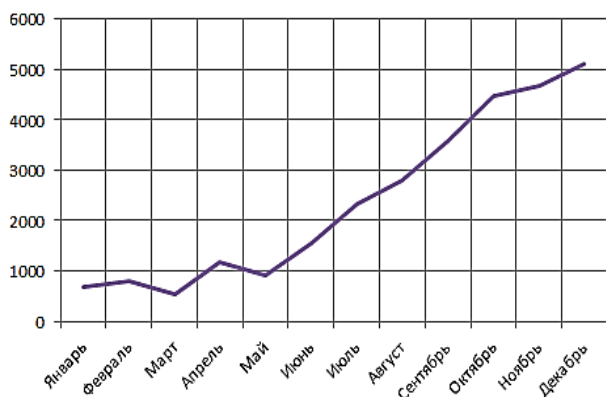


Рис. 2. Динамика изменения инцидентов за 2018 г.

На рис. 2 представлен график, отображающий развитие процесса - инцидент в течение 2018 года (по месяцам), на котором наблюдается стабильное увеличение обращений к концу года.

Так же необходимо рассмотреть динамику поступающих запросов на обслуживание, возьмем этот же временной промежуток с января – декабрь 2018 года. Данный временной интервал используем, для построения полной картины анализа данных за 2018 год.

Динамика изменения количества запросов на обслуживание, представлена на рис. 3.

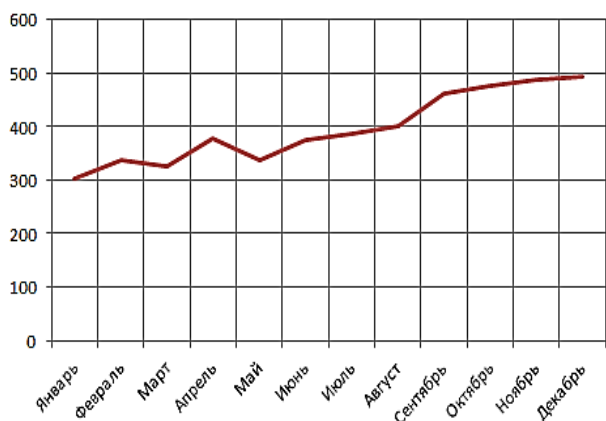


Рис. 3. Динамика изменения запросов на обслуживание за 2018 г.

Исходя из рассмотренных данных, можно сделать промежуточный вывод, касательно, запросов, поступающих на линию в 2018 году: ста-

бильное увеличение обращений происходит именно к концу года и к концу рабочего квартала.

Сравнительный анализ динамики изменения инцидентов и запросов на обслуживание, показывает, что количество инцидентов на линии существенно превосходит количество запросов на обслуживание.

Для уменьшения инцидентов на линии и для эффективного реагирования на поступившие запросы должен быть определен алгоритм работы сотрудников службы, включающий использование программного обеспечения, разработанного с учетом этого алгоритма. В настоящее время ведется работа в этом направлении.

Целью процесса управления инцидентами является скорейшее восстановление нормального уровня услуг, с минимальными возможными потерями для бизнес-деятельности организации и пользователей.

Интеграция в системы Service Desk интеллектуальных средств телефонии, инструментов удаленного доступа и роботизации бизнес-процессов позволит сохранить контроль за динамичной и масштабируемой ИТ-инфраструктурой цифрового предприятия [4].

Кроме того, процесс управления инцидентами должен вести точную регистрацию инцидентов для оценки и совершенствования процесса и предоставления необходимой информации для других процессов [5].

Библиографический список

1. Васильев, Р.Б. Управление развитием информационных систем: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Р.Б. Васильев, Г.Н. Калянов, Г.А. Левочкина. – Москва, 2016. – 520 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/100537>
2. Грекул, В.И. Управление внедрением информационных систем : учебное пособие / В.И. Грекул, Н.Л. Коровкина, Г.Н. Денищенко. – 2-е изд. – Москва : ИНТУИТ, 2016. – 279 с. – Текст : электронный // Электронно - библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/100539>
3. Все о сервисном обслуживании. URL: <https://okdesk.ru/blog/6steps-support>
4. Управление и развитие ИТ-инфраструктуры. URL: <http://www.icl.ru>
5. Управление инцидентами. URL: http://www.redov.ru/kompyutery_i_internet/it_servis_men_edzhment_vvedenie/p6.php

УДК 004.8

Воронежский государственный промышленно-гуманитарный колледж,
преподаватель Н.А. Епрынцева, e-mail: eprnat@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state industrial and humanitarian college
Teacher N.A. Eprintseva, e-mail: eprnat@mail.ru
Russia, Voronezh

Н.А. Епрынцева

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: РАЗРАБОТКА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация: в данной статье рассматриваются основные понятия, касающиеся искусственного интеллекта, вопросы разработки и области применения технологий искусственного интеллекта в нашем мире. Данная тема будет актуальна как в настоящее время, так и в будущем, потому что применение искусственного интеллекта растет с каждым годом, тем самым возрастает его роль в мире

Ключевые слова: искусственный интеллект, алгоритм, распознавание речи, нейронные сети, умные помощники, языковые переводчики, беспилотные автомобили, поиск и анализ изображений

N.A. Eprintseva

ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DEVELOPMENT AND APPLICATIONS

Abstract: this article discusses the main concepts related to artificial intelligence, the development and application of artificial intelligence technologies in our world. This topic will be relevant both now and in the future, because the use of artificial intelligence is growing every year, thereby increasing its role in the world

Keywords: artificial intelligence, algorithm, speech recognition, neural networks, smart assistants, language translators, driverless cars, image search and analysis

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) применяются повсеместно уже почти с десятков лет. Это дало нам много интеллектуальных продуктов, которые мы активно используем в повседневной жизни. Однако они еще очень далеки, чтобы называться «интеллектом» и имеют большой потенциал для улучшения. Искусственный интеллект - наука и технология, основанная на таких дисциплинах, как информатика, биология, психология, лингвистика, математика, машиностроение. Одним из главных направлений искусственного интеллекта - разработка компьютерных функций, связанных с человеческим интеллектом, таких как: рассуждение, обучение и решение проблем [1].

Так, все, чего мы достигли до сегодняшнего дня - это библиотеки для разработки ИИ, которые в основном требуют контролируемого обучения. Тем не менее такие технологические гиганты, как Microsoft, Facebook и Google, работают над созданием программ, которые будут работать поверх существующих библиотек разработки ИИ, чтобы дать им кроссплатформенность (способность программного обеспечения работать с двумя и более аппаратными платформами и операционными системами. Обеспечивается благодаря использованию высокоуровневых языков программирования) и поддержку самообучения.

Для разработки самообучающегося ИИ будут использоваться большие данные (англ. big data), квантовые вычисления, распределенные вычисления и связь 5G. Искусственный интеллект - особенно машинное обучение и глубокое

обучение сегодня повсюду. С помощью моделирования интеллектуальных нейронных сетей (ИНС) как можно ближе к структуре и системе обработки информации, используемой человеческим мозгом, ученые и исследователи создают компьютеры, которые приближаются или превосходят человеческий интеллект. Нейронные сети являются ключевым компонентом текущих достижений в области искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения и глубокого обучения [2]. Но глубокое обучение также укоренилось и во многих приложениях, которые мы используем каждый день. Apple Face ID и Google Photos используют глубокое обучение для распознавания лица и улучшения качества снимков. Facebook, Одноклассники использует глубокое обучение, чтобы автоматически отмечать людей на загружаемых фотографиях и так далее. Искусственный интеллект — это искусственно созданная система, основной целью которой является воспроизведение некоторых или всех черт человеческого интеллекта, а именно - планирование, обучение, рассуждение, решение проблем, оперирование данными и их использование, восприятие, контроль и манипулирование объектами и, в меньшей степени, социальный интеллект и креативность. Как мы знаем, человеческое мышление базируется на взаимодействии нейронов мозга, связи которых изменяются под влиянием жизненного опыта. Аналогично, алгоритмы ИИ были разработаны на основе нейронных сетей, которые позволяют компьютерам обретать новые навыки, как это делают люди. Нет необходимости программировать всю логику ИИ вручную, поскольку компьютер способен оптимизировать программу и самостоятельно подстраиваться для

корректного выполнения необходимых действий. Здесь уместен вопрос - на каких технологиях реализуются современные системы искусственного интеллекта. Отвечаем: существует несколько основных, базовых направлений в разработке ИИ, но на текущий момент, наиболее эффективны алгоритмы на основе CNN (сверточная нейронная сеть) и RNN (рекуррентная нейронная сеть).

CNN - это однонаправленная (без обратных связей) многослойная сеть, которая отлично подходит для работы с такими данными, как изображения и видео, где данные размещены в виде сетки пикселей. В свою очередь RNN хорошо справляется с последовательными данными, такими как текст и аудио.

CNN называется «сетью прямой связи», а RNN называется «сетью обратной связи».

Слух, возможность говорить, зрение и прогнозирующая интуиция базируются на использовании обеих сетей (CNN и RNN), а также технологии обработки естественного языка (NLP), которые дополняют друг друга. Подобные технологии используются в Alexa, Siri, Google Now, Cortana и других интеллектуальных голосовых помощниках. Далее представим вниманию программы, которые используются для создания ИИ. Их десятки, вот некоторые:

- KERAS - это библиотека нейронных сетей на основе Python с открытым исходным кодом, которая может работать под управлением Microsoft CNTK (Cognitive Toolkit), Tensorflow и многих других сред. KERAS лучше всего подходит новичкам.

- Tensorflow является наиболее выдающейся средой для разработки искусственного интеллекта, которая использует методы машинного обучения, такие как нейронные сети. Tensorflow был разработан командой Google Brain, именно этот фреймворк в ответе за автозавершение фраз в текстовое поле поисковой системы Google, а также ИИ приложений Google.

- SONNET Созданная командой Google DeepMind, Sonnet - это библиотека, работающая поверх TensorFlow для построения сложных нейронных сетей глубокого обучения. SONNET лучше всего подходит для исследований и разработок в области искусственного интеллекта и является очень сложной для новичков.

- CNTK (Microsoft Cognitive Toolkit) Ранее известный как CNTK, Microsoft Cognitive Toolkit нацелен обучить алгоритмы мыслить как человеческий мозг. Он обладает скоростью, масштабируемостью, качеством и совместимостью с C++ и Python. Microsoft использует его для функций AI в Skype, Cortana и Bing. Microsoft CNTK позволяет пользователям комбинировать популярные модели глубокого обучения, такие

как DNN, CNN и RNN.

- PYTORCH. Pytorch - это библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом для Python, основанная на Torch, которая использует технологии обработки естественного языка (NLP).

- DL4J (Deeplearning4j). Deeplearning4j - это библиотека с открытым исходным кодом для разработки ИИ с использованием методов глубокого обучения. Написана специально для Java и JVM (Java Virtual Machine). DL4J работает на базе собственной библиотеки числовых вычислений и может работать как на CPU, так и на GPU.

- Есть еще много различных сред для разработки искусственного интеллекта. Коротко лишь отметим ONNX, платформу глубокого обучения, которая совместно разработана Facebook и Microsoft, а также перечислим несколько других: H2O, DSSTNE, Theano, DeepDetect, ConvNetJS, ACT-R, Caffe и CaffeOnSpark.

- MXNET. Apache MXNET - это программная среда с глубоким обучением для развертывания нейронных сетей. Она имеет масштабируемую модель обучения, которая поддерживает несколько языков программирования для разработки AI: Go, R, Scala, Perl, C ++, Python, Julia, Matlab, JavaScript, и является проектом с открытым исходным кодом. MXNET используется для развертывания нейронных сетей в службах общего хостинга, таких как AWS и Microsoft Azure.

Так, где же сегодня мы встречаемся с применением искусственного интеллекта? Известно, что интеллектуальные системы применяются в разных областях и сферах. Их можно найти в голосовых помощниках, в торговых роботах, военных разработках и так далее. Далее представим краткую характеристику использования наиболее важных из них.

- Голосовые помощники, основанные на базе искусственного интеллекта, такие как Siri, Google Now, Alexa, Vixby и Cortana. Они слушают, что говорит пользователь, чтобы преобразовать речь в машиночитаемый вектор, после чего выдается вектор ответа, который произносится голосовым помощником с помощью Natural Language Processing (NLP).

- Умные помощники. Autodesk Eva является отличным примером интеллектуального помощника, который использует CNN и NLP для взаимодействия с клиентами в режиме реального времени. Умный помощник, смоделированный в 3D, может вести диалог с клиентом в режиме реального времени и имитировать соответствующее выражение лица.

- Беспилотные автомобили используют радар, LIDAR (детектор света и определитель

дистанции), GPS и камеру для создания трехмерных моделей приближающихся транспортных средств. Все эти данные объединяются для определения местоположения транспортного средства с очень высокой точностью. Водителем выступает ИИ, который анализирует всю поступающую информацию с датчиков.

- Распознавание лиц. Разработка искусственного интеллекта на основе CNN сделала возможным внедрение системы распознавания лиц. Недавно в Китае начали использовать систему распознавания лиц с помощью камер видеонаблюдения по всему городу, налагая штраф за нарушение правил дорожного движения. Магазины Alibaba в Китае используют распознавание лиц и изображений для выставления счета.

- Балансировка нагрузки. Балансировка нагрузки на дороги, транспортные системы, серверы и так далее.

- Языковые переводчики. Гугл переводчик является хорошим примером. Он имеет два модуля: кодировщик и декодер. Кодировщик берет входные предложения из речи или текста, а затем переводит их в вектор, который является одинаковым форматом для входных данных со всех языков. Модуль декодера принимает этот вектор в качестве входных данных, а затем генерирует текст или речь на целевом языке. Распознавание языка происходит с помощью RNN, вывод речи выполняется с помощью NLP.

- Поиск и анализ изображений. Поиск и

анализ изображений используется для проверки плагиата, поиска людей, для SEO целей, поиска оскорбительного контента в социальных сетях.

- Оптимизация для достижения наилучших результатов. Модули Deepmind были обучены игре в шахматы, Go, Dota 2, Starfield 2. Эти модули наиграли игр на сотни лет всего за несколько недель обучения, что привело AI к победе над лучшими игроками в мире.

Отметим, что конечно, это не все сферы применения ИИ. По мере развития технологий и способностей искусственного интеллекта, сфера применения интеллектуальных систем будет только расширяться.

Библиографический список

1. Н.А. Епрынцева, Искусственный интеллект в сфере недвижимости/Н.А. Епрынцева, А.В. Соколова, А.А. Руднева //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2018, №4 (14). С.47-50.

2. Н.А. Епрынцева, Влияние нейронных сетей на нашу жизнь. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах, 2018, №1-2 (11-12). С.70-73.



УДК 338.2

*Воронежский государственный технический университет
д-р техн. наук, доцент Е.А. Жидко, e-mail: lenag66@mail.ru
Россия, г. Воронеж*

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А.
Гагарина», канд. экон. наук, доцент В.А. Степанников
тел.: 8-473-226-6013, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering, ass. prof. E.A. Zhidko, e-mail: lenag66@mail.ru
Russia, Voronezh*

*Military training and scientific center of the air force «Air force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»
Kand. Ekon. Sciences, associate Professor V.A. Stepannikov
Ph.: 8-473-226-6013, Russia, Voronezh*

Е.А. Жидко, В.А. Степанников

СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Аннотация: проведен анализ статистических методов регулирования технологических процессов хозяйствующего субъекта при контроле по количественному признаку. Рассмотрено содержание статистических методов регулирования технологических процессов, их сущности и виды

Ключевые слова: статистические методы, конкуренция, технологический процесс, контроль

E.A. Zhidko, V.A. Stepannikov

STATISTICAL REGULATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE ECONOMIC SUBJECT

Abstract: the article analyzes statistical methods for regulating the technological processes of an economic entity under control on a quantitative basis. The content of statistical methods for regulating technological processes, their essence and types

Keywords: statistical methods, competition, technological process, control

Любая продукция или услуга, оказываемая хозяйствующим субъектом, есть результат некоторого процесса. Под процессом подразумевают совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которая преобразует входящие элементы в выходящие. Причем к ресурсам относятся персонал, оборудование, материалы, технология (методы и средства), окружающая среда, информация. По существу, процесс представляет собой взаимодействие людей, оборудования, материалов, методов и среды, в результате которого производится продукция или оказываются услуги.

Знание и анализ статистических методов регулирования технологических процессов имеют большое значение, так как они в определенной мере характеризуют параметры качества продукции и успех предприятия в конкурентной борьбе [1-7].

Статистическое регулирование производственных процессов включает корректирование значений его параметров по результатам выборочного контроля контролируемых параметров, осуществляемое для технологического обеспечения требуемого уровня качества. При этом технологический процесс должен быть статистически управляемым и стабильным. Поэтому все сотрудники любой организации должны овладеть методологией статистического управления процессами.

Принято считать, что процесс находится в «статистически управляемом состоянии» или «статистически управляем или контролируемым», если источником его изменчивости являются только случайные (обычные) причины, которые имеют стабильное и повторяемое распределение во времени. Такую изменчивость процесса называют собственной.

Любой процесс, находящийся в статистически управляемом состоянии, стабилен и харак-

теризуется тем, что ход процесса предсказуем, его параметры со временем не отклоняются от целевых значений, а разброс параметров находится в прогнозируемых пределах.

Однако естественный ход процесса может нарушаться из-за изменений, обусловленных неслучайными (особыми) причинами, внутренне не присущими процессу. Применительно к производственному процессу такими непредсказуемыми и нестабильными причинами могут быть поломка инструмента, неправильная настройка станка, его износ, недостаточная однородность обрабатываемого материала, нарушение рабочим требований документации из-за усталости или недомогания, ошибки контрольно - измерительного оборудования, колебания источников энергии, изменения окружающей среды и т.д.

В чем же проблема? В том, чтобы услышать то, что пытается сообщить нам система. Именно для этого и была разработана методология статистического управления процессами - это способ диагностики состояния систем и их постоянного совершенствования, использующий простые и эффективные как статистические, так и нестатистические методы анализа и решения проблем [8,9].

В основе этой методологии лежит статистическое мышление (СМ).

Современное понимание состоит в следующем. СМ – это понимание вариабельности, присущей любым процессам, и диагностика их стабильности и воспроизводимости.

Что же входит в понимание вариабельности процессов? Вариабельность или изменчивость процессов означает, что на выходе любого процесса мы получаем не одно и то же значение, а разброс значений вокруг некоторой величины. На рис. 1 показан разброс длительности времени выполнения некоторой работы [4,5,10].

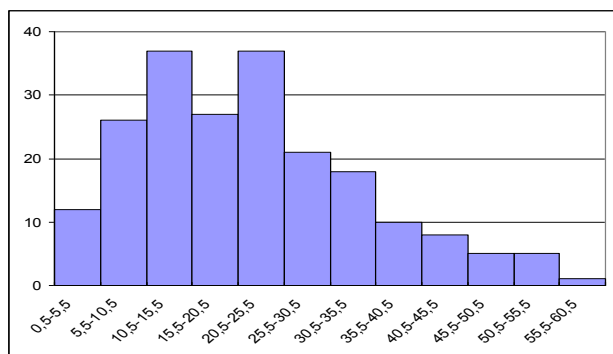


Рис. 1. Гистограмма длительности времени выполнения некоторой работы

Вариабельность неизбежна и вездесуща. Поэтому ход любого процесса хозяйствующего субъекта можно представить на рис. 2 [6].

СМ по сути есть просто понимание этого рисунка. Если все точки процесса лежат внутри зоны между ВКП и НКП - процесс называется стабильным или управляемым, и вмешиваться в него не надо никому, если нас устраивает ширина зоны между ВКП и НКП и её положение относительно допуска [6-7].

Если есть точка, выпадающая за ВКП или НКП (точка №6 на рис. 2) - она называется точкой специальной причины вариаций. Эту причину надо немедленно найти, и устранить. И делать это должны те, кто ближе всего к месту её появления - рабочие, операторы, мастера и т.д.

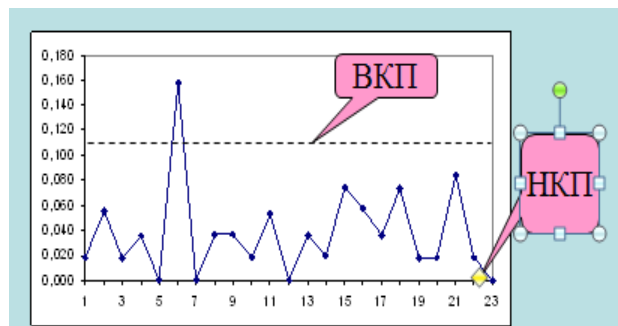


Рис. 2. Доля брака в 23 последовательных партиях, где ВКП-верхний контрольный предел, НКП-нижний контрольный предел

Процесс в этом случае называется нестабильным или неуправляемым. Поведение такого процесса в последующие моменты времени непредсказуемо. На рис. 3 представлены управляемый (предсказуемый) и неуправляемый (непредсказуемый) процессы

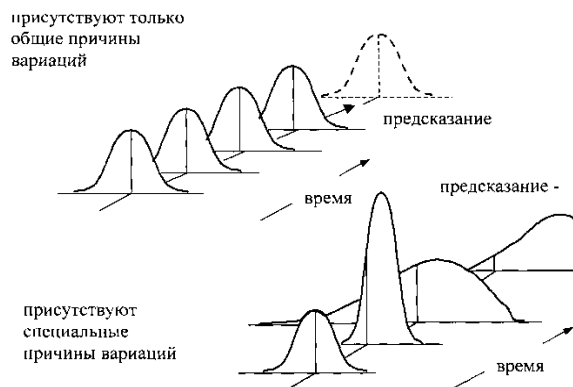


Рис. 3. Управляемый (предсказуемый) и неуправляемый (непредсказуемый) процессы

Поэтому, совершенствование любых процессов всегда начинается с устранения специальных причин вариаций, т.е. с достижения стабильности. После того, как стабильность достигнута проводят анализ воспроизводимости процесса т.е. сопоставляют настройку процесса и его вариабельность с допуском. Если в стабильном процессе нас что-то не устраивает, то надо менять систему, т.к. все точки внутри зоны между ВКП и НКП - это просто случайные колебания в нашей системе [10-12].

Но систему могут менять только руководители - именно поэтому они ответственны почти за все в организации [8].

Высшее руководство должно применять СМ для:

- анализа финансовых показателей;
- анализа физических показателей;
- анализа жалоб и рекламаций;
- анализа брака и уровня дефектности;
- анализа длительности производственного цикла;
- анализа количества несчастных случаев, невыходов на работу и т.д.

Менеджеры среднего уровня должны применять СМ для исследований производственного процесса. Рабочие должны применять СМ для ключевых характеристик продукции и ключевых характеристик процессов.

Итак, для всех ключевых характеристик мы должны начать вести контрольные карты Шухарта и строить гистограммы, чтобы анализировать стабильность и воспроизводимость наших процессов. Если процессы не стабильны и/или не воспроизводимы, мы должны собрать группу людей, досконально знающих процесс и заинтересованных в его улучшении, и с помощью метода семи вопросов или любого другого найти причины нестабильности и/или невоспроизводимости.

Правило семи вопросов – «Что? Зачем? Кто? Где? Когда? Как? Сколько?» Самый простой метод анализа любой проблемы: надо просто задать все эти вопросы, чтобы разобраться в ситуации.

И применять семь простых методов контроля качества [9]:

- диаграмма потока процесса (Flowchart);
- контрольные листки;
- диаграмма Парето (принцип 80/20);
- схема Исикава (диаграмма причина - результат);
- гистограмма;

- диаграмма рассеяния;
- стратификация;
- контрольные карты.

И семь новых методов управления качеством:

- диаграмма сродства;
- граф связей;
- метод иерархических структур (дерева);
- матричные диаграммы;
- анализ матричных диаграмм;
- блок-схемы принятия решений;
- сетевой график (метод ПЕРТ).

Вывод:

1. До тех пор, пока высшее руководство не пользуется СМ для принятия повседневных решений – менеджеры среднего уровня тоже не будут применять СМ для анализа своих проблем. Соответственно, пока менеджеры среднего уровня не будут пользоваться СМ, никакой рабочий не будет считать этот инструмент важным и нужным для производства. В итоге никакого улучшения процессов не будет.

2. Методология СМ позволяет минимизировать число ошибочных решений. Производственный процесс без ошибок в современном мире невозможен, но ничего лучшего за 80 лет, прошедших после изобретения Шухартом контрольных карт, не появилось;

3. Без применения СМ руководство хозяйствующего субъекта не сможет улучшить процессы в до уровня, соответствующего современным требованиям.

Библиографический список

1. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9000-2001 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»: принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 15 августа 2001 г. N 332-ст. - М.: Издательство стандартов, 2003.

2. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества. Требования»: утв. постановлением Госстандарта РФ от 15 августа 2001 г. N 333-ст). - М.: Издательство стандартов, 2001.

3. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9004-2001 "Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности": принят постановлением Госстандарта РФ от 15 августа 2001 г. N 334-ст. - М.: Издательство стандартов, 2002.

4. Аристов О.В. Управление качеством продукции. Нормативные и методические материалы / О.В. Аристов. - ЮНИТИ, 2006. - 374 с.

5. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: Учебник / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев. - М.: ИНФРА-М, 2008. - 224 с.

6. Виханский О.С. Производственный менеджмент / О.С. Виханский, А.И. Наумов. - М.: Гардарики, 2007. - 528 с.

7. Ильенкова С.Д. Управление качеством / С.Д. Ильенкова. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2008. - 136 с.

8. Качество в XXI веке. Роль качества в обеспечении конкурентоспособности и устойчивого развития/ Под ред. Т. Конти, Ё. Кондо, Г. Ватсона/ Пер. с англ. А. Раскина. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2005. - 280 с.

9. Жидко Е.А. Логико - лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI век/ Е.А. Жидко// Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 1 (16). С. 91-93.

10. Жидко Е.А., Леонов П.М. Методология и методы системного математического моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта теоретическими методами /Е.А. Жидко, П.М. Леоно //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2015. № 2 (6). С. 15-20.

11. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Принципы системного математического моделирования информационной безопасности/ Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Наукоедение, 2014. – № 2 (21). – С. 34-39.

12. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Парадигма информационной безопасности компании / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2016. – № 1 (108). – С. 25-35.

УДК 681.5

Казанский государственный энергетический университет
студентка В.Н. Розенфельд,
e-mail: rozenfeldvaleria@gmail.com, Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент Т.К. Филимонова
e-mail: filimonova.tamara@bk.ru, Россия, г. Казань

Kazan State Energy University
Student V.N. Rozenfeld,
e-mail: rozenfeldvaleria@gmail.com, Russia, Kazan
Kazan State Energy University
Ph. D. in Phys. and Math., associate prof. T.K. Filimonova
e-mail: filimonova.tamara@bk.ru, Russia, Kazan

В.Н. Розенфельд, Т.К. Филимонова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ НАКОНЕЧНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ОБОРУДОВАНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ФОРМОВКИ С ПОМОЩЬЮ ЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: предложен вариант автоматизации станка гидравлической формовки деталей с ручным управлением посредством логического модуля «SiemensLOGO». Автоматизация представляет собой подключение логического модуля к блоку управления и его программирование в пакете «LOGO!SoftComfort», где программа представляет собой функциональную блок-схему

Ключевые слова: станок гидравлической формовки, коммутационная программа, логический модуль, гидроцилиндр, гидрораспределитель

V.N. Rozenfeld, T.K. Filimonova

AUTOMATION OF PROCESS OF FORMATION OF TIPS OF VARIOUS COMPONENTS ON THE EQUIPMENT OF HYDROFORMING USING OF THE LOGICAL CONTROL MODULE

Abstract: The variant of automation of the machine of hydraulic forming of details with manual control by means of the logic module "SiemensLOGO" is offered. Automation is the connection of the logic module to the control unit and its programming in the package "LOGO!SoftComfort", where the program is a functional flowchart

Keywords: hydraulic forming machine, switching program, logic module, hydraulic cylinder, hydraulic distributor

На предприятии, которое изготавливает тросы для любой техники, не было средств на закупку нового оборудования и руководство решило модифицировать уже имеющееся, таким образом был автоматизирован станок гидравлической формовки (схема представлена на рис. 1) с ручным ре-

жимом.

Гидроцилиндр двигается вперед и назад (от этого движения зависит, в какой из 2 штуцеров нужно подать масло через гидрораспределитель) подает давление на формирующий шток, который прессует деталь, "вдавливая" ее в формирующую матрицу, а после изготовления деталь падает в лоток и начинается новый цикл.

В ручном режиме оператор нажимает на

кнопки блока управления после загрузки детали для формовки. Он управляет движениями гидроцилиндра и гидрораспределителем, поэтому нельзя ошибиться в какой из штуцеров направить масло и в какую сторону должно быть движение гидроцилиндра. Более того, масло (под большим давлени-

ем) подается в гидрораспределитель и в течение 7 часов (одна смена) постепенно нагревается, а с нагревом масла должны пропорционально меняться и интервалы движения гидроцилиндра, и время формовки детали.

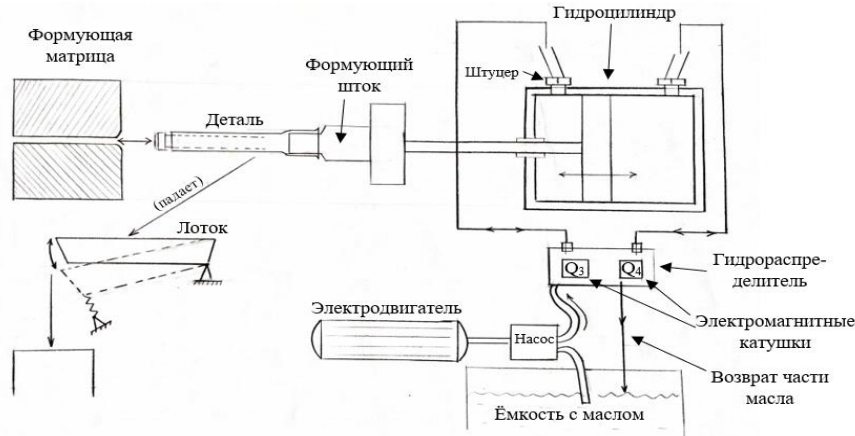


Рис. 1. Схема устройства станка гидравлической формовки

Если оператор в ручном режиме ошибется с интервалами движения гидроцилиндра, с направлениями его движения, с подачей масла из гидрораспределителя на штуцеры, то это приведет к поломке аппарата.

Разработанная коммутационная программа (рис. 2) позволяет автоматизировать практически весь процесс, а именно движения «вперед» и «назад» гидроцилиндра, выдержку времени этих движений, запуск нового цикла (посредством датчика падения готовой детали), подача масла из

гидрораспределителя на штуцеры (и автоматическая подача масла из насоса после запуска нового цикла), время формовки детали, остановку процесса в случае аварии, таким образом исключив человеческий фактор. Оператору нужно только корректировать время загрузки детали (корректировка таймера через дисплей на логическом модуле), собственно, загружать эту деталь и исправлять неполадки в случае аварии (если деталь застряла, в случае более серьезной аварии предусмотрен ручной режим для проверки неисправностей).

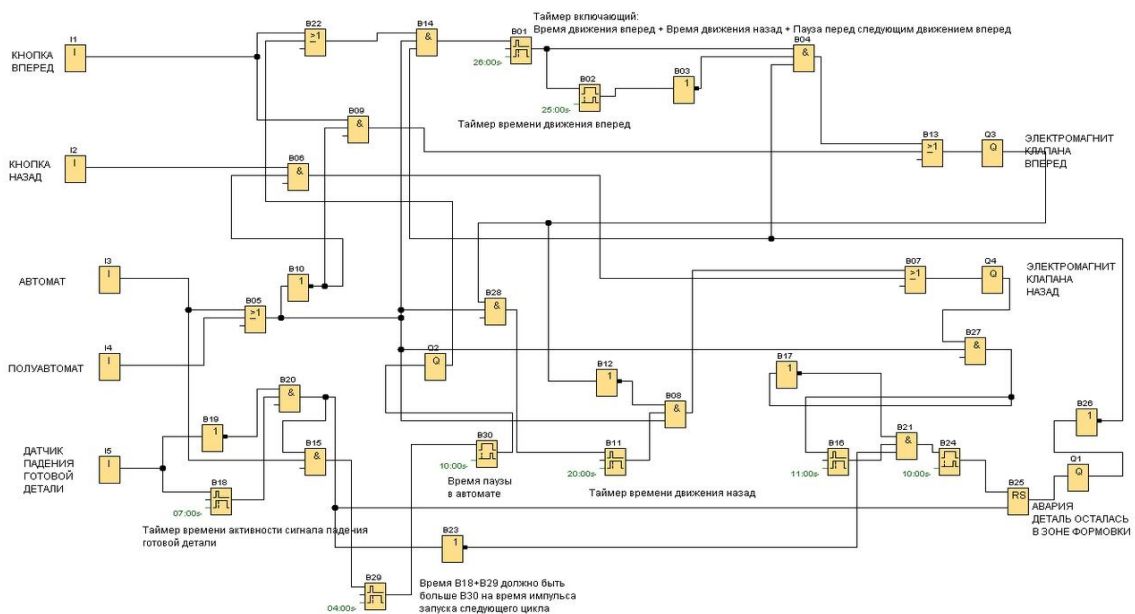


Рис. 2. Коммутационная программа

Таким образом, автоматизация оборудования, стоимостью около 20000 рублей (без учета стоимости разработки программы), исключает возможность ошибки оператора при работе со станком и ускоряет процесс изготовления (в ручном режиме цикл изготовления одной детали занимает 25-30 секунд, в автоматическом 8-15 секунд).

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53010-2008 Прессы гидравлические. Сведения о стандарте. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vashdom.ru>.
2. О.В. Шишов. Элементы систем автома-

тизации, релейные контроллеры: учебник. Москва, 2015. С. 74-78.

3. О.И. Максимычев, А.В. Либенко, В.А. Виноградов. Программирование логических контроллеров (PLC) // Электрон. б-ки. 2016. URL: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel16E416.pdf>

1. 4.Руководство пользователя LOGO! [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prosoft.ru/cms/f/464601.pdf>.

4. С.Н. Николаенко, Д.С. Цокур, Д.П. Харченко, А.П. Волошин. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие. Краснодар, 2016.

УДК 007.3:69.05

*Воронежский государственный университет
аспирант Е.А. Копытина,
e-mail: zhemkaterina@yandex.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доц. Н.А. Петрикеева,
e-mail: petrikeeva.nat@yandex.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доц. Д.М. Чудинов, e-mail: dmch@mail.ru
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh state University
Graduate student E.A. Kopytina,
e-mail: zhemkaterina@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. science, ass. prof. N.A. Petrikeeva,
e-mail: petrikeeva.nat@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. science, ass. prof. D.M. Chudinov, e-mail: dmch@mail.ru
Russia, Voronezh*

Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Аннотация: анализ результативности деятельности достаточно часто применяется в строительной сфере. Использование задач линейного программирования позволит не только найти оптимальный вариант распределения того или иного ресурса, но и спрогнозировать результативность деятельности организации на определенный период на основе имеющихся статистических данных. Это дает возможность принять рациональное управленческое решение. Расчет выполняется с помощью программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel, которая позволяет осуществить поиск наиболее достоверного варианта развития события при заданных параметрах

Ключевые слова: прогнозирование, объемы строительства, временные ряды, анализ данных, экспоненциальное сглаживание, линия тренда

Е.А. Kopytina, N.A. Patrikeeva, D.M. Chudinov

DETERMINING THE DEVELOPMENT TREND OF A CONSTRUCTION ORGANIZATION BASED ON TIME SERIES FORECASTING

Abstract: performance Analysis is often used in the construction industry. Using linear programming tasks will not only help you find the best way to distribute a particular resource, but also predict the effectiveness of the organization's activities for a certain period based on available statistical data. This makes it possible to make a rational management decision. The calculation is performed using a program for working with Microsoft Excel spreadsheets, which allows you to search for the most reliable version of the event under the specified parameters

Keywords: forecasting, construction volumes, time series, data analysis, exponential smoothing, trend line

ВВЕДЕНИЕ. Быстрое и грамотное принятие управленческого решения в строительной организации может в значительной степени повлиять на ее дальнейшее развитие и конкурентоспособность. Организациям приходится сталкиваться с большим объемом данных, зачастую противоречивым с точки зрения аналитики. Ана-

лиз больших объемов данных в настоящее время становится развивающимся и перспективным направлением [3,4,5]. Каждая организация хочет на основе имеющихся статистических данных своей деятельности за прошлые периоды работы узнать, какой прогноз можно ожидать в ближайшем будущем. Для достижения данной цели можно использовать известный и простой инструмент для работы с электронными таблицами

Microsoft Excel [14,15].

Ранее, в ряде работ, нами показывались варианты использования данного приложения и неоспоримые преимущества использования инструментов линейного программирования для их использования в деятельности строительно-монтажных организаций, в частности для принятия эффективных управленческих решений [3,4,5,7,9,11,12,13].

Рассмотрим работу данного приложения с целью прогнозирования.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. Организация, занимающаяся реализацией и монтажом строительных предизолированных труб в системах теплоснабжения, анализирует данные о деятельности своего филиала. Статистические данные об объемах строительства за 2016-2019 года деятельности филиала представлены в таблице.

Распределение объемов строительства (м³) за период 2016-2019 года

№ п/п	Год анализа деятельности	Квартал	Объемы строительства, м ³
1	2016	1	622
2		2	727
3		3	741
4		4	503
5	2017	1	701
6		2	816
7		3	908
8		4	602
9	2018	1	825
10		2	880
11		3	410
12		4	387
13	2019	1	918
14		2	890
15		3	992
16		4	530

Необходимо выявить тенденцию развития реализации и монтажа и составить прогноз деятельности филиала на 3 периода вперед.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ. Аналитические расчеты выполняются с помощью программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel, которая, в частности, позволяет производить наглядный анализ и составлять прогноз на основе имеющихся данных [1,2,14]. В программе задается таблица, которая содержит известные исходные данные, в

данном случае исходная таблица (рис. 1).

Далее используем пакет «Анализ данных», который позволяет разрабатывать сложные статистические или инженерные анализы на основе соответствующих функций. Исходные данные, как видно из таблицы, имеют значительный разброс, поэтому для их анализа воспользуемся инструментом «Экспоненциальное сглаживание», который применяется для предсказания значения на основе прогноза для предыдущего периода, скорректированного с учетом погрешностей в

этом прогнозе.

При анализе используется константа сглаживания $\alpha = 0,3$ (то есть ошибка текущего прогноза установлена на уровне 30 процентов ошибки предыдущего прогноза), величина которой определяет степень влияния на прогнозы погрешностей в предыдущем прогнозе. В качестве аргументов инструмента «Экспоненциальное сглаживание» выступают: входной интервал (диапазон ячеек с объемами строительства), фактор затухания (коэффициент сглаживания), выходной интервал, содержащий стандартные погрешности (рис. 2).

Для наглядности анализа деятельности строительной организации и выявления тенденции развития воспользуемся графическим представлением имеющихся данных (рис. 3).

	A	B	C	D
1	NN	Год анализа деятельности	Квартал	Объемы строительства, м ³
2	п/п			
3	1		1	622
4	2	2016	2	727
5	3		3	741
6	4		4	503
7	5		1	701
8	6	2017	2	816
9	7		3	908
10	8		4	602
11	9		1	825
12	10	2018	2	880
13	11		3	410
14	12		4	387
15	13		1	918
16	14	2019	2	890
17	15		3	992
18	16		4	530

Рис. 1. Вид задания исходных данных



Рис. 2. Вывод аргументов инструмента «Экспоненциальное сглаживание»

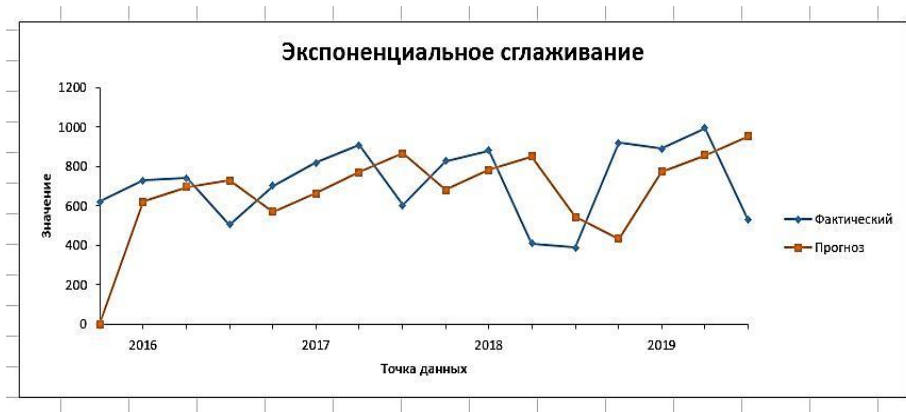


Рис. 3. Графическое представление деятельности строительного предприятия за 2016-2019 года

Для составления прогноза деятельности строительной организации в программе используется наиболее простая и известная для бизнеса линейная линия тренда, представленная на рис. 4. При этом осуществляется вывод уравнения и расчет величины достоверности аппроксимации.

Теперь построим полиномиальную линию тренда (рис. 5). При этом также осуществляется вывод уравнения и расчет величины достоверности аппроксимации в данном варианте. Анализ полученных результатов в дальнейшем напрямую зависит от данной величины.

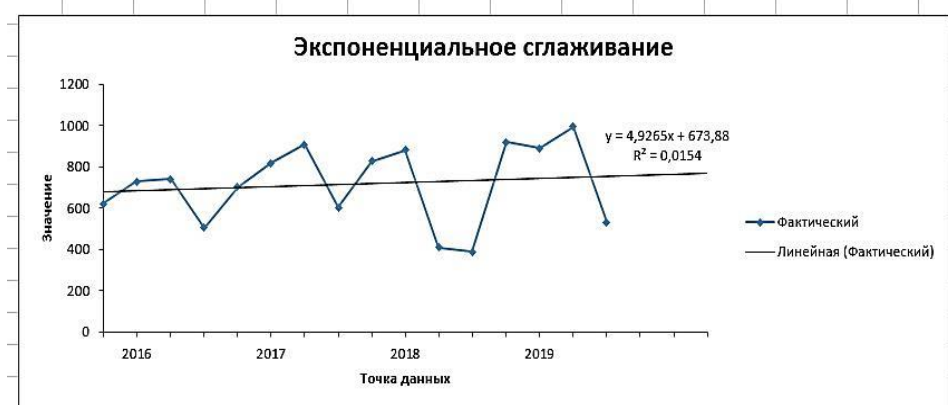


Рис. 4. Построение линейной линии тренда

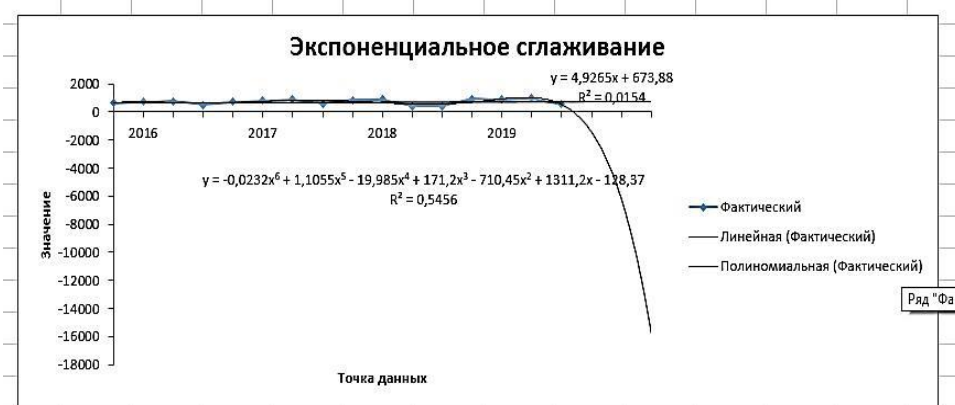


Рис. 5. Построение полиномиальной линии тренда

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. Для прогнозирования деятельности филиала организации на 3 периода вперед были построены две линии тренда (линейная и полиномиальная), которые дают совершенно полярные результаты: первая показывает, что деятельность строительной организации стабильна, а вторая – что объемы строительства падают. Руководителю организации следует использовать для принятия грамотного управленческого решения именно полиномиальную линию тренда, так как величина достоверности аппроксимации данной модели составляет 0,5456, в то время как у наиболее простой и известной линейной модели – всего лишь 0,0154.

В данном случае руководителю организа-

ции, на основе полученного и аппроксимированного анализа, следует готовиться к снижению объемов строительства [1,2,6,8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате применения пакета для статистического анализа «Анализ данных» был произведен прогноз деятельности строительного предприятия на 3 периода вперед. Для принятия управленческого решения руководителю организации рекомендовано использовать модель с величиной достоверности аппроксимации наиболее близкой к 1. Аналитический расчет выполнялся с помощью программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel, которая, отличается относительной простотой, доступностью и универсальностью [10,14].

Библиографический список

1. Копытин, А.В. Применение интегрального метода идентификации параметров распределенной динамической системы/ А.В. Копытин, Е.А. Копытина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. -2019. -№ 1. - С.21-26.
2. Копытин, А.В. Применение метода инструментальных переменных для параметрической идентификации распределенной динамической системы/ А.В. Копытин, Е.А. Копытина// В сборнике: Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях материалы Международной научной конференции. - 2018.- С. 223-230.
3. Копытина, Е.А. Применение теории игр в строительной деятельности/ Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева, С.Г. Тульская, С.Н. Кузнецов// Научный журнал строительства и архитектуры. - 2018. - № 4 (52).- С. 137-144.
4. Копытина, Е.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций / Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева // В книге: BIM. Проектирование. Строительство. Эксплуатация Материалы Всероссийского форума. Под редакцией Д.К. Проскурина. - 2018. - С.51-55.
5. Куликова, Е.А. Оптимизация работы энергосистем. Определение вероятного ущерба от перерывов энергоснабжения/ Е.А. Куликова, Н.М. Попова, Н.В. Коротких, Н.А. Петрикеева// Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. -2018. - № 4 (13). - С. 29-36.
6. Матвеев, М.Г. Идентификация моделей нестационарных распределенных процессов на основе многомерных временных рядов/ М.Г. Матвеев, А.В. Копытин, Е.А. Сирота, Е.А. Копытина // В сборнике: Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2017) сборник трудов III международной конференции и молодежной школы. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. - 2017.- С. 1059-1062.
7. Петрикеева, Н.А. Вариант решения задачи оптимизации толщины теплоизоляционного слоя в теплоснабжении/ Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов, Е.А. Копытина, Л.П. Мышовская// Научный журнал строительства и архитектуры. - 2018. - № 2 (50). - С. 21-28.
8. Петрикеева, Н.А. Зависимость концентрации оксидов азота от величины теплопотерь с уходящими дымовыми газами теплогенерирующих установок/ Н.А. Петрикеева, Л.В. Березкина, А.И. Колосов// Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2010.- № 2 (18). - С. 121-125.
9. Петрикеева, Н.А. Задача технико-экономической оптимизации при определении толщины теплоизоляционного слоя теплосетей/ Н.А. Петрикеева, А.В. Черемисин, А.В. Копытин// Научный журнал строительства и архитектуры. - 2016. - № 1 (41). - С. 21-28.
10. Петрикеева, Н.А. Использование теплоты конденсации продуктов сгорания теплогенерирующих установок систем теплоснабжения/ Н.А. Петрикеева, О.С. Цуканова, Д.А. Письменный// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2009. - № 1 (1). - С. 107-113.
11. Петрикеева, Н.А. Оптимизация стоимостной целевой функции при определении толщины изоляции в системах теплоснабжения/ Н.А. Петрикеева, А.В. Копытин, Н.О. Попов// Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2016. - № 2 (3). - С. 26-33.
12. Петрикеева, Н.А. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий при работе систем теплогазоснабжения и вентиляции/ Н.А. Петрикеева, О.В. Тюленева, Н.Н. Кучеров// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2012. - № 1 (6). - С. 9-12.
13. Попов, Н.О. Определение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов систем теплоснабжения/ Н.О. Попов, Н.А. Петрикеева, А.В. Копытин // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2015. - № 1 (18). - С. 15-22.
14. Ходыкин, В. Ф. Сборник задач по математическому программированию/ В. Ф. Ходыкин, А. А. Преображенский. - Донецк: ДонНУ, 2002. - 218 с.
15. Kopytina, E.A., Petrikееva N.A., Tul'skaya S.G., Kuznetsov S.N. Application of the game theory in construction activity. Russian journal of building construction and architecture, 2019, № 1 (41), pp. 68-76.

УДК 574:331.45

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доц. А.В. Звягинцева,
e-mail: zvyagincevaav@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доц. С.А. Сазонова,
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
аспирант В.В. Кульнева, e-mail: vedma_via@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University, P
h. D. in Engineering, ass. prof. A.V. Zvyagintseva,
e-mail: zvyagincevaav@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering, ass. prof. S.A. Sazonova,
e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Graduate student V.V. Kulneva, e-mail: vedma_via@mail.ru
Russia, Voronezh

А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ ГОК НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Аннотация: приведены данные натурных замеров вредных производственных факторов на АО «Лебединский ГОК» в рабочих зонах и на предприятии в целом. Данные соответствуют проведенным видам официального контроля и мониторинга текущего состояния обстановки на предприятии. Рассмотрено воздействие вредных производственных факторов на рабочих местах на здоровье персонала, а также выделяемой при проведении работ пыли на загрязнение окружающей среды прилегающих территорий. Проведен анализ результатов контрольной деятельности и существующих природоохранных мероприятий с целью их совершенствования. Рассмотренные виды контроля предложено использовать для улучшения условий труда на производствах с повышенным воздействием вредных производственных факторов за счет совершенствования проводимых видов контроля и необходимых мероприятий

Ключевые слова: контроль, экологическая безопасность, безопасность труда, мероприятия, неблагоприятные условия, источники загрязнения, пылегазовые выбросы

A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, V.V. Kulneva

ANALYTICAL CONTROL OF THE INFLUENCE OF HARMFUL PRODUCTION FACTORS OF THE GOK ON THE ENVIRONMENT AND IMPROVEMENT OF NATURE AND PROTECTIVE ACTIONS

Abstract: the data of field measurements of harmful production factors at JSC Lebedinsky GOK in the working areas and at the enterprise as a whole are presented. The data correspond to the types of official control and monitoring of the current state of the situation at the enterprise. The effect of harmful production factors at workplaces on the health of personnel, as well as dust emitted during work on environmental pollution of adjacent territories, is considered. The analysis of the results of control activities and existing environmental measures in order to improve them. The proposed types of control are proposed to be used to improve working conditions in industries with increased exposure to harmful production factors by improving the types of control and necessary measures

Keywords: control, environmental safety, labor safety, measures, adverse conditions, sources of pollution, dust and gas emissions

Для горно - обогатительных комбинатов характерны производственные процессы, сопровождаемые существенными выделениями пыли в рабочих зонах, негативно влияющие на условия труда и здоровье работающего персонала. Под воздействием обильно выделяемой производственной пыли у персонала комбинатов развиваются и прогрессируют характерные профессиональные заболевания. Помимо пыли, могут дополнительно наносить ущерб здоровью персонала и другие вредные производственные факторы, такие как шум, плохая освещенность рабочих мест, загазованность и другие факторы. Это требует проведения инвентаризации и санитарно-гигиенического обследования промышленных объектов, мониторинга текущего состояния вредных и опасных производственных факторов.

Поэтому проведение своевременных и эффективных мероприятий с выбором или разработкой соответствующих методов с целью уменьшения воздействия пыли в рабочих зонах и обеспечения требуемых условий труда. Актуальной задачей потенциально опасных объектов техносферы, особенно горнодобывающей отрасли, является возможность предотвратить или сократить вредное воздействие пыли на персонал предприятия.

Разноплановым видам защиты от загрязнения окружающей среды и различным граням снижения негативного воздействия на персонал объектов минерально-сырьевого производства посвящены исследования ученых Бересневича П.В., Берлянда М.Е., Битколова Н.З., Михейкина С.В., Никитина В.С. Осоедова М.Т., Шувалова Ю.В. и многих других [1, 2]. Движущиеся воздушные потоки оказывают существенное влияние на объемы пылевыведения в карьерах и

негативно влияют на воздух рабочих зон и прилегающих территорий [3, 4, 5, 6]. Анализу источников образования и расчетам количества и состава выбросов в окружающий воздух посвящены многие работы, например [7]. В работах [8, 9] рассмотрены основные технологические и инженерно-технические мероприятия по сокращению выбросов в атмосферу вредных и опасных веществ от предприятий.

Рассмотрим производственную обстановку на примере карьера горно-обогатительного комбината АО «Лебединский ГОК». Комбинат расположен в городе Губкине Белгородской области, примерно в 600 километрах на юго-запад

от Москвы. Фактические выбросы в атмосферу на комбинате за 2018 г. составили 27 480,2 т, в том числе:

- твердые вещества - 7 047,3 т,
- газообразные вещества - 20432,9 т. (таблица).

При проведении мероприятий по пылеподавлению получили результаты, представленные на рис. 1. Анализ данных по пылеподавлению позволяет сделать вывод о недостаточной эффективности проводимых мероприятий и необходимости предложения дополнительных мероприятий по пылеподавлению в рабочих зонах комбината.

Наименование загрязняющих веществ	Фактические выбросы, т.		Норматив ПДВ на 2018 г, т.	Факт 2018 г. к проекту ПДВ, %
	2017 г.	2018 г.		
Всего, в т.ч.:	23 881,1	27 480,2	48 356,8	56,8
Твердые	6 282,8	7 047,3	8 901,5	79,2
Газообразные, из них:	17 598,3	20 432,9	39 455,3	51,8
SO ₂	12 465,5	14 125,9	26 711,9	52,9
CO	2 638,9	3 691,6	5 003,7	73,8
NO ₂	1 609,6	2 208,6	4 408,0	50,1
NO	815,2	346,1	1 203,1	28,8

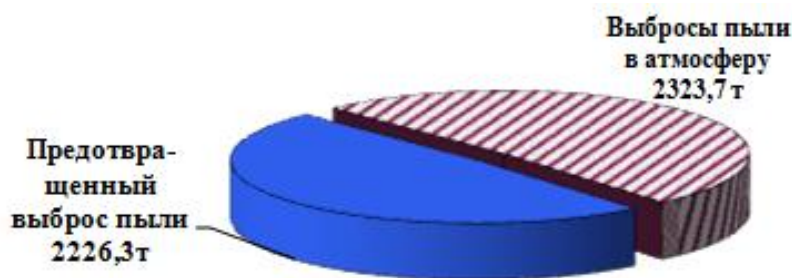


Рис. 1. Эффективность мероприятий по пылеподавлению АО «Лебединский ГОК»

Рассмотрим подвиды контроля, осуществляемые на комбинате с целью выявления фактической экологической обстановки, а также рассмотрим локально существующие источники, оказывающие вредные воздействия на условия труда персонала комбината.

Контроль в области охраны атмосферного воздуха. Контроль состояния атмосферного воздуха на предприятиях осуществляет Управление экологического контроля и охраны окружающей среды на уровнях воздуха рабочих мест, выбросов от источников, воздуха на промыш-

ленной площадке, на границе промышленной зоны и в целом атмосферы прилегающих населенных пунктов.

Выбросы от организованных источников в соответствии с планом-графиком, утвержденным главным инженером АО «Лебединский ГОК» и согласованным с контролирующими органами определялись для оценки фактической эффективности работы газоочистных установок. За 2018 год было проведено обследование 120 газоочистных установок. Применяемое пылеочистительное оборудование в виде аспирационно-

технических установок имеет среднюю степень очистки от пыли 94,9 %, а в атмосферу при этом выбрасывается 5,1 % производственной пыли.

Атмосфера промышленной площадки и санитарно защитной зоны (СЗЗ) комбината и атмосферный воздух в штатных ситуациях и во время массовых взрывов в карьере контролировались передвижным экологическим постом, который позволяет:

- определять массовые концентрации оксида углерода (СО), диоксида углерода (СО₂), оксида азота (NO), диоксида азота (NO₂), диоксида серы (SO₂), сероводорода (H₂S), аммиака (NH₃), озона (O₃), пыли в атмосферном воздухе;

- проводить анализ радиоактивного загрязнения;

- определять направление, скорость ветра, температуру, относительную влажность атмосферного воздуха и атмосферное давление.

На все применяемые газоанализаторы имеются сертификаты, разрешающие их применение на территории Российской Федерации и действующие свидетельства о поверке.

Замеры качества атмосферного воздуха выполняются ежедневно, в соответствии с утвержденным планом-графиком контроля качества атмосферного воздуха.

За 2018 год передвижным экологическим постом было выполнено 423 замера атмосферного воздуха на территории комбината и границе санитарно-защитной зоны предприятия, а также в близлежащем населенном пункте - г. Губкин.

На границе СЗЗ комбината: в соответствии с утвержденным главным инженером комбината графиком, передвижным экологическим постом и группой мониторинга атмосферы выполнено 343 замера. Превышений допустимых нормативов за 2018 год не выявлено, средние концентрации загрязняющих веществ составили: пыль – 0,1282 мг/м³ (ПДК – 0,5 мг/м³), SO₂ – 0,0038 мг/м³ (ПДК – 0,5 мг/м³), NO₂ – 0,0384 мг/м³ (ПДК – 0,2 мг/м³), NO – 0,0379 мг/м³ (ПДК – 0,4 мг/м³), СО – 0,4435 мг/м³ (ПДК – 5 мг/м³).

Атмосфера г. Губкина контролировалась передвижным экологическим постом с января по апрель в микрорайоне Журавлики, по следующим ингредиентам: оксид углерода (СО), диоксид углерода (СО₂), оксид азота (NO), диоксид азота (NO₂), диоксид серы (SO₂), сероводород (H₂S), аммиак (NH₃), озон (O₃), пыль в атмосферном воздухе, радиация.

В 2018 году на территории детского парка «Чудо-Юдо-Град» г. Губкин функционировала автоматическая станция контроля атмосферного воздуха СКАТ-2014, количество произведенных замеров атмосферного воздуха - 26352.

Данная станция осуществляет непрерывное автоматическое измерение массовых концентраций СО, СО₂, NO, NO₂, SO₂, H₂S, O₃, NH₃, аэро-

зольных частиц (пыли) в атмосферном воздухе и регистрацию метеорологических параметров. Превышений установленных максимально разовых концентраций за 2018 год не выявлено. Контроль показателей атмосферного воздуха осуществлялся на постах контроля загазованности атмосферного воздуха (ПКЗ). ПКЗ установлены в п. Лебеди (финансирование работ осуществляло АО «Лебединский ГОК») и в центре города Губкин на ул. Советская, 25. Пост контроля на улице Советской, 25 г. Губкин был предоставлен комбинатом в безвозмездное пользование по решению администрации Губкинского городского округа. Замеры и анализ на ПКЗ проводит независимая лаборатория мониторинга атмосферы Росгидромета на следующие ингредиенты: оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, диоксид серы, пыль, температура, влажность воздуха, скорость и направление ветра.

За год отмечены превышения среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК) диоксида азота (NO₂) на посту контроля атмосферы п. Лебеди – 24 дня с превышениями от 1,1 ПДК до 1,9 ПДК; на посту контроля атмосферы в центре города (ул. Советская, 25) – 30 дней с превышениями от 1,1 ПДК до 1,8 ПДК, а так же 5 случаев превышения разовых ПДК по пыли (21-22 ноября от 1,4 ПДК м.р. до 3,8 ПДК м.р.).

Контроль физических факторов на границе санитарно-защитной зоны. Контроль физических факторов на границе санитарно-защитной зоны осуществлялся в соответствии с: «Планом-графиком замеров уровня шума и напряженности электрического и магнитного поля промышленной частоты на границе санитарно-защитной зоны и территории жилой застройки», «Планом-графиком замеров уровня вибрации в административных зданиях АО «Лебединский ГОК», находящихся в санитарно-защитной зоне предприятия».

В 2018 году группой мониторинга атмосферы в соответствии с действующими нормативными предписаниями проводились замеры уровней шума на границе санитарно-защитной зоны комбината и дочерних обществ. Выполнено 56 замеров, превышений допустимых норм не выявлено, в том числе на рабочих местах.

Вопросам оценки производственного шума на промышленных предприятиях и выбору методов подавления шума посвящены многие работы, например [10].

Контроль в области охраны водных ресурсов. Контроль качества сточных вод проводился согласно графикам, утвержденным главным инженером АО «Лебединский ГОК»: «График лабораторного контроля качества технологической воды и хозяйственно-бытовых стоков в подразделениях АО «Лебединский ГОК» и до-

черных обществах», «Программа производственного аналитического контроля качества сточных и природных вод АО «Лебединский ГОК», «Программа производственного аналитического контроля качества и эффективности обеззараживания хозяйственно-бытовых стоков ОЗК «Лесная сказка» и природных вод ручья Балки Костенков Лог». Гидрологическая оценка на территории месторождения и прилегающей территории предприятия АО «Лебединский ГОК» осуществлялась в соответствии с требованиями [11, 12, 13].

Все исследования проводились в строгом соответствии с утвержденными методиками выполняемых измерений, руководящими документами, ГОСТами.

За 2018 год группой мониторинга качества воды отобрано и проанализировано 1793 проб воды на химические исследования, выполнено 43274 химических анализа.

За отчетный период по заявкам структурных подразделений комбината дополнительно к плану было отобрано 213 проб на химические исследования и выполнено 4830 химических анализов.

Источниками питьевого водоснабжения подразделений АО «Лебединский ГОК» являются следующие хозяйственно-питьевые водозаборы:

1. Водозабор «PCY», расположенный на участке Лебединского месторождения в 3 км к юго – востоку от г. Губкина.

2. Водозабор подземно – дренажного комплекса ствола № 4 и ствола № 5, расположенный на восточном, западном и северном бортах Лебединского карьера.

3. Водозабор «Гидроузел», расположенный на территории зоны отдыха АО «Лебединский ГОК» в районе гидроузла Старооскольского водохранилища в 1,5 км к северо-востоку от села Федосеевка Старооскольского района Белгородской области.

4. Водозабор «Ольховатка», расположенный на участке оздоровительного комплекса АО «Лебединский ГОК» «Лесная сказка» в 0,4 км к северу от села Ольховатка Губкинского района Белгородской области.

5. Водозабор «ДСФ», расположенный в 600 м севернее поселка Заповедный Губкинского района Белгородской области.

Еженедельно питьевая вода исследовалась по химическому составу (исследования проводились по 33 компонентам). В результате лабораторного контроля выявлено 106 превышений гигиенических нормативов жесткости, что составляет 0,55 % от общего объема проведенных исследований питьевой воды. Повышенная жесткость обусловлена природными свойствами подземных вод.

По заявкам цехов дополнительно к плану отобрана 141 проба и выполнено 2010 химических анализов питьевой воды. В результате лабораторного контроля выявлено 8 превышений гигиенических нормативов жесткости, что составляет 0,4 % от общего объема проведенных исследований питьевой воды. Повышенная жесткость обусловлена природными свойствами подземных вод.

В результате лабораторного контроля качества также выявлено 2 превышения гигиенических нормативов цветности, что составляет 0,01 % от общего объема проведенных исследований питьевой воды; 2 превышения гигиенических нормативов мутности, что составляет 0,01 % от общего объема проведенных исследований питьевой воды; 28 превышений гигиенических нормативов железа общего (вода водозаборной скважины № 001 и водонапорной башни скважины № 001 цеха №2 ДСФ), что составляет 0,15 % от общего объема проведенных исследований питьевой воды.

Во исполнение «Плана дополнительных санитарно - профилактических и противоэпидемических мероприятий по улучшению качества питьевой воды цеха №2 Дробильно - сортировочной фабрики» в январе 2018 года введена в эксплуатацию система водоочистки питьевой воды. Комплекс водоочистного оборудования установлен на входе в распределительную сеть цеха ДСФ № 2. Данные лабораторного контроля подтверждают, что питьевая вода является безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу.

В 2018 году АО «Лебединский ГОК» был заключен договор с ЗАО «РОСА» на исследование питьевой воды на содержание: титана (14 проб), бария (50 проб); с ЗАО «ГИЦ ПВ» на содержание хлороформа (28 проб) в питьевых и сточных водах; с Федеральным Бюджетным Учреждением Здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» на содержание цианидов (45 проб), хлорорганических пестицидов (45 проб) в питьевой воде; с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» на содержание стронция (45 проб) в питьевой воде. Данные лабораторного контроля подтверждают, что питьевая вода является безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу.

Химический анализ проб технологической воды, сточных и природных вод, промышленных и хозяйственно-бытовых стоков проводился по 30 показателям. В результате лабораторного контроля выявлено 28 превышений нормативов допустимых сбросов в хозяйственных бытовых стоках МПК «АгроФуд», что составляет 0,22 % от общего числа проведенных исследований технологической воды, сточных и природных вод,

промышленных и хозяйственно-бытовых стоков.

Систематически проводились исследования качества производственных стоков ФОК, ОФ, ЗГБЖ (ЦГБЖ, ЦГБЖ-2), ДСФ.

Служба проверки воды и контроля за отчетный период осуществляла производственный аналитический контроль сброса дренажных вод в реку Осколец, обеззараженных хозяйственно-бытовых стоков в ручей балки Костенков Лог и канализационных стоков, поступающих на очистные сооружения МУП «Водоканал» г. Губкина. Контроль сточных вод, поступающими на очистные сооружения г. Губкина, проводился параллельно с представителями МУП «Водоканал».

Всего отобрано 65 проб сточных вод на исследования химического состава и выполнено 2968 анализов (по 30 компонентам). В результате проведенного лабораторного контроля выявлено 90 превышений нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ в реку Осколец и в ручей балки Костенков Лог.

Для целей гидрорежимных наблюдений – осуществление контроля качества подземных вод из скважин и контроля химического состава вод хвостохранилища и карьера. Гидрогеологическими службами комбината были доставлены на химические исследования в аналитическую лабораторию 84 пробы воды. Химический анализ подземных вод и вод, связанных с эксплуатацией хвостохранилища и карьера, производился группой мониторинга качества воды. За отчетный период было выполнено 4906 химических анализов. Информация о химическом составе подземных и поверхностных вод была предоставлена гидрогеологическим службам комбината.

Группа микробиологического анализа и биотестирования. Санитарно – микробиологический анализ питьевой воды проводился в соответствии с требованиями [14].

В 2018 году группой микробиологического анализа и биотестирования в соответствии с утвержденным планом было отобрано 1237 проб воды (питьевой, дренажной, сточной, природной, горячего водоснабжения, воды плавательных бассейнов) для микробиологических исследований, выполнено 4034 исследований на микробиологические показатели. Дополнительно по заявкам структурных подразделений отобрано 170 проб вышеуказанных видов воды для микробиологических исследований, в результате проведено 711 исследований на микробиологические показатели питьевой и сточной воды.

На бактериологические исследования питьевой воды было отобрано 770 проб и выполнено 2388 анализов, по заявкам структурных подразделений комбината было отобрано 141 проба питьевой воды, выполнено 568 анализов. Микробиологические исследования проводились по

пяти основным показателям: общее микробное число; споры сульфатредуцирующих клостридий, колифаги; термотолерантные колиформные бактерии; общие колиформные бактерии.

Для установления влияния сброса обеззараженных сточных вод на качество воды водоема за отчетный период группой микробиологического анализа и биотестирования было выполнено: 128 санитарно-микробиологических анализов воды, сбрасываемой в ручей в балке Костенков Лог и в реку Осколец. Выполнено 258 санитарно-микробиологических анализа природной воды – ручья в балке Костенков Лог (выше и ниже сброса) и реки Осколец (выше и ниже сброса) на патогенную микрофлору (сальмонелла) в соответствии с требованиями [15].

Результаты исследований проб воды подтверждают отсутствие в них патогенной микрофлоры (сальмонеллы).

В Курской области ежеквартально проводились исследования на легионеллез водных систем (бассейны, градирни, системы водоснабжения). Проведены исследования 80 проб воды (рис. 2).

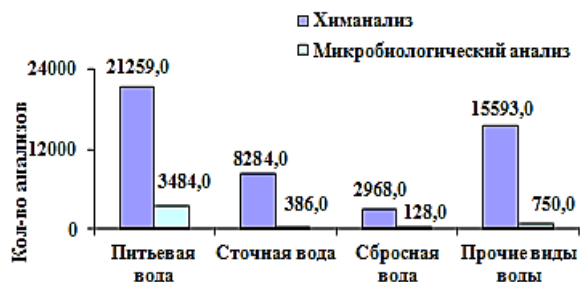


Рис. 2. Контроль качества воды АО «Лебединский ГОК»

Контроль санитарно-технических условий на рабочих местах. Обследования рабочих мест подразделений комбината по определению концентраций АПФД (аэрозолей преимущественно фиброгенного действия) и вредных веществ в воздухе рабочей зоны, параметров микроклимата подразделений комбината, дочерних обществ и сторонних организаций выполняются в соответствии с нормативными документами.

В 2018 году было выполнено 6649 замеров параметров микроклимата для 7620 рабочих мест (указан суммарный объем исследований при ежеквартальных замерах). Результаты контроля санитарно-технических условий на рабочих местах показал, 49 рабочих мест по параметрам микроклимата не соответствуют допустимым, установленным в [16], это составляет 0,65 % от общего количества обследованных рабочих мест. В рамках рассмотренных задач представляют интерес работы [17, 18, 19, 20, 21].

В 2018 году было выполнено 4136 замеров пыли в воздухе рабочей зоны:

- 4132 замера концентрации АПФД в воздухе рабочей зоны для 4783 рабочих мест (указан суммарный объем исследований при ежеквартальных замерах). На 230 рабочих местах концентрация АПФД в воздухе рабочей зоны превышает нормативы, что составляет 4,8 % от общего количества обследованных рабочих мест;

- 4 замера концентрации пыли (2-метил-1,3,5-тринитробензол) для 1 рабочего места БВУ, результаты замеров превышают установленные нормативы по ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

В 2018 году было произведено 1184 замера концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны для 1590 рабочих мест (указан суммарный объем исследований при ежеквартальных замерах).

На 41 рабочем месте были зафиксированы превышения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, что составляет 2,6 % от общего количества обследованных рабочих мест. Несответствия имеют место в ОФ, УТК, АТУ, ФОК, ЭЦ, ЗГБЖ, УРО (СРЦ), ООО «Рудстрой».

Замеры освещенности на рабочих местах проводились в дневное и темное время суток. В 2018 году выполнено 7552 замера освещенности. В 172 точках замеров освещенность не соответствует нормам, что составляет 2,3 % от общего количества обследованных рабочих мест. Основной причиной недостаточной освещенности рабочих мест является несвоевременная замена перегоревших светильников, электро- и газоразрядных ламп, несоблюдение норм эксплуатации светильников.

В 2018 году обследовано 2625 рабочих мест пользователей ПЭВМ. Превышений допустимых норм уровней напряженности электромагнитных полей не выявлено.

В 2018 году было произведено 2216 замеров аэроионного состава воздуха на рабочих местах пользователей персональных компьютеров. Превышений допустимых норм не выявлено.

В 2018 году было произведено 340 замеров напряженности постоянных магнитных полей. Превышений допустимых норм не выявлено.

В 2018 году проведено 926 замеров уровня шума. В 674 случаях выявлено превышение допустимых уровней, что составляет 72,3 % от общего количества обследованных рабочих мест.

В 2018 году проведено 1527 замеров уровня вибрации. Выявлено 663 превышения допустимых уровней, что составляет 43,4 % от общего количества обследованных рабочих мест.

Для взаимодействия со структурными подразделениями на комбинате действует «Регламент взаимодействия между подразделениями АО «Лебединский ГОК» по улучшению санитарно-технических условий на рабочих местах». По результатам замеров оформляются протоколы, которые направляются в подразделения комбината, дочерние общества, сторонние организации с заключениями о соответствии (несоответствии) установленным санитарно-гигиеническим нормам. При выявлении несоответствий установленным санитарным нормам в структурные подразделения комбината направляются акты-предписания. По выявленным несоответствиям подразделения проводят анализ, разрабатывают корректирующие действия – мероприятия по устранению выявленных несоответствий.

На рисунке 3 представлены результаты контроля санитарно-технических условий на рабочих местах АО «Лебединский ГОК» и дочерних обществ. С учетом обработки и анализа результатов контроля необходимо выбрать или разработать необходимые мероприятия по улучшению экологической обстановки и условий труда на горно-обогатительном комбинате.

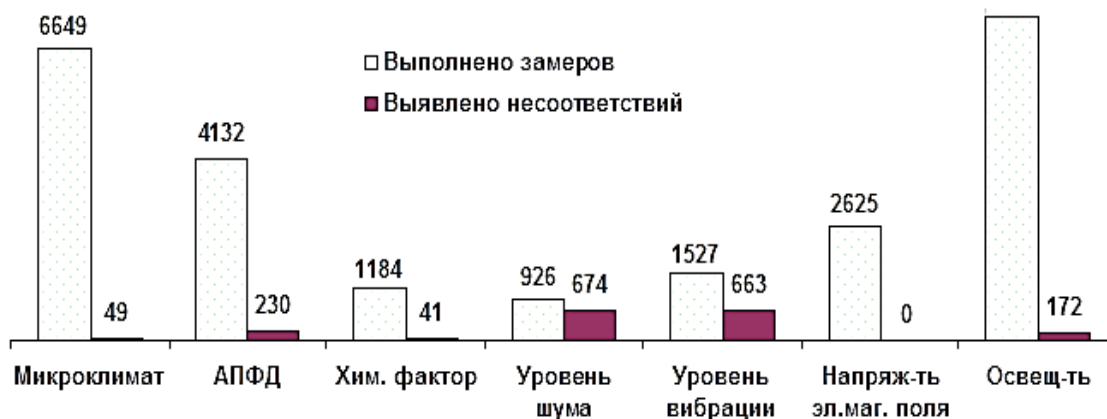


Рис. 3. Результаты контроля санитарно-технических условий на рабочих местах АО «Лебединский ГОК» и дочерних обществ

Выводы:

1. Анализ данных натуральных замеров вредных производственных факторов в рабочих зонах и на предприятии в целом осуществлен по результатам контроля и мониторинга текущего состояния обстановки на АО «Лебединский ГОК».

2. Выявлены особенности воздействий вредных производственных факторов на рабочих местах на здоровье персонала, а так же выделяемой при проведении работ пыли на загрязнение окружающей среды прилегающих территорий.

Результаты контроля предложено использовать для улучшения условий труда на производстве с повышенным воздействием вредных производственных факторов за счет совершенствования проводимых видов контроля и необходимых мероприятий.

Библиографический список

1. Бересневич, П.В. Аэрология карьеров / П.В. Бересневич, В.А. Михайлов, С.С. Филатов // Справочник. – 1990. М.: Недра. – 280 с.

2. Берлянд, М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.

3. Михайлов, А.И. Охрана окружающей среды на карьерах / А.И. Михайлов. - Киев: Высшая школа, 1990. - 186 с.

4. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест. ГН 2.1.6.1339-03.

5. СанПиН 2.1.6.1032-01. «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». Минздрав России Москва, 2001.

6. Кульнева, В.В. Синергизм при загрязнении воздуха городской среды на фоне неблагоприятных метеорологических условий / В.В. Кульнева, А.В. Звягинцева // Современные тенденции развития гидрометеорологии в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конференции. - Иркутск: Из-во ИГУ, 2019. - С. 587-591.

7. Методическое пособие по аналитическому контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Санкт-Петербург, НИИ Атмосфера, 2012.

8. Звягинцева, А.В. Анализ процесса переработки ртутьсодержащих отходов и разработка природоохранных мероприятий / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 24-30.

9. Звягинцева, А.В. Расчет образования ртутьсодержащих отходов и разработка мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов / А.В. Звягинцева, С.А.

Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С.30-36.

10. Asminin, V. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V. Asminin, E. Druzhinina, S. Sazonova, D. Osmolovsky // Akustika. 2019. Т. 34. С. 18-21.

11. СанПиН 2.1.4.1704-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (с изм. на 2.04.2018 г.).

12. ГН 2.1.5.2307-07 Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно - питьевого и культурно-бытового водопользования. Постановление от 19.12.2007 г. № 90 (с изм. на 16.09.13 г.).

13. Звягинцева, А.В. Экологический мониторинг опасных гидрологических явлений / А.В. Звягинцева, В.В. Кульнев, В.В. Кульнева // International academy of ecology, man and nature protection sciences Ecology and development of Society. – 2018. - № 3(26). - С. 62- 66.

14. Санитарно – микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания. МУК 4.2.1018 – 01. (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 08.02.2001).

15. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Минздрав России Москва, 2000.

16. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996г. №21).

17. Сазонова, С.А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 5. - С. 68-71.

18. Николенко, С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.

19. Верещагин, А.Ю. Программа геотехнического мониторинга объектов, входящих в зону влияния строительства / А.Ю. Верещагин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 4-9.

20. Игнатюк, А.С. Процесс тепловизионного обследования ограждающих конструкций здания / А.С. Игнатюк, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 66-72.

21. Локтев, Е.М. Моделирование рейтинговых показателей педагогических кадров военных кафедр / Е.М. Локтев, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С.67-73.

22. Звягинцева, А.В. Математическая мо-

дель водородной проницаемости металлов с примесными ловушками при наличии внутренних напряжений различной физической природы / А.В. Звягинцева // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. - 2019. - № 19-21 (303-305). - С. 29-44.

УДК 004.415.2

*Воронежский государственный университет
преподаватель М.В. Добрина, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный университет
студент В.О. Самбулов, e-mail: vsesam1@yandex.ru,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный университет
студент И.Н. Рожков, тел.: 7 (473) 228-11-60, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State University
Lecturer M.V. Dobrina, e-mail: nice.smirnova@yandex.ru,
Russia, Voronezh
Voronezh State University
Student V.O. Sambulov, e-mail: vsesam1@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State University
Student I.N. Rozhkov, ph.: 7 (473) 228-11-60, Russia, Voronezh*

М.В. Добрина, В.О. Самбулов, И.Н. Рожков

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Аннотация: рассматриваются методологические вопросы научного экономического предвидения или социально-экономического прогнозирования, в том числе принципы, методы и показатели, применяемые в процессе прогнозирования и планирования. Особое значение авторы придают описанию различных методов прогнозирования, в том числе классифицированных как специфических, формализованных и методов моделирования

Ключевые слова: социально-экономическое прогнозирование, интуитивный метод, формализованный метод, методы моделирования

M.V. Dobrina, V.O. Sambulov, I.N. Rozhkov

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF SOCIO - ECONOMIC FORECASTING

Abstract: the authors discuss the methodological issues of scientific economic prediction or socio-economic forecasting, including the principles, methods and indicators used in the forecasting and planning process. In addition the authors attach particular importance to the description of various forecasting methods, including those classified as specific, formalized, and modeling methods

Keywords: socio-economic forecasting, intuitive method, formalized method, modeling methods

Социально - экономическое прогнозирование с течением времени становится всё более востребованным инструментом государственного управления, необходимого при разработке и реализации различного рода управленческих решений, принимаемых на различных уровнях государственной власти и управления в сфере социальной и экономической политики. В этой связи, особое значение приобретают теоретико - методологические вопросы социально - экономического прогнозирования.

Методология научного экономического предвидения включает совокупность принципов, методов и показателей, применяемых в процессе прогнозирования и планирования.

Методы социально - экономического прогнозирования делятся на специфические и формализованные. По степени формализации их можно разделить на следующие методы:

1. Интуитивные методы прогнозирования,

когда невозможно учесть влияние многих факторов из-за сложности объекта прогнозирования [3]. Интуитивные методы имеют ряд подвидов, в которые входят следующие методы:

- метод «интервью», который может быть осуществлен по схеме «вопрос – ответ», в ходе которого прогнозист в соответствии с заранее разработанной программой ставит перед экспертом вопросы относительно перспектив развития прогнозируемого объекта;

- аналитический метод, который позволяет осуществить логический анализ прогнозируемой ситуации и представить его в виде аналитической записки;

- метод написания «сценария», основанный на логике развития процесса во времени при различных условиях. Сценарий – это картина последовательного детального решения проблемы;

- метод «экспертных оценок» – используется преимущественно в долгосрочных прогнозах, когда трудно количественно оценить прогнозный фон, а специалисты делают это на осно-

ве своего понимания вопроса. По существу, мнение специалиста – это результат мысленного анализа и обобщения процессов, относящихся к прошлому, настоящему и будущему на основании собственного опыта, квалификации и интуиции. Данный метод тоже имеет некоторые разновидности, к которым относятся:

- метод «дерева целей», использующийся при анализе системных процессов в случае, если можно выделить структурные или иерархические уровни;

- метод «комиссий», в котором осуществляется согласованность мнений экспертов по перспективным направлениям развития объекта прогнозирования.

2. Формализованные методы прогнозирования. Они базируются на математической теории, которая обеспечивает повышение достоверности и точности прогнозов, значительно сокращает сроки их выполнения, позволяет обеспечить деятельность по обработке информации и оценке результатов. К ним относятся метод экстраполяции и нормативный метод.

Метод экстраполяции заключается в выявлении тенденции экономического процесса и сохранении ее в будущем. При использовании этого метода необходимо иметь информацию об устойчивости тенденций развития объекта за срок, в три раза превышающий срок прогнозирования.

Последовательность действий при экстраполяции следующая:

- четкое определение задачи;
- выдвижение гипотез о возможном развитии прогнозируемого объекта;
- рассмотрение факторов, стимулирующих или препятствующих развитию данного объекта;
- определение необходимой экстраполяции;
- выбор системы параметров;
- сбор и систематизация данных и проверка их однородности и сопоставимости;
- выявление тенденций и построение соответствующего уравнения (тренда);
- расчет точечного прогноза на основе тренда.

Нормативный метод чаще применяется для программных или целевых прогнозов. Например, используя физиологические и рациональные нормы потребления продовольственных и непродовольственных товаров, разработанных специалистами для различных групп населения, можно определить уровень потребления этих товаров на годы, предшествующие достижению

указанной нормы. Такие расчеты называют интерполяцией.

Интерполяция – это способ вычисления показателей, недостающих в динамическом ряду изучаемого явления, на основе установленной взаимосвязи [4]. Принимая фактические значения показателя и значения его нормативов за крайние члены динамического ряда, можно определить величину значений внутри этого ряда. Нормы и нормативы разрабатываются заранее на законодательной или ведомственной основе.

Стоит отметить, что норма – это максимально допустимая величина, а норматив – это соотношение элементов производственного процесса (составляющая нормы). Нормы и нормативы подразделяются на ресурсные, экономические и социальные.

3. Методы моделирования, пожалуй, самые сложные методы прогнозирования и считаются достаточно эффективным средством прогнозирования.

Слово «модель» произошло от лат. *modulus* (мера, образец).

Математическое моделирование означает описание экономического явления посредством математических формул, уравнений и неравенств. Модели могут быть материальными и идеальными. В экономике используются идеальные модели. Наиболее совершенной идеальной моделью является количественное описание социально-экономических процессов.

Содержание процесса моделирования включает в себя следующие этапы:

1. Построение модели на основе предварительного изучения объекта;
2. Определение существенных характеристик объекта;
3. Экспериментальный и теоретический анализ модели;
4. Сопоставление результатов моделирования с фактическими данными объекта;
5. Корректировка или уточнение модели [5].

Моделирование осуществляется по аналогии с другим объектом, подобным ему и более доступным. Таким более доступным объектом является экономико - математическая модель. Она представляет собой систему формализованных уравнений, описывающих основные взаимосвязи элементов, образующих экономическую систему или какой-либо экономической процесс.

Определенные виды моделей социально-экономического прогнозирования могут класси-

фицироваться в зависимости от критерия оптимальности или наилучшего ожидаемого результата.

Различают факторные и структурные модели социально - экономического прогнозирования. Факторные модели могут включать различное количество факторов. Простейшей факторной моделью является однофакторная модель. Многофакторные модели позволяют одновременно учитывать влияние нескольких факторов на результат, например, построение корреляционно-регрессионной модели. Структурные модели описывают связи между отдельными элементами, образующими одно целое. Выделяются еще и модели структурно - балансового типа, позволяющие учитывать множество факторов, а также вскрывать взаимосвязи и выбирать наилучшие варианты и решения. Такие модели имеют матричную форму. Они применяются для анализа и прогноза межотраслевых и межрайонных связей. В матричной модели отражается структура затрат на производство и распределение продукции по вновь созданной стоимости. Элементы строк характеризуют распределения продукции каждой отрасли по направлениям использования. Элементы столбцов означают, что стоимость распределенных и накопленных материальных благ и услуг равна сумме стоимостей произведенных затрат и вновь созданной стоимости.

Заметим, что в целом по всем отраслям вновь созданная стоимость равна национальному доходу. Она состоит из двух элементов: фонда оплаты труда и чистого дохода.

4. Метод «затраты – выпуск» широко применяется в системе ООН. Экономико-математические модели в прогнозировании широко используются при составлении социально-экономических прогнозов на макроэкономическом уровне [1]. К таким моделям относятся:

1. Модели экономического роста;
2. Модели размещения производства;
3. Модели оптимизации перевозок;

4. Модели распределения валового внутреннего продукта (ВВП), валового реального продукта (ВРП), национального дохода (НД) [2].

При использовании этих моделей необходимо учитывать воздействие факторного, лагового и структурного аспектов сбалансированности экономики и их синтеза на основе принципа оптимальности. Факторный аспект сбалансиро-

ванности экономики основывается на взаимосвязке между объемом выпуска продукции и затратами факторов производства. Факторные модели могут включать различное количество переменных величин (факторов) и соответствующих им параметров. Простейшим видом факторных моделей являются модели однофакторные, показывающие зависимость объема выпуска продукции от влияния основных экономических факторов. Лаговый аспект сбалансированности предполагает распределение во времени затрат факторов производства и достигаемого при их взаимодействии эффекта. Лаг – это запаздывание, временной интервал между двумя взаимозависимыми экономическими процессами, один из которых является причиной, а второй – следствием. Структурный аспект сбалансированности основан на пропорциях между производством и распределением продукции. Все вышеуказанные методы могут применяться в социально-экономическом прогнозировании не только для страны в целом, но и для отдельного региона.

Библиографический список

1. Краткосрочное прогнозирование регионального развития в условиях неполной информации / Под ред. М.М. Албегова. - М.: Эдиториал УРСС, 2001. - 160 с.

2. Бутакова, М.М. Экономическое прогнозирование: методы и приемы практических расчетов: Учебное пособие / М.М. Бутакова. - М.: КноРус, 2017. - 128 с.

3. Лыгденова, Т.Б. Прогнозирование социально-экономического развития региона: учет неопределенности и управление рисками / Т.Б. Лыгденова, Е.Н. Ванчикова, Н.И. Мошкин. - М.: Русайнс, 2016. - 352 с.

4. Давнис В.В., Добрина М.В., Чекмарев А.В. Основы моделирования адаптивно-таргетированных прогнозных траекторий и анализ их устойчивости. Научный журнал Современная экономика: проблемы и решения. Воронежский государственный университет. Выпуск № 9 (105). Воронеж, 2018. Статья входит в перечень ВАК.

5. Добрина М.В., Чекмарев А.В. Основы адаптивного таргетирования в прогнозировании экономических процессов. Экономическое прогнозирование: модели и методы: Воронежский государственный университет, Воронеж, 2018.

УДК 004.8

Казанский государственный энергетический университет
студент Э.Р. Галиуллина, тел.: 8-843-519-4326, Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент Р.С. Зарипова, e-mail: zarim@rambler.ru
Россия, г. Казань

Kazan State Power Engineering University
Student E.R. Galiullina, Ph.: 8-843-519-4326, Russia, Kazan
Kazan State Power Engineering University
Cand. tech. Sci., Assoc. R.S. Zaripova, e-mail: zarim@rambler.ru
Russia, Kazan

Э.Р. Галиуллина, Р.С. Зарипова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: фоторефрактивные материалы, в том числе традиционные электрооптические фоторефрактивные кристаллы, а также фотополимеры и светочувствительные стекла хорошо продемонстрировали свой потенциал в информационных системах. В этой статье описано несколько применений различных фоторефрактивных материалов в системах хранения, обработки и связи информации. Рассмотрено применение традиционных электрооптических фоторефрактивных кристаллов в оптической обработке информации и хранении объемных голографических данных

Ключевые слова: хранение голографических данных, фоторефрактивные материалы, носители, фоторефрактивный эффект

E.R. Galiullina, R.S. Zaripova

USE OF PHOTOREFRACTIVE MATERIALS IN COMMUNICATION, STORAGE AND PROCESSING SYSTEMS

Abstract: photorefractive materials, including traditional electro-optical photorefractive crystals, as well as photopolymers and photosensitive glasses, have demonstrated their potential in information systems. This article describes several applications of various photorefractive materials in information storage, processing and communication systems. Application of traditional electro-optical photorefractive crystals in optical information processing and storage of volumetric holographic data is considered

Key words: holographic data storage, photorefractive materials, carriers, photorefractive effect

Фоторефрактивный эффект – это явление, при котором локальный показатель преломления изменяется пространственным изменением интенсивности света [1]. Изменение пространственного индекса приводит к искажению волнового фронта, и такой эффект называют «оптическим повреждением». С тех пор фоторефрактивный эффект наблюдался во многих электрооптических кристаллах. Фоторефрактивные материалы, безусловно, являются наиболее эффективными носителями для записи динамических / статических голограмм. На этих носителях информация может храниться, извлекаться и стираться при освещении [2]. В дополнение к голографическим свойствам происходит энергетическая связь между записывающими лучами, а также между считывающим лучом и дифрагированным лучом. Фоторефрактивные носители являются многообещающими в информационных системах благодаря своим уникальным свойствам, таким как низкая интенсивность работы, большой объем памяти, направленная передача энергии, отклик в реальном времени и большой динамический диапазон [3]. Эти особенности делают их привлекательными материалами для хранения объемных голографических данных, системы обработки изображений стимулировали продвижение фоторефрактивных устройств. Фоторефрактивные материалы были предложены и

использованы в волоконно-оптических устройствах, таких как модуляторы, переключатели, компенсаторы дисперсии, фильтры, мультиплексоры / демultipлексоры с разделением по длине волны и др.

Считается, что фоторефрактивный эффект возникает от оптически генерируемых носителей заряда, которые мигрируют, когда кристалл подвергается пространственно изменяющейся схеме освещения фотонами, имеющими достаточную энергию. Миграция носителей заряда из-за дрейфа, диффузии и фотоэлектрического эффекта приводит к разделению пространственного заряда, что приводит к появлению сильного поля пространственного заряда [1]. Такое поле вызывает изменение показателя преломления посредством электрооптического эффекта (эффект Поккельса). Эта простая картина фоторефрактивного эффекта может быть использована для объяснения нескольких интересных оптических явлений в этих средах. Нелинейно-оптические процессы, включая двух-, четырехволновое смешение и фазовое сопряжение, являются типичными характеристиками фоторефрактивного эффекта [3]. С момента своего открытия фоторефрактивный эффект применяется для оптического хранения данных и обработки информации.

В последние годы исследования в области применения фоторефрактивных материалов были сосредоточены на хранении объемных голографических данных (VHDS). VHDS становится конкурентоспособным из-за его большой емко-

сти (Тбит / см³) и высокой скорости доступа (Гбит / с). Несколько голограмм могут быть записаны в фоторефрактивном кристалле или фотополимере последовательно с использованием графика экспозиции, который уравнивает эффективность дифракции или коэффициент ошибок по битам. Различные углы опорного пучка, или длины волны, или фазовые распределения могут быть выбраны для различных воздействий; известный как мультиплексирование по длине волны, угловое мультиплексирование и фазовое мультиплексирование соответственно [1]. Как только информация сохраняется на голографическом носителе, ее можно извлечь и использовать в качестве библиотеки для распознавания образов или другой обработки. Уникальным преимуществом такой системы является параллельный характер считывания, когда входной опорный луч может считывать всю страницу информации, или, альтернативно, входной объект может сравниваться со всеми сохраненными изображениями одновременно для достижения высокой скорости распознавания образов.

Новые и улучшенные фотополимеры были разработаны в результате поиска лучших голографических материалов для оптического хранения данных. Фотополимер перед воздействием света состоит из фотополимеризуемых мономеров, диспергированных в матрице. При освещении пространственно изменяющимся световым рисунком мономеры в ярких областях становятся полимерами. В то же время оставшиеся мономеры будут диффундировать, образуя равномерное распределение по всей массе среды. Сумма полимеров и мономеров образует решетку плотности, которая может быть зафиксирована равномерным освещением после того, как диффузия мономеров достигнет устойчивого состояния. Поскольку показатель преломления полимера зависит от его плотности, в результате решетчатой плотности образуется индексная решетка [2]. Поскольку процесс фотополимеризации необратим, решетки, записанные в фотополимерах, являются постоянными и оптически не стираемыми. Преимуществами фотополимеров являются их относительно большой динамический диапазон и нелетучая природа. Одна проблема с фотополимерами заключается в том, что материал сжимается во время полимеризации, что приводит к несоответствию Брэгга при считывании.

Фоточувствительность в стекле была впервые обнаружена в оптических волокнах Кеном Хиллом. в 1978 г., за которым последовал прорыв Мельца и в 1989 г., в котором сообщалось о голографической записи решеток с использованием однофотонного поглощения при 244 нм. После этого волоконные брэгговские решетки (FBG) нашли многочисленные применения в волоконно-оптических устройствах, хотя механиз-

мы формирования решеток в светочувствительном стекле все еще изучаются. Считается, что два из этих механизмов участвуют в формировании индексных решеток в германосиликатных волокнах: формирование центров окраски, которые изменяют показатель преломления через соотношение Крамерса-Кронига, и уплотнение, которое происходит внутри стеклянных волокон при освещении УФ-светом.

Поскольку скорость передачи увеличивается от 2,5 до 10 Гбит/с и выше, а диапазон каналов уменьшается от 200 до 50 ГГц, хроматическая дисперсия и наклон дисперсии становятся ограничивающими факторами в системах WDM. Было предложено несколько методов для компенсации дисперсии и наклона дисперсии, включая компенсационное волокно, фазированную матрицу виртуального изображения, обычную решетку из чирпированного волокна и т. д. Решетка из чирпированного волокна идеальна для компенсации дисперсии и может использоваться для компенсации наклона с нелинейным ЛЧМ, но требует большой длины решетки для покрытия достаточного количества каналов и точного контроля периода для достижения желаемой компенсации.

В заключение, фоторефрактивные устройства становятся все более важными в информационных системах [4]. В этой статье мы кратко рассмотрели предыдущие работы по применению фоторефрактивных материалов при обработке и хранении информации и описали наши недавние работы по применению новых фоторефрактивных материалов в волоконно-оптической связи. В частности, мы разработали перестраиваемый WDM-фильтр с плоской вершиной, включающий зеркала DBR, записанные голографически в фотополимерах, продемонстрировали избирательное переключение по длине волны на основе переключаемых решеток в жидких кристаллах, диспергированных в голографических полимерах, и построили многоканальный компенсатор наклона дисперсии с использованием нового образца FBG с выдержками после записи. Эти работы продемонстрировали возможность использования новых фоторефрактивных материалов в волоконно-оптических устройствах для систем WDM.

Библиографический список

1. Барачевский В.А. Современное состояние разработки светочувствительных сред для голографии (обзор) // Оптика и спектроскопия. – 2018. – Т. 124. – № 3. – С. 371-399.
2. Антипова Р.С. Влияние RAID - технологии на производительность систем хранения данных / Т.С. Антипова, Р.С. Зарипова / Ученые записки ИСГЗ. – 2018. – Т. 16. – № 2. – С. 24-29.

3. Гапонов А.Ю., Сюй А.В., Максименко В.А. Исследование фоторефрактивных свойств кристаллов ниобата лития по угловым характеристикам индикатрисы фотоиндуцированного рассеяния света // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке.

– 2013. – Т. 1. – С. 224-228.

4. Антипова Т.С. Перспективы и проблемы импортозамещения информационных технологий в России / Т.С. Антипова, Р.С. Зарипова / Наука Красноярья. 2019. – Т. 8. – №4-4. –С.11-14.

УДК 642.073

*Воронежский государственный технический университет
старший преподаватель А.В. Васильев,
e-mail: v_ay@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
магистрант Н.А. Васильева, e-mail: nechay.n@mail.ru
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh state technical University
Senior teacher A.V. Vasiliev,
e-mail: v_ay@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Master's student N.A. Vasilieva, e-mail: nechay.n@mail.ru
Russia, Voronezh*

А.В. Васильев, Н.А. Васильева

АНАЛИЗ ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT НА ПРИМЕРЕ СВЕДЕНИЙ ОБ АРМАТУРЕ В ПРОЕКТЕ РАЗДЕЛА «КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ»

Аннотация: статья посвящена современному методу проектирования зданий и сооружений – BIM-моделированию на примере программного комплекса Revit. Рассмотрены ключевые моменты по созданию спецификаций об арматуре, полученной при разработке проекта железобетонных конструкций. Показаны пути усовершенствования и обработки данных, формирующих спецификации

Ключевые слова: Autodesk Revit, BIM-моделирование, армирование железобетонных конструкций, ведомость, спецификация, длина арматуры, округление значений, масса арматуры

A.V. Vasiliev, N.A. Vasilieva

DATA ANALYSIS IN THE AUTODESK REVIT SOFTWARE PACKAGE FOR EXAMPLE, INFORMATION ABOUT FITTINGS IN THE PROJECT SECTION "REINFORCED CONCRETE STRUCTURES»

Abstract: the Article is devoted to the modern method of designing buildings and structures – BIM modeling on the example of the Revit software package. The key points for creating specifications about the reinforcement obtained during the development of the project of reinforced concrete structures are considered. The ways of improving and processing data that form specifications are shown

Keywords: Autodesk Revit, BIM modeling, reinforced concrete structures, sheet, specification, rebar length, rounding values, rebar weight

Введение. Развитие BIM - технологий в строительстве идет нарастающими темпами. Разработаны и внедрены строительные нормативные документы, регламентирующие единые стандарты проектирования [1-3]. Создание моделей для строительства различных объектов становится нормой. Разные фирмы предлагают использовать разработанные ими программные продукты для моделирования зданий и сооружений. Наиболее распространенным на российском рынке проектирования для строительства из BIM-продуктов является Revit, как преемник программного продукта AutoCAD компании Autodesk.

На основе опыта в сфере проектирования железобетонных конструкций с использованием программного комплекса (ПК) Revit в данной статье будут разобраны некоторые особенности

работы с данными, которые можно вложить в модель, а затем в виде спецификаций вывести в нужном формате для ознакомления.

При проектировании необходимо соблюдать требования строительных норм и правил РФ. Представление информации по армированию при разработке проекта по разделу «железобетонные конструкции» осуществляется по четырём спецификациям [4].

Первая представляет собой «ведомость деталей», в ней эскизно показываются гнутые стержни с указанием длин прямых частей, углов загибов и т.д., прямые же стержни не указываются (рис. 1). Данная спецификация предназначена для заготовки на заводе гнутых стержней и деталей для последующей установки на строительной площадке.

Вторая спецификация на изделия необходима для сборки отдельных изделий в виде сеток

или каркасов, закладных деталей и др., в ней приводятся данные для сборки, указываются марка самого изделия и его масса, а также позиции стержней и деталей, составляющих ее (рис. 2). Например, если деталью является стержень, то указывается диаметр, класс арматуры, длина стержня, их количество, необходимое для изготовления изделия, и массы одного и всех стержней этого изделия.

Ведомость деталей

Марка	Эскиз
3	
4	
5	

Рис. 1. Пример ведомости деталей, где указываются отгибы арматурных стержней

Третья спецификация сборочных единиц предназначена для установки изделий на строительной площадке, где приводятся сведения о

количестве и массе изделий для изготовления той или иной конструкции, а также отдельные детали, не вошедшие в сборные изделия.

Четвертая спецификация - это ведомость расхода стали, где указана масса всего рассматриваемого армирования, необходимого для возведения конструкции, здания или сооружения. Ведомость расхода стали необходима для оценки стоимости строительства.

Таким образом, цель анализа данных из модели заключается в получении корректной информации по армированию, которую можно быстро проверить по разным спецификациям. Для этого необходимо решить ряд задач:

- Определить формат округления длины арматуры как основу для будущего расчета массы арматуры.
- По возможности объединить спецификации в одну для стандартизации расчетов.
- Определить инструмент и порядок подсчета каркасов и сеток.
- Настройка сортировки.
- Настройка округления.

При решении поставленных задач опишем, почему возникли такие задачи и какими путями их можно решить. Ответы на поставленные вопросы дают полную картину, необходимую для выработки стандарта работы со спецификациями в рабочей модели.

Спецификация элементов сеток С-1.1 и С-1.2

Марка изделия	Поз.	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Масса изделия, кг
С-1.1	1	∅12 А500С L=3750 ГОСТ 34028-2016	38	3,33	126,54
С-1.2	2	∅8 А500С L=1890 ГОСТ 34028-2016	4	0,75	10,18
	3	∅8 А500С L=1560 ГОСТ 34028-2016	7	0,62	
	4	∅8 А500С L=1260 ГОСТ 34028-2016	4	0,5	
	5	∅8 А500С L=710 ГОСТ 34028-2016	3	0,28	

Рис. 2. Групповая спецификация на изделия

Определение формата округления длины арматуры. Арматура, установленная в железобетонных конструкциях, имеет определенные характеристики – диаметр, класс арматуры и длина. По данным параметрам по сортаменту мы определяем массу стержней, по которой затем

рассчитывается стоимость объекта. Изначальные параметры определяются расчетом или устанавливаются конструктивно. Обычно разброс различных диаметров в проекте невелик и находится в пределах десяти позиций. Также устанавливаются разные классы арматуры для продольной,

поперечной и предварительно напряженной арматуры. Наибольший разброс значений будет по параметру «длина», увеличивающий количество позиций в спецификациях. Поэтому стандартизация в спецификациях параметра «длина» является наиболее распространенной. Если округлять длину только до 1 мм, то даже в одинаковых конструкциях при разных защитных слоях появятся отличающиеся позиции. В некоторых проектах больших объектов длина округляется до величин, кратных 20 мм, тем самым снижается количество разнотипных позиций до определенного минимума.

Однако помимо указания числовых значений в спецификациях также приводятся эскизные формы стержней в ведомостях деталей (рис. 1), где указываются размеры разных участков этих стержней. Размеры тонких конструкций, отгибы и загибы установленной поперечной арматуры, определенные по диаметру [5], накладывают свои правила округления длины. Округление в размере 5 мм предлагается для встроженных дополнительных отгибов окончаний стержней в ПК Revit (рис. 3). Поэтому наиболее предпочтительное округление длины арматуры достигается при значении 5 мм.

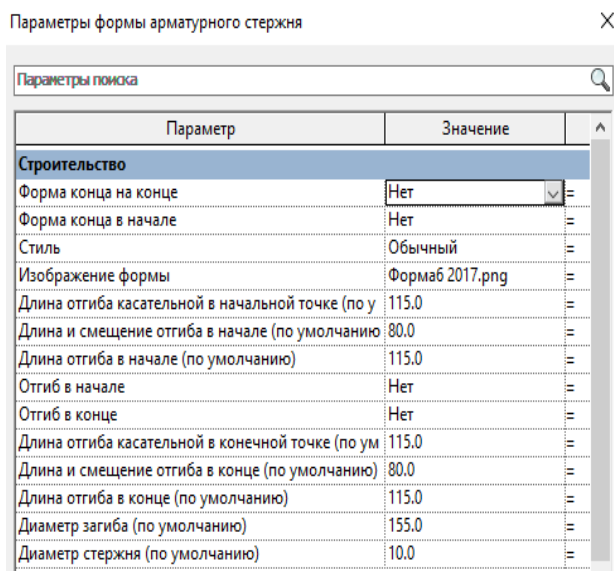


Рис. 3. Параметры формы арматурного стержня по концам

Объединенные спецификации как вариант стандартизации расчетов. Большинство подсчетов значений в выходных спецификациях производится в этих же спецификациях. Ненужные ячейки в дальнейшем просто скрываются от

просмотра. Таким образом, можно не ограничиваться длиной самой спецификации. Примеры создания спецификаций изложены в общедоступных разнообразных формах [6-8].

При наполнении модели информацией используют параметры, отражающие определенные значения. Эти значения обрабатываются в полях таблицы. При создании разных спецификаций основной результат может отличаться из-за ошибок, возникающих при применении параметров со схожими названиями, при разных последовательностях операций с ячейками, при округлении значений в таблицах на разных стадиях расчета и т.п. Чтобы избежать таких ошибок, следует организовывать одну общую спецификацию, из которой можно создать две и более необходимых спецификаций. Например, сделать спецификацию на арматуру, учитывающую изделия полностью и по отдельности. Из такой спецификации можно получить копированием и скрытием лишних столбцов отдельную спецификацию на изделие и отдельную спецификацию сборочных единиц.

Определение инструмента и порядка подсчета каркасов и сеток. Для правильного подсчета каркасов и сеток необходимо понять, как собираются арматурные стержни в группы и сборки. Сборка в Revit представляет собой инструмент объединения элементов с возможностью получить чертежи только с входящими в нее элементами, при этом элементы, соприкасающиеся с ней, но не принадлежащие ей в сборке, не отображаются. Например, арматурные стержни, расположенные в конструкции, объединенные в сетку сборкой, легко отображаются на отдельном чертеже без самой конструкции (рис. 4). Группа в Revit представляет собой инструмент объединения элементов для последующего копирования, причем изменение длины стержня в группе приведет к изменению во всех идентичных скопированных группах.

Для подсчета количества скопированных на данный момент одинаковых групп нет специального параметра. Поэтому лидеры в этой отрасли придумали следующий маневр – ввели дополнительный параметр для всех арматурных стержней – «главная деталь сборки». При этом только один стержень в группе должен иметь данную пометку. При копировании группы растет и количество помеченных стержней с параметром «главная деталь сборки». Поэтому посчитав количество стержней с включенным этим параметром, мы определим, сколько каркасов или сеток сейчас есть у нас в модели.

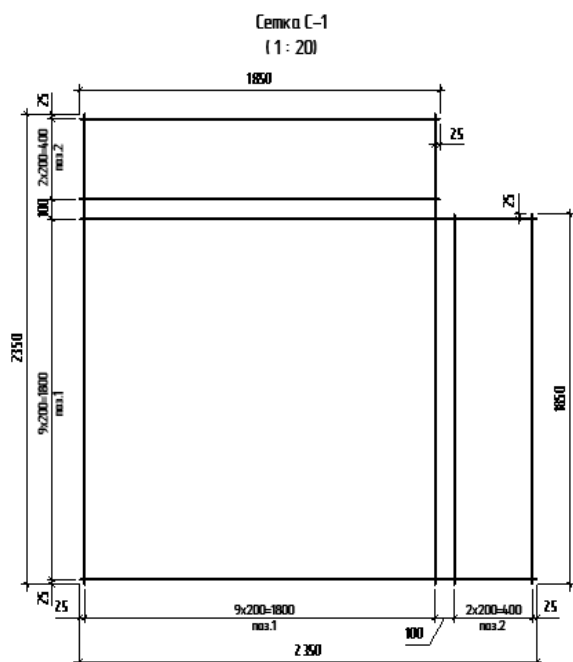


Рис. 4. Пример арматурной сетки

Настройка сортировки. Настройка сортировки в спецификациях также имеет большое значение при обработке данных. Наши данные сортируются по тем параметрам, которые мы вложили – диаметр, класс арматуры и длина, при этом сортировка продолжается и для закладных деталей, где арматура может иметь вид пластины, уголка, швеллера и т.п. Иногда полей для сортировки не хватает, в этом случае применяются объединенные параметры для сортировки (рис. 5). Объединенный параметр представляет собой число, которое можно разложить на слагаемые. Первое слагаемое, например, будет диаметр, умноженный на миллион условных единиц, второе слагаемое – класс арматуры в числовом значении, умноженное на десять тысяч, а третье слагаемое – длина, умноженная на единицу. Таким образом, можно сэкономить на полях для сортировки.

Сортировка используется не только для последовательности отображения позиций в спецификациях, но также помогает при расчете массы арматуры для сеток и каркасов. Расчет массы арматуры осуществляется по длине стержня. Расчет массы сетки или каркаса определяется по проценту от общего количества арматуры, где учитываются объемы относительно уровня сортировки. Поэтому оформление спецификации только по параметру «главная деталь сборки» не представляется возможным.

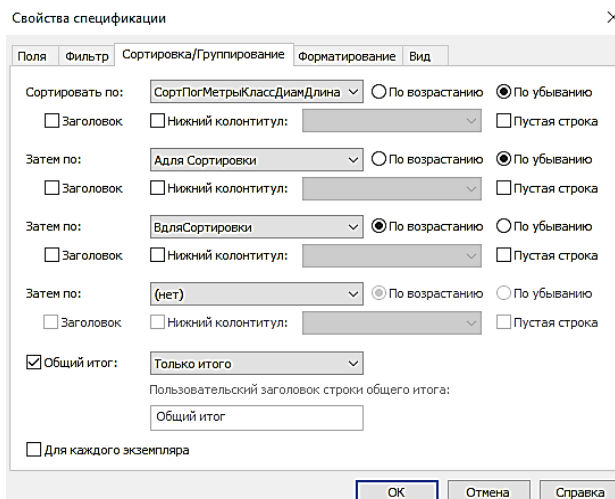


Рис. 5. Окно для сортировки спецификаций

Помимо этого можно создать неявную сортировку для отображения конкретного значения в одной строке, не показывая это же значение в других строчках. Например, показывать марку и массу изделия только в одной строке спецификации на изделие (рис. 2). Этого можно добиться, введя параметр для арматурного стержня «главная деталь сортировки». Он будет указывать, в какой строке указывать марку и массу изделия, при этом он будет отмечен у стержней, входящих в одну позицию.

Округление в спецификациях. Настройка округления в спецификациях имеет большое значение. Сама программа округлений не делает, а только выводит значения по заданному формату. Иногда требуется округлять значения, например, длина должна быть кратной 5 мм. Расчет массы также требует округления на определенном этапе.

В разных спецификациях последовательность расчетов и вывода на просмотр промежуточных спецификаций может влиять на значения числовых параметров, округленных по определенному формату. Последовательность округлений и формат округленных значений влияет на значение последующих этапов. Округление с запасом на каждом этапе приведет к накоплению излишка (таблица). В разных спецификациях количество и последовательность этапов может отличаться. Например, для ведомости расхода стали округление производится только на последнем этапе, поэтому сравнивая ее со спецификациями, где присутствует поэтапное округление, получим разные результаты на выходе. Чтобы получать одинаковые результаты, необходимо четко отслеживать порядок округлений, сводить к минимуму этапы округления и добиваться округления до одного формата на определенном этапе. Также необходимо стремиться

производить округление на последних этапах вывода информации.

Пример накопления ошибки при округлении с запасом

Начальное число	Часть	Значение при делении с округлением вверх
100	3	33.34
100	3	33.34
100	3	33.34
Всего		100.02

Выводы. Установив единый формат учета длины арматуры, по возможности собрав информацию в общую спецификацию, правильно организовав подсчет вложенных элементов, настроив сортировку и округление, можно получить правильное отображение значений параметров, выводимых на просмотр, которые можно быстро проверить.

Возможности спецификаций программного продукта не ограничены системными рамками, всегда можно сделать нужную спецификацию, настроить ее нужным образом и получать адекватную информацию с модели.

Библиографический список

1. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели - М. Министерство строительства и жилищно - коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. – 14 с.

2. СП 331.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделям, используемыми в программных комплексах - М. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. – 32 с.

3. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла - М. Министерство строительства и жилищно - коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. – 33 с.

4. ГОСТ 21.501-2018 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2019. – 47 с.

5. СП 63.13330.2012 Бетонные и Железобетонные конструкции. Основные положения. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2012. – 156 с.

6. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.

7. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий: Revit 2015. – М.: Consistent Software Distribution; РИОР, 2014. – 664 с.

8. Голдберг Э. Для архитекторов: Revit Architecture 2009/2010. Самоучитель по технологии BIM: Пер. с англ. Талапов В.В. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 472 с.

УДК 004.056.53

Воронежский государственный промышленно-гуманитарный колледж, канд. техн. наук, доцент Н.А. Епрынцева e-mail: eprnat@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh state industrial and humanitarian College, Cand. Techn. Sciences, associate Professor N.A. Eprintseva e-mail: eprnat@mail.ru, Russia, Voronezh

Н.А. Епрынцева

ФАБРИКИ БУДУЩЕГО - НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ИНДУСТРИИ 4.0.

Аннотация: представлено описание Фабрики Будущего, в основе которой лежит идея максимальной цифровизации производства при минимальном использовании человеческих ресурсов для получения «умной» продукции

Ключевые слова: цифровизация производства, «Умные» фабрики, виртуальные фабрики, цифровые фабрики

N.A. Eprintseva

FACTORIES OF THE FUTURE - AN INTEGRAL PART OF INDUSTRY 4.0.

Abstract: this publication provides a description of the Factory of the Future, which is based on the idea of maximum digitalization of production with minimal use of human resources to obtain “smart” products

Keywords: digitalization of production. Smart factories, virtual factories, digital factories

Фабрики будущего являются неотъемлемой частью индустрии 4.0. Для России наступле-

ние этой эпохи стало хорошим стимулом реализовать свой потенциал в рамках глобальной экономической конкуренции. В этом случае бездействие может быть чревато заметным снижением

© Епрынцева Н.А., 2020

доли российского не сырьевого экспорта на международном рынке, неспособностью конкурировать с зарубежными аналогами и отставанием от стран, которые уже инвестируют значительные средства в собственное технологическое оснащение.

Итак, фабрики будущего представляют собой подход, в основе которого лежит идея максимальной цифровизации производства при минимальном использовании человеческих ресурсов для получения «умной» продукции.

Термин «Фабрика Будущего» получил широкое распространение после запуска государственно-частного партнерства *Factories of the Future*, которое является частью программы технологического развития стран Европейского союза *Horizon 2020*. Партнерство *FoF* охватывает все производственные сферы и подразумевает мероприятия по модернизации в следующих областях: логистика, обработка и перемещение материалов, программирование и планирование, клиентоориентированный дизайн, энергоэффективность, сокращение вредных выбросов, новые технологии обработки, новые материалы, усовершенствование существующего оборудования и производственных технологий. Драйверами развития этих направлений являются: стремление к снижению финансовых издержек, обеспечение энергоэффективности, снижение материалоемкости производства, повышение гибкости и безопасности производства, ускорение сроков вывода продукции на рынок при одновременном повышении ее качества, увеличение производительности труда, а также создание принципиально новых продуктов.

В рамках партнерства *FoF* выработана достаточно стройная и ставшая широко известной классификация «фабрик будущего», каждая из которых характеризуется развитием определенной группы технологий:

– «умные» фабрики (*Smart Factories*): гибкое (быстроперенастраиваемое) производство и применение автоматизированных систем управления производственными процессами и планированием обеспечивает энергоэффективность и конкурентоспособность производства. Большое значение придается роботам, которые выполняют все более сложные производственные операции. Совокупность этих технологий должна обеспечить повышение общего уровня интеллектуализации и эффективности производства, повышение отказоустойчивости, а также создать плацдарм для дальнейшего развития новых рынков инновационных производственных решений;

– виртуальные фабрики (*Virtual Factories*): управление цепочками поставок и распределенными производственными активами, увязывание продуктов и услуг и налаживание удаленного

контроля призвано повысить продуктивность производства и генерировать добавленную стоимость;

– цифровые фабрики (*Digital Factories*): повышение качества проектирования продуктов и производственных систем позволяет лучше контролировать жизненный цикл продукта и дает больше возможностей для прогнозирования и внесения изменений на самых ранних стадиях (начиная со стадии концепта) за счет моделирования и управления знаниями, благодаря чему возможно принятие более взвешенных решений.

Фабрики Будущего объединяют передовые технологии, обеспечивающие высокую добавленную стоимость для создания высокопроизводительных экологически безопасных производственных площадок, способствующих устойчивому социальному развитию. В период с 2014 до 2020 г. на создание «фабрик будущего» планируется выделить 1,15 млрд евро. Еще до включения партнерства «фабрик будущего» в состав программы *Horizon 2020* в 2010–2012 гг. было запущено 36 проектов: 8 – по цифровой фабрике, 18 – по «умной», 10 – по виртуальной.

С институциональной точки зрения ключевым игроком в инициативе по созданию «фабрик будущего» является промышленная ассоциация *EFFRA* (*European Factories of the Future Research Association*), поддерживающая развитие инновационных технологий. Ассоциация объединяет более 1200 организаций, университетов, а также малых, средних и крупных промышленных предприятий. Проекты *EFFRA* направлены на проведение исследований в области производственных технологий, их результаты ложатся в основу новых технологических решений в различных отраслях.

С момента создания *FoF* было запущено 208 проектов, каждый из которых нацелен на развитие определенных технологий, которые впоследствии предполагается внедрить на «фабриках будущего».

Одним из проектов объединения *Future Internet PPP*, является *FITMAN*, стартовавший в апреле 2013 г. и заверченный в сентябре 2015 года. Бюджет проекта составил около 18,5 млн евро, из которых немногим менее 13 млн было выделено Европейским Союзом. *FITMAN* заключался в создании 10 пробных промышленных модулей (4 на крупных предприятиях и 6 на средних и малых) в трех разных составляющих «фабрики будущего». Тестировать и отрабатывать инновационные технологические решения должны были реальные промышленные компании: «умная» фабрика – *TRW* (Испания), *Whirpool* (Италия), *Placenza* (Италия); виртуальная фабрика – *ComPlus* (Германия), *TANeT* (Великобритания), *APR* (Франция); цифровая фаб-

рика – Volkswagen (Германия), Consulgal (Португалия), Agustawestland (Италия), Whirlpool (Италия), Aidima (Испания).

Помимо государственно - частного партнерства для создания «фабрик будущего» поддержка развитию передовых производственных технологий осуществляется в рамках «Цифровой повестки дня Европы» (Digital Agenda for Europe) – комплекса мероприятий, параллельного Horizon 2020 и имеющего много общих с ним тематик, но направленного на развитие исключительно информационно - коммуникационных технологий.

Европейская комиссия выделила ключевые перспективные технологии (Key Enabling Technologies), определяемые как наукоемкие, требующие труда высококвалифицированных специалистов и значительных капиталовложений. Эти технологии способствуют созданию инновационных продуктов и услуг и могут рассматриваться как производственные. В перечень входят шесть направлений: 1) наноматериалы, 2) нано- и микроэлектроника, 3) фотоника, 4) новые материалы, 5) промышленные биотехнологии, 6) передовые производственные системы.

В заключении отметим победу за интеллектом. Глобальную конкурентоспособность обеспечат новые сложные наукоемкие системы производства. Кто вложит больше интеллек-

та в создание продукции, тот и будет побеждать. Дополнительные преимущества получают те, кто сделает это быстро и дешево, с минимумом людей, которые вовлечены в производство, с высоким уровнем маркетинга, сервисного обслуживания. Для того, чтобы занять лидирующие позиции, важно точно оценить, какой сегмент рынка мы хотели бы занять, какие конкуренты, какие у них изделия, продукция и их характеристики и спроектировать лучше, быстрее и дешевле.

Библиографический список

1. Боровков А.И. Цифровая фабрика (Digital Factory) / Боровков А.И., Клявин О.И., Марусева В.М. и др. // Институт передовых производственных технологий СПбПУ. Трамплин к успеху [корпоративный журнал дивизиона «Двигатели для гражданской авиации» АО «ОДК»]. 2016. №7. С.11-13.
2. Епрынцева Н.А. искусственный интеллект в сфере недвижимости. / Епрынцева Н.А., Соколова А.В., Руднева А.А. // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2018. №4 (14). С.47-50.
3. Бобков И. Фабрика будущего: какие технологии помогут развитию российской промышленности. Текст электронный: <http://rb.ru/opinion/fabriki-budushego/>.

УДК 004

Казанский государственный энергетический университет
студент Е.П. Алемасов, тел.: 8-843-519-4326, Россия, г. Казань
Казанский государственный энергетический университет
канд. техн. наук, доцент Р.С. Зарипова, e-mail: zarim@rambler.ru
Россия, г. Казань

Kazan State Power Engineering University
Student E.P. Alesasov, ph.: 8-843-519-4326, Russia, Kazan
Kazan State Power Engineering University
Cand. tech. Sci., assoc. Prof. R.S. Zaripova,
e-mail: zarim@rambler.ru, Russia, Kazan

Е.П. Алемасов, Р.С. Зарипова

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Аннотация: содержится краткое описание прогрессирования и роста сферы разработки мобильных приложений. Обсуждается выбор платформы до создания, размещения для продажи и последующего наблюдения. Говорится о тенденциях роста аудитории, которая использует мобильные приложения. Приводится статистика продаж. Описывается процесс создания мобильного приложения

Ключевые слова: мобильное приложение, статистика, разработка, программное обеспечение

Е.П. Alesasov, R.S. Zaripova

MAIN ASPECTS OF MOBILE APPLICATION DEVELOPMENT

Annotation: the article provides a brief description of the progression and development of mobile applications. The choice of platform prior to creation, placement for sale and follow-up is discussed. It is a question of the growth trend of the audience that uses mobile apps. Provides sales statistics. Describes the process of creating a mobile application

Keywords: mobile application, statistics, development, software

В современном информационном поле взаимодействие человека и мобильных устройств

в различных сферах подтолкнуло программистов к созданию разнообразных приложений, которые облегчают жизнь людям. Интернет – сети всё глубже внедряются во все сферы нашей жизни, а в частности и мобильную связь, что позволило

© Алемасов Е.П., Зарипова Р.С., 2020

сделать большой шаг в направлении развития и оптимизации мобильных приложений для телефонов, а также адаптации многих популярных десктопных приложений, таких как: Chrome, Skype, Opera, ICQ.

Развивающиеся информационные технологии в области разработки мобильных устройств позволяют объединять людям многие аспекты повседневной жизни: общение, работа, учеба, обмен данными, использование различных услуг и т.п. [1-5]

По статистике, сейчас люди пользуются в своих мобильных телефонах следующими приложениями:

- больше половины (около 53%) взаимодействуют со скачанными приложениями;
- больше половины (около 52%) через мобильный телефон посещают интернет-сайты;
- не менее трети людей (38%) используют социальные сети со своего телефона;
- меньшее количество играет в мобильные игры (34%) [6];
- приблизительно 3/4 владельцев мобильных устройств общаются их средствами, помимо звонков, т.е. используют SMS, социальные сети, мессенджеры.

На данный момент различие между телефонами среди обычных пользователей находится на уровне использования определенной операционной системы, вроде: Android, Windows Phone, IOS, BlackBerry, а также количества хранимой телефоном памяти. Это позволяет сказать, что большинство пользователей мобильных телефонов мало представляют, о внутренней работе самого устройства, как и о том, как функционирует операционная система. Большинство интересует: дизайн, марка или бренд.

В интернете можно найти подробную статистику мировых продаж по различным брендам. Лидерами являются Samsung, Huawei, Apple, Xiaomi и Techno, из которых на базе операционной системы Android находятся: Samsung, Huawei, Xiaomi и Techno, а на базе IOS – Apple, несмотря на то, что они являются монополистами на рынке смартфонов на базе IOS. Смартфоны на базе операционных систем Windows Phone, BlackBerry не пользуются большой популярностью.

Говоря о типах мобильных приложений, которыми пользуются людьми, необходимо понимать, что к этому списку относятся и мобильные сайты и веб-приложения, ведь именно они являются самым популярными используемыми людьми приложениями, даже если мобильные телефоны сейчас вполне способны отобразить стандартные, десктопные html-страницы. Они обладают хорошей кроссплатформенностью, их легко создавать и поддерживать в дальнейшем, имеют низкую функциональность, однако на них

сложно заработать.

В продолжении темы хочется затронуть тему гибридных приложений, которые позволяют получить доступ ко всем плюсам API операционной системы, а именно: push-уведомлениями, плавными переходами, встроенными анимациями и прочими прелестями системных вызовов. При этом основной контент представлен платформонезависимой страницей с версткой, которая размещается на сервере, что позволяет вносить изменения в дизайн без выпуска новой версии, что является плюсом. Гибридные приложения являются хорошим решением для тех, кто запускает свой бизнес или имеет желание проверить свою задумку, идею, благодаря возможности продажи в магазинах мобильных приложений.

Рассматривая данный вопрос со стороны эффективности, несомненным лидером выступают нативные приложения. Этот вид приложений является достаточно ресурсоемким, но вместе с этим недостатком он позволяет добиться максимальной производительности, благодаря возможности использовать по максимуму функционал, предлагаемый операционной системой. Компании, которые в прошлом использовали комбинированные приложения – это приложения, использующие нативные возможности операционных систем и веб-страницу в основе – сейчас приходят к разработке нативных приложений или уже пришли к этому.

Несомненно, самыми популярными мобильными приложениями являются мессенджеры. Хочется затронуть тему популярности использования данного вида мобильных программ, ведь сейчас они начинают заменять мобильные звонки, несмотря на необходимость использования мобильного интернета. Помимо этого, их популярность обусловлена также возможностью создания групповых диалогов и пересылки различных файлов.

Как бы ни были хороши мессенджеры, даже они не обходятся без своих минусов. Если говорить конкретнее, то они обладают слабой безопасностью сообщений и файлов, хотя и обладают крупной аудиторией, разработка безопасных решений – это ресурсоемкая задача; они не обладают средствами проведения досуга; заметно снижают качество пересылаемых файлов.

Процесс разработки крупного приложения является большой задачей. На начальной стадии команде необходимо решить, что и для кого они разрабатывают проект. Для этого формулируется описание задачи. На этом этапе важно проработать все исходы, чтобы в дальнейшей разработке не встретить нежелательные, дополнительные трудности. Необходимо крупные задачи разби-

вать на этапы и конкретизировать [7].

После составления описания, начинается проектирование и разработка дизайна. На этом этапе используются прототипы, на которых показывается навигация в приложении. Далее, при разработке дизайна, обязательно используются гайдлайны – в общем понимании это документ, который выпускает компания и благодаря которому разработчики, и дизайнеры понимают принцип построения взаимодействия пользователя и приложения. Результатом работы дизайнера являются макеты, гайдлайны и нарезка графики. Макеты должны быть связаны, чтобы понимать логику переходов. Гайдлайны описывают информацию о размерах, эффектах, механике анимации. Нарезка графики же, содержит минимум графических ресурсов, которые подходят под разные разрешения экранов.

На следующем этапе происходит разработка проекта. Выбирается модель, по которой ведётся разработка. Элементы прошлого этапа переходят на следующий этап. Ожидается ранний результат, после которого происходят корректировки и повторяется по кругу до достижения необходимого результата. Когда разработка завершена, начинается этап тестирования.

Этап тестирования в разных командах происходит по-разному – кто-то разбивает приложение и составляет тест-план, а затем отправляет на аутсорс фрилансерам или другим командам, кто-то тестирует по тест-кейсам. Важно, что необходимо проверить все элементы, о которых были сделаны пометки на этапе описания, где пользователь может встретить ошибки.

После реализации приложения, необходимо его отслеживать. Здесь-то и начинается этап мониторинга. Необходимо проверять статистику скачиваний, просматривать отзывы пользователей, что позволяет делать множество иных приложений. Главное наблюдать обратную связь от пользователей, и реагировать на неё своевременно, для того чтобы вовремя выпустить новую версию, с уже исправленными ошибками.

Базовые особенности разработки, а также перспективность данного направления, позволяют сказать, что начинающему специалисту, можно получить необходимый опыт, в данной сфере, поучаствовав в нескольких или более проектах, что позволит в дальнейшем получить ценный опыт, который позволит внедряться в более крупные проекты.

Таким образом, сфера разработки мобиль-

ных приложений развивается очень стремительно, захватывая практически все сферы быта - от работы до досуга. Современный человек уже не может представить ни одного дня без использования мобильных приложений [8].

Библиографический список

1. Ишмуратов Р.А. Роль и место программных приложений в процессе обучения студентов / Р.А. Ишмуратов, Р.С. Зарипова / Состояние и перспективы развития ИТ-образования: Сборник докладов и научных статей Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2018. – С. 320-323.
2. Кривоногова А.Е. Современные информационные технологии и их применение в сфере образования / А.Е. Кривоногова, Р.С. Зарипова / Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т. 10. – №5. – С. 44-47.
3. Зарипова Р.С. Роль когнитивных технологий в современном образовании / Р.С. Зарипова, А.А. Шакиров / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2018. – № 1-2 (11-12). – С. 63-65.
4. Пырнова О.А. Интернет как средство обучения / О.А. Пырнова, Р.С. Зарипова / International Journal of Advanced Studies in Education and Sociology. – 2018. – № 2. – С. 41-44.
5. Басаргин В.Я. Влияние цифровых технологий на урбанизацию / В.Я. Басаргин, Р.С. Зарипова, О.А. Пырнова / «Цифровая культура открытых городов»: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург. – 2018. – С. 13-15.
6. Галиуллина Э.Р. Цифровые игры как способ обучения / Э.Р. Галиуллина, Р.С. Зарипова / Учёные записки ИСГЗ. – 2019. – Т.17. – №1. – С.126-129.
7. Шакиров А.А. Современные тенденции web-разработки / А.А. Шакиров, Р.С. Зарипова / Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т. 10. – № 3. – С. 85-88.
8. Шакиров А.А. Роль новых технологий в экономике XXI века: угрозы и вызовы цифровой экономики / А.А. Шакиров А.А., Р.С. Зарипова / «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2018)»: Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. – Мин-во образования и науки РФ; Росс. гос. ун-т им. А.Н. Косыгина. – 2018. – С. 331-334.

УДК 681.518.3

Казанский национальный исследовательский технологический университет, студент А.Р. Гимадиев,
e-mail: gimadiev_artur@mail.ru, Россия, г. Казань
Казанский национальный исследовательский технологический университет канд. техн. наук, доцент Р.Ф. Тазиева,
e-mail: ram89_89@mail.ru, Россия, г. Казань

Kazan National Research Technical University
student A.R. Gimadiev, e-mail: gimadiev_artur@mail.ru
Kazan National Research Technical University
Ph.D. of Engineering, Associate Professor R.F. Tazieva
e-mail: ram89_89@mail.ru, Russia, Kazan

А.Р. Гимадиев, Р.Ф. Тазиева

СУПЕРПРИЛОЖЕНИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ УСПЕШНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ СЕРВИСОВ

Аннотация: проводится анализ нескольких корпораций по результатам их экономического развития на фоне внедрения нескольких приложений в единую систему суперприложения

Ключевые слова: суперприложения, социальные сети, интегрированность, сервисы, стартапы

A.R. Gimadiev, R.F. Tazieva

SUPERAPPS. PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND THE BASIC LAWS OF EXISTENCE OF A SUCCESSFUL ECOSYSTEM OF SERVICES.

Abstract: the analysis of economic development of several corporations on the basis introduction of several applications into a single application system – superapps has done

Keywords: superapps, social networks, integration, services, startups

Введение. Современное развитие сети интернет и информационных технологий в целом позволяет говорить о разработке программного обеспечения в совершенно ином ключе. Уже давно пройден этап, когда в силу ограничений техники было выгоднее создать одну программу для выполнения одной-двух задач. Сегодня многие команды разработчиков стремятся создавать универсальные приложения затрагивающее различные аспекты жизни пользователя.

На сегодняшний день известно множество примеров суперприложений. Термин суперприложение (Superapp) был впервые введен основателем компании BlackBerry Майком Лазардисом для описания закрытых экосистем, состоящих из множества приложений, которые люди используют каждый день ввиду полной интегрированности, цельности и удобства пользования [1]. Хорошим примером служит система сервисов WeChat. Китайское приложение WeChat компании Tencent вначале было разработано как скромный мессенджер-клиент. Впоследствии к функциям мессенджера добавлены функциональные возможности социальной сети и цифровой оплаты. Социальная сеть впоследствии приобрела большую популярность, и обратила на себя внимание китайских властей, тем самым став их инструментом для мониторинга состояния граждан, а система цифровой оплаты вытеснила своего конкурента в регионе AliPay от Alibaba Group,

и намерено стать конкурентом таких платежных систем как Visa и MasterCard [2]. Подобный случай не редкость в сфере информационных технологий. Поэтому в данной статье будут подробно рассмотрены различные примеры становления подобных информационных экосистем, их основные характеристики и основные законы существования, а также перспективы развития.

Анализ рынка. Изначально было необходимо провести исследование. Проводить анализ на основе компании Tencent не имело смысла, поскольку данная компания также является локальным издателем игр, что довольно разбавляет их прибыль. В статье рассмотрены несколько суперприложений на примере Amazon, Go-Jek, Grab, российских компаний Тинькофф Банк и Mail.Group.

В 2017-м году корпорация Amazon значительно расширила свои возможности, открыв несколько сервисов и серьезно продвинувшись на пути к становлению суперсервисом. В это время они открыли доступ к своим облачным мощностям AWS, создали стриминговый сервис Amazon Prime, и начали производство собственных продуктов, таких как электронные книги Kindle и голосовой ассистент Alexa. В итоге за год их акции взлетели на 60%[3]. Итого 44% всех интернет покупок производимых в США были сделаны в магазинах Amazon. На рисунке 1 показан график изменения цен акций Amazon за период с 2017 по 2018 год, подтверждающий приведенные данные.

Причём подобный успех не является единственным. Существуют примеры таких компаний как Go-Jek и Grab. Оба сервиса были созданы относительно недавно. Малазийский Grab, ранее предоставлявший услуги такси, купил местное подразделение Uber и UberEats, после этого вложил в платформу для электронных платежей OVO. Из-за этого такси-сервис превратился в огромную платформу поддерживающую жизнь

миллионов пользователей. Его соперник по региону Go-Jek предпринял схожие шаги. В итоге обе компании стали «единорогами» (компания-стартап, получавшая рыночную оценку стоимости в размере свыше 1 миллиарда долларов США, термин применяется с начала 2010-х) и они оцениваются в 11 и 10 млрд долларов соответственно[4-5].

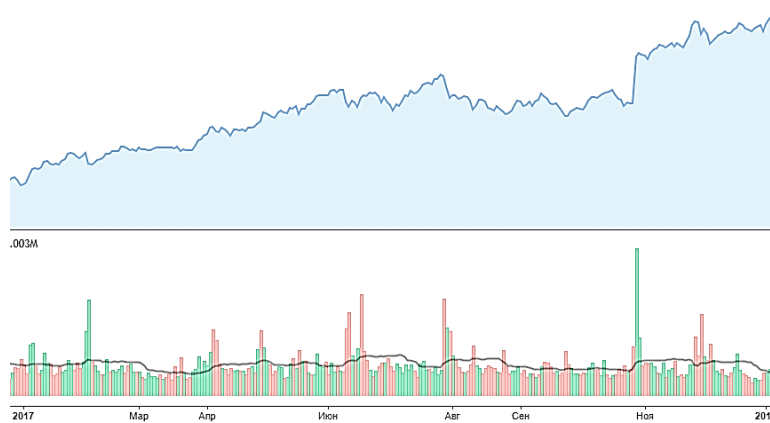


Рис. 1. График изменений цен акций AMZN за 2017-2018 год

Основные признаки суперприложений. Подход **Mobile first** - большинство стартапов в данной сфере начинают с мобильных приложений. Мобильные приложения, как правило дешёвы и популярны, так как охватывают большую категорию пользователей всех возрастов [6] и дают возможность кроссплатформенного взаимодействия, тем самым снижая затраты сил на адаптацию решений под разные модели современных смартфонов.

WeChat, о котором уже было написано ранее. Разработчики эффективно используют весь экран, в случае главного меню отводя переходы к различным разделам на нижнюю часть экрана, и выводя подробную информацию о выбранном разделе в центральный блок для привлечения внимания пользователя. При этом используют возможности сенсорных экранов мобильных устройств, добавляя swiре-управление (быстрыми движениями пальца по экрану в определённом направлении) и возможности прокрутки формы.

На рис. 2 показан интерфейс приложения

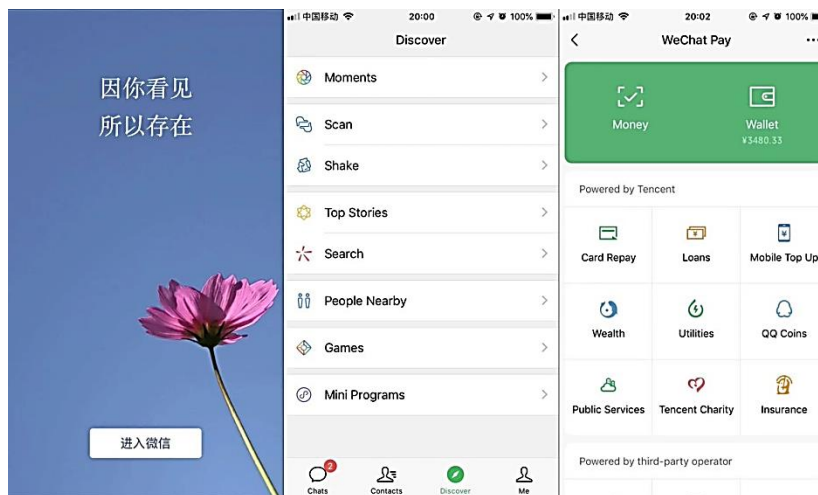


Рис. 2. Интерфейс приложения WeChat

Синергия сервисов. Большой охват различных сфер деятельности требует огромных вложений и грамотного менеджмента. Условно разработчики должны писать технологичный программный пути для дальнейшего его развития. Как правило, это различные API, базы данных и MVC-контракты, что можно увидеть у Amazon (рис. 3). Это весьма сложно, хотя и даёт отдельные плюсы. Например, владея подобными возможностями, можно отслеживать интересы аудитории.

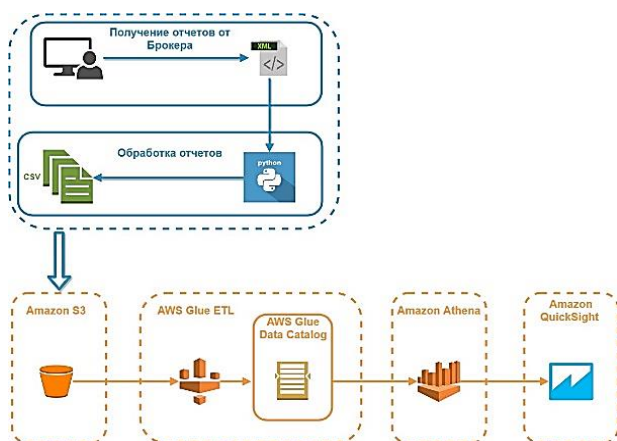


Рис. 3. Пример интегрированности облачных сервисов Amazon

Из этого выходит следующая черта суперприложений - **персонализация** под пользователя. Компании получают полное представление об интересах и потребностях пользователей на основе данных из различных сервисов и за счет этого могут более эффективно предлагать рекламные материалы (различные скидки и оповещения для пользователей, созданные для большего привлечения людей) и планировать новые проекты. Например, малайзийский Grab на основе данных об использовании основного сервиса для вызова такси решает, какие сервисы запускать в будущем.

Суперприложения в России. На российском финансовом рынке амбиции суперприложения пока явно демонстрирует только Тинькофф Банк. Его клиенты могут купить билеты в кино, забронировать путешествие и активировать спецпредложения от партнеров и всё это в одном приложении. На форуме финансовых технологий FinNext-2019 руководителем IT отдела было заявлено о тестировании банком приложения apps-in-app – встроенного легковесного приложения

сторонних компаний по аналогии с мини-приложениями WeChat. В основу приложения заложены сервисы для заказа готовой еды, вызова врача и покупки единого абонемента в несколько спортзалов. В дальнейшем платформа будет открыта для всех сторонних компаний и разработчиков. На долю транзакционного бизнеса и прочих услуг Тинькофф уже приходится 32% общей выручки группы.

Помимо этого Mail.Group собирается превратить социальную сеть ВКонтакте в суперприложение [7]. На данный момент ими уже реализована система электронных платежей; интернет-магазины, сервис бронирования билетов на различные события; и Mail не собирается останавливаться только на этом.

Закключение. Подводя итог, стоит отметить, что всё что мы можем наблюдать лишь, подтверждает тот факт, что информационные технологии давно вышли за пределы мира виртуального и во всю начали преобразовать нашу окружающую среду. Можно со стопроцентной вероятностью сказать, что суперприложения являются следующим трендом развития IT индустрии в области социальных услуг, и со временем их количество будет только расти.

Библиографический список

1. Future Banking [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://futurebanking.ru/post/382> – Загл. с экрана.
2. Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/WeChat> – Загл. с экрана.
3. Investing.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.investing.com/equities/amazon-com-inc-chart> – Загл. с экрана.
4. Medium [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/@kentanagamine/rise-of-the-super-app-mobile-first-product-ideas-from-china-ad482c3dd025>, – Загл. с экрана.
5. Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unicorn_startup_companies – Загл. с экрана.
6. Habr [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/396041/> – Загл. с экрана.
7. 9Net [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://9net.ru/344-vk-super-app.html> – Загл. с экрана.

УДК 621.96:681.327.8

Воронежский государственный технический университет
 д-р техн. наук, доцент Е.А. Жидко,
 e-mail: lenag66@mail.ru, Россия, г. Воронеж
 Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», доцент К.А. Кирьянов
 e-mail: konst63224@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University
 Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Zhidko
 e-mail: lenag66@mail.ru, Russia, Voronezh
 Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, assistant professor K.A. Kiryanov
 e-mail: konst63224@mail.ru, Russia, Voronezh

Е.А. Жидко, К.А. Кирьянов

**ПОДХОД К АЛГОРИТМУ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОЛОГИИ
 ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА**

Аннотация: предложена логическая схема методологии моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта. Она базируется на технологии комплексного прогнозирования возможных исходов взаимосвязанного развития внешней и внутренней среды объекта по ситуации и результатам в статике и динамике современных условий

Ключевые слова: информационная безопасность, методическое обеспечение, моделирование, сбалансированная система показателей, траектория безопасного развития

Е.А. Zhidko, К.А. Kiryanov

**APPROACH TO THE METHODOLOGY IMPLEMENTATION ALGORITHM
 INFORMATION SECURITY OF THE ECONOMIC SUBJECT**

Abstract: the article proposes a logical diagram of a methodology for modeling the information security of an economic entity. It is based on the technology of complex forecasting of possible outcomes of the interconnected development of the external and internal environment of an object according to the situation and results in the statics and dynamics of modern conditions

Keywords: information security, methodological support, modeling, balanced scorecard, safe development path

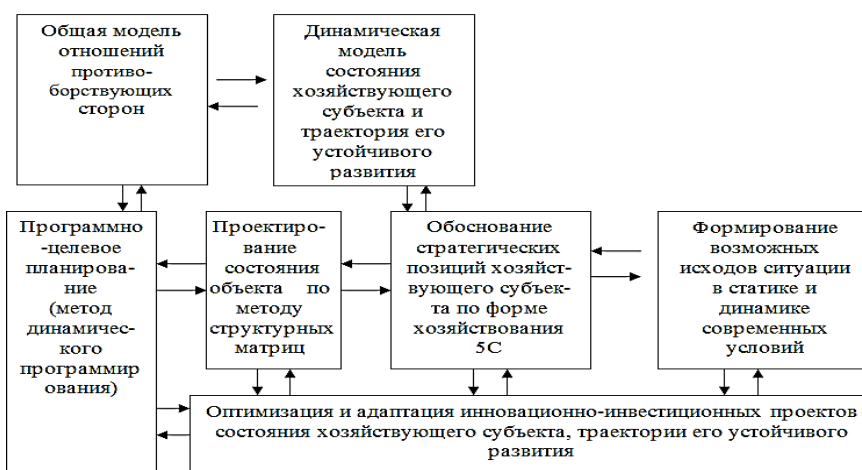
Реализация методологии моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта заключается в едином подходе к алгоритму, включающему логическую схему последовательности выполнения шагов, представленных на рисунке [1-3].

Алгоритм базируется на:

– поэтапном решении следующих задач: анализа сложившейся ситуации оценки степени нарушения состояния информационной безопасности хозяйствующего субъекта, приемлемости их последствий; формирования предшествующе-

го состояния возможных ситуаций в отсутствие противодействия угрозам.

- разработке системы моделей, приведённых в алгоритме рисунка [4,5];
- создание научно - методического обеспечения проектирования и состояния хозяйствующего субъекта его системы информационной безопасности;
- разработке траектории безопасного и устойчивого развития состояния рассматриваемого объекта [6].



Единый подход к алгоритму реализации общей методологии информационной безопасности хозяйствующего субъекта

Метод реализуется на внедрении логико-вероятностно-информационного подхода, сущность которого представлена в табл. 1. Задающим звеном в алгоритме исследования информационной безопасности хозяйствующего субъекта является процедура внедрения лингвистической переменной. Математическая форма такой переменной включает пять факторов [7,8].

В табл. 2. рассмотрен пример осуществления такой сущности в комплексе с операцией ветвления общей миссией хозяйствующего субъекта на индивидуальные задачи.

Для разработки табл. 2. использованы методы, которые имеются в накопленной базе знаний, в том числе:

- PEST анализ состояний внешней среды хо-

зяйствующего субъекта во всех областях функционирования (политической, экономической, социальной, технологической);

- SEET анализ состояний внутренней среды хозяйствующего субъекта в социально-эколого-экономическом и технологическом аспектах;

- IT(IDEF) структурное исследование систем, применяемое как высокие технологии для лиц, принимающих решения;

- SWOT анализ, то есть выявление сильных и слабых сторон участников конфликтной ситуации, их возможностей для сохранения устойчивого и безопасного развития функционирования и конкурентоспособности в современных экономических условиях.

Таблица 1
Логико-вероятностно-информационный подход к рассмотрению информационной безопасности хозяйствующего субъекта

Суть подхода		
логико	вероятностного	информационного
Синтаксическая модель возможных исходов дуэли по формуле Бэкуса-Наура	Возможность достижения целей состояния хозяйствующего субъекта	Аспекты оптимизации меры информации, соответственная заданному значению вероятности
Принципы образования имен состояния хозяйствующего субъекта	Исследование состояний, их экспертиза на соответствие необходимым	Экспертиза потенциально возможной и полученной информации на соответствие требуемой
Правила ассоциации имен с адекватностью реакции на угрозы нарушения информационной безопасности хозяйствующего субъекта	Необходимая реакция на угрозы нарушения информационной безопасности и изменения траектории безопасного и устойчивого развития состояния рассматриваемого объекта	Мониторинг информации

Согласно структуре единого подхода к алгоритму реализации общей методологии моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта (рисунок), результаты SWOT анализа используются для:

- разработки структуры пространства перспективного планирования, функционирования и развития экономических позиций хозяйствующего субъекта в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке;

- прогнозирования, концептуального проектирования и перепроектирования организационных структур хозяйствующего субъекта в соответствии с реальными событиями и условиями функционирования;

- управленческого консультирования по адекватности реакции на угрозы со стороны конкурентных хозяйствующих субъектов.

В результате возникают задачи оперативного управления структурными, финансовыми,

экономическими и другими проектами и программами на основе их адаптирования к меняющимся условиям с учётом реально имеющихся у хозяйствующего субъекта нематериальных и материальных ресурсов. Взаимное функционирование и эффективность выполнения перечисленных задач основывается на управлении циклами интеллектуальной и информационной поддержки (ИИП) в процессе комплексирования, дальнейшего совершенствования и наращивания ресурсов [4]. Для этого необходимо руководящему персоналу получать и владеть своевременной, качественной (т.е. полной, достоверной, точной и полезной) информацией о всех нововведениях, внешней и внутренней ситуации [1,4].

Эффективное управление циклами ИИП хозяйствующего субъекта основывается на нормировании насыщенности необходимой, потенциально возможно, реально доступной меры информации достоверными и полезными сведениями

ями о реально складывающейся обстановке во внешней и внутренней среде хозяйствующего субъекта в статике и динамике условий.

При разработке концептуальных аспектов к безопасному и устойчивому функционированию хозяйствующего субъекта необходимо использовать формы хозяйствования 5С:

- самоопределение функциональной полезности хозяйствующего субъекта на международном, межстрановом, внутристрановом, корпоративном уровнях;
- самоокупаемость, т.е. ведение своей де-

ятельности без убытков и с прибылью;

– самофинансирование и самоуправление в процессе жизненного цикла хозяйствующего субъекта, роста, развития и защиты своих аспектов от внешних и внутренних угроз;

– самостоятельность в принятии концептуальных решений по адекватной реакции на угрозы нарушения информационной безопасности хозяйствующего субъекта степень опасности которых превышает допустимые, критические или неприемлемые уровни информационного риска и их последствия.

Таблица 2

Реализация сущности на основе введения лингвистической переменной и ветвления интегральной цели ИБ ОЗ, его СИБ на частные

Виды моделей Функционала	Характеристики моделей в области			Итог
	Противоборства	Конкурентной борьбы	Информационной войны	
Синтаксические модели по формуле Бэкуса- Наура	PEST ₁₁ анализ	SEET ₁₂ анализ	IT(IDEF) ₁₃	Полный набор имён X (X ₁ , X ₂ , X ₃)
	Комплексы имён состояний:			
	X ₁	X ₂	X ₃	
Семантические сети: иерархические, функциональные, процессные	SWOT ₂₁ анализ	SWOT ₂₂ анализ	SWOT ₂₃ анализ	Полный набор правил образования имён G(G ₁ , G ₂ , G ₃)
	Правила образования имён:			
	G ₁	G ₂	G ₃	
Математические модели в виде скобочных конструкций функционала	Формулы:			Полный набор правил ассоциации имён с целями хозяйствующего субъекта M _{AP} (M _{AP1} M _{AP2} M _{AP3}) где AP адекватность реакции
	Безопасное и устойчивое развитие траектории	Конкуренентоспособность объекта	Информационная обеспеченность	
	Правила ассоциации имён с целью:			
	M _{AP1}	M _{AP2}	M _{AP3}	
	по формуле:			
Бэкуса-Наура ₃₁	Бэкуса-Наура ₃₂	Бэкуса-Наура ₃₃		
Итог	Комплексы моделей:			Система моделей информационной безопасности
	противоборства	конкурентной борьбы	информационной войны	

В заключение отметим. Разработанный комплекс методологий ведения исследований по обеспечению информационной безопасности хозяйствующего субъекта требует своего вполне определённого научно - методического обеспечения.

Библиографический список

1. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Принципы системного математического моделирования информационной безопасности/ Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Наукоедение, 2014. № 2 (21). С. 34-39.

2. Жидко Е.А., Леонов П.М. Методология и методы системного математического моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта теоретическими методами /Е.А. Жидко, П.М. Леоно //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2015. № 2 (6). С. 15-20.

3. Николенко, С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона /

С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.

4. Жидко Е.А. Логико-лингвистическая модель интегрированного менеджмента организации в XXI век / Е.А. Жидко // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 1 (16). С. 91-93.

5. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Парадигма информационной безопасности компании / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2016. -

№ 1 (108). – С. 25-35.

6. Ефремов В.С. Стратегическое планирование в бизнес – системах. – М.: Издательство «Финпресс» 2001. – 240 с.

7. Грабауров В.А. Информационные технологии для менеджеров. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 368 с.

8. Молодая, А.С. Моделирование высокотемпературного нагрева сталефибробетона / А.С. Молодая, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2018. - Т.6. - № 2 (21). - С. 323-335.

УДК 681.3:516.8

*Воронежский государственный университет инженерных технологий, бакалавр П.А. Смородинов
e-mail: Smorodinov.Pavel1996@yandex.ru, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State University of Engineering Technologies
Bachelor P.A. Smorodinov
e-mail: Smorodinov.Pavel1996@yandex.ru, Russia, Voronezh*

П.А. Смородинов

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ ПОИСКА ВОЗМОЖНЫХ ТОЧЕК ПОСАДКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация: проводится анализ путей разработки алгоритма относительно распознавания возможных посадочных площадок на снимках со спутника или при помощи беспилотных летательных аппаратов

Ключевые слова: распознавание образов, анализ, поиск, фильтрация, матрицы, нейронные сети

P.A. Smorodinov

APPLICATION OF PATTERN RECOGNITION THEORY TO SEARCH FOR POSSIBLE LANDING POINTS OF FLYING OBJECTS

Abstract: the analysis of ways to develop an algorithm for recognizing possible landing sites on satellite images or using unmanned aerial vehicles is carried out

Keywords: the distribution of images, analysis, search, filtering, matrix, neural networks

Актуальность: В условиях недостаточно развитой инфраструктуры и труднодоступности некоторых районов местности становится важным быстрый анализ местности на наличие пригодных для посадки летательных аппаратов зон. Выполнить эту задачу можно путём анализа космических или атмосферных снимков, сделанных беспилотными или пилотируемыми летательными аппаратами.

Обзор: На данный момент большинство действий относительно распознавания возможных точек посадки выполняется вручную, однако необходимость автоматизации данной работы появляется в случае, если приходится иметь дело с целыми областями и прочими объектами большой площади, которые человеческий глаз оценить не в состоянии. Существует несколько возможных программных продуктов, которые позволяют выполнить эту задачу, однако специализированного программного обеспечения, которое способно проанализировать местность и показать подобную информацию в открытом сегмен-

те российского рынка программного обеспечения нет. Единственным эффективным программным обеспечением по данной теме можно признать только программу MultiSpec, которая выполняет множество функций по анализу спутниковых снимков. Однако эта программа также требует контроля со стороны пользователя и не может в полной мере отвечать задаче автоматического анализа.

Описание алгоритма: В этой связи возможно создать программное обеспечение, направленное, прежде всего, на использование частной компанией, которое позволит быстро и без затрат сформировать на основе спутникового снимка набор подходящих для посадки летательного аппарата зон. Алгоритм подобного программного обеспечения приведён далее.

1. Среда разработки. Данный программным модуль можно реализовать на большинстве языков программирования, однако наиболее эффективным в плане проверки работоспособности является именно математический пакет MATLAB, имеющий большое количество различных функций для реализации новых идей от-

носителю машинного зрения.

2. Фильтрация изображения. Для поиска возможных мест посадки не обязательно анализировать всё изображение за раз. Пригодные места могут быть отфильтрованы по цветности пикселей, из которых состоит изображение. Таким образом, если требуется асфальтовое покрытие или камень, можно оставить на изображении только подходящие для этой местности цветности пикселей, сформировав таким образом разреженную матрицу.

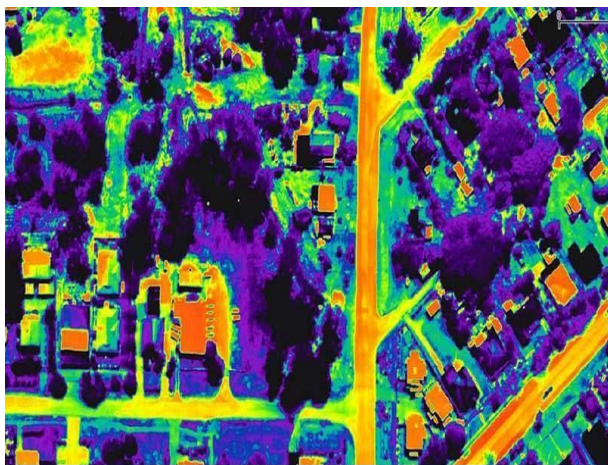


Рис. 1. Исходное изображение

3. Выбор исходного изображения. Системы машинного зрения в среде MATLAB не отличаются точностью распознавания, так что, к сожалению, от обычных спутниковых снимков пришлось отказаться, перейдя к спектральным. Данные снимки ярче выделяют различные объекты требуемой цветности, позволяя более эффективно выполнять дальнейшие преобразования изображений, не сильно теряя в качестве изображения.

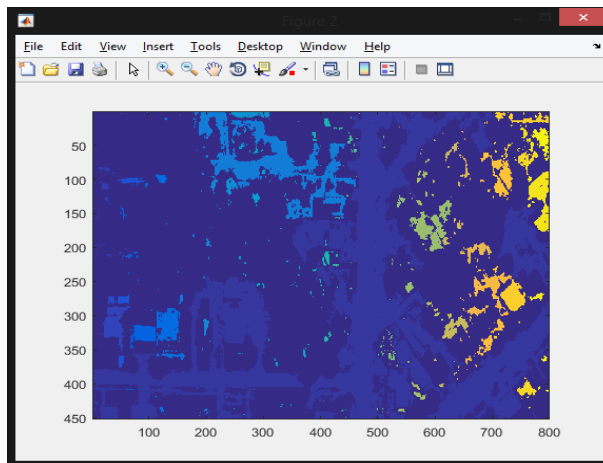


Рис. 2. Распознанные объекты, подходящие для приземления

4. Формирование подматриц. Обособленные части матрицы можно переместить в новый массив, для этого можно воспользоваться алгоритмом полного перебора пикселей изображения или воспользоваться специализированной функцией (в matlab это `bwlabel`). Из обособленных наборов ненулевых пикселей можно сформировать несколько матриц меньшей размерности, которые будут отражать требуемые объекты. Также на данном этапе проверяется наличие в подматрицах нулевых элементов, которые означают изменения цветности пикселей (дерево на пустыре, здание).

Также желательно создание структуры данных, хранящей все размеры зон посадки, представить эту структуру данных можно так, как изображено на рис. 3.

5. Анализ подматриц. После формирования набора возможных точек посадки можно использовать методы распознавания образов. При использовании метода перебора эталон требуемой местности посадки в виде массива сравнивается с возможной зоной посадки. Если массивы равны или массив 2 превышает размерами эталон, зона признаётся применимой для использования. Недостатком данного подхода является постоянное обращение к базам данных эталонов посадочных

зон, которые требуется формировать отдельно. При использовании геометрического анализа требуется сравнить размеры предполагаемого места посадки с эталоном, для этого требуется выбрать минимальный по количеству пикселей столбец и минимальную строку, и сравнить с эталонными значениями, допустимыми для посадки. При использовании нейронных сетей вводить идеальные данные не требуется, сеть обучается посредством вводимых подматриц, которые можно пометить как удовлетворяющие или не удовлетворяющие требованиям. Недостатком этого метода является долгое обучение системы.

5.1. Комбинированный анализ. Комбинированный анализ, заключающийся в использовании различных методов анализа, в свете пункта 4 выглядит более эффективным. При его использовании первой вступает в работу нейронная сеть, которая отсеивает совершенно неподходящие объекты с гораздо большей скоростью, чем прочие методы, после возможно использовать либо метод перебора, если количество эталонных объектов невелико, либо анализ геометрии объекта, если требуется проверить десять или более возможных эталонов.

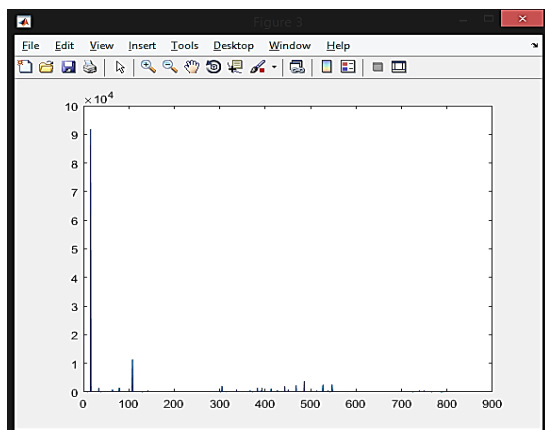


Рис. 3. Таблица площадей требуемых позиций для посадки

6. Использование и синхронизация. В данном алгоритме подразумевается, что все изображения приведены к одному масштабу, а их координаты известны. Реализовать привязку к координатам можно, сформировав файл с расширением `tab`, который формирует привязки к геогра-

фическим координатам трёх или четырёх точек по углам изображения.

Таким образом, можно заключить, что при работе с изображениями основной сложностью представляется формирование подматриц, так как их создание возможно реализовать, только пользуясь полным перебором всех пикселей матрицы.

Перспективы использования: Реализация данного алгоритма позволяет создать прикладную программу, автоматически анализирующую снимки и позволяющую найти точку посадки в большинстве природных зон, а также поддерживает использование спектральных снимков, если требуется найти точку посадки в неблагоприятных для анализа условиях, к примеру, в условиях заснеженности.

Библиографический список

1. P. Viola, M. Jones Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features, 2001
2. Линда Шапиро, Джордж Стокман, Компьютерное зрение, Бином. Лаборатория знаний, 2006. 752 с.

УДК 519.8.136

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», канд. техн. наук, доц. Л.Д. Кузнецова
e-mail: cuzlari5a@yandex.ru, Россия, г. Воронеж
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», курсант Б. Тувдэндорж,
e-mail: tuvdozdz@yandex.ru, Россия, г. Воронеж

Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Ph.D. of Engineering, Associate Professor L.D. Kuznetsova
e-mail: cuzlari5a@yandex.ru, Russia, Voronezh

Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, cadet B. Tuvdendorzh,
e-mail: tuvdozdz@yandex.ru, Russia, Voronezh

Л.Д. Кузнецова, Б. Тувдэндорж

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЛОГИСТИКИ ВОЕННО-ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация: рассматривается решение по выбору оптимального маршрута задачи военного содержания при планировании различных боевых действий или боевой учебы

Ключевые слова: целевая функция, линейное программирование, оптимизация, математическая модель

L.D. Kuznetsova, B. Tuvdendorzh

MATHEMATICAL SIMULATION OF OPTIMAL LOGISTICS OF MILITARY VEHICLES

Abstract: solution on selection of optimal route of military maintenance task in planning of various combat operations or combat training is considered

Keywords: objective function, linear programming, optimization, mathematic model

Рассмотрим модель маршрутной задачи, которая может лечь в основу постановки и решения задачи военного содержания и с которыми приходится сталкиваться командирам и штабу при планировании различных боевых действий или боевой учебы.

Пусть транспортное средство или колонна

транспортных средств следует из одного пункта в другой через населенные пункты. Имеем некоторое число возможных маршрутов движения колонны, которые характеризуются n линейными участками, протяженностью L и скоростью движения по ним V . Выберем необходимый оптимальный маршрут по критерию минимума времени на его прохождение [1].

В качестве целевой функции примем адди-

тивную функцию суммарного времени:

$$T = \sum_{i=1}^n t = \sum_{i=1}^n \frac{l}{v} \quad (1)$$

В качестве ограничения функция вида $L = \sum_{i=1}^n l$, где L – расстояние от одного пункта до другого в направлении которого выбраны линейные участки L .

Нам необходимо принять решение по выбору оптимального маршрута.

Задача выбора оптимального маршрута будет относиться к классу задач нелинейного программирования, и они имеют место в трех основных случаях:

1) целевая функция и ограничения являются нелинейными формами искомых переменных;

2) целевая функция линейна, ограничения – нелинейные формы искомых переменных;

3) целевая функция не линейна, ограничения – линейные формы искомых переменных.

Наши маршрутные задачи относятся к третьему классу задач нелинейной оптимизации.

Наиболее эффективный и доступный способ решения задачи является классический метод условного экстремума.

Чтобы найти условный экстремум необходимо исследовать на обычный экстремум функции Лагранжа:

$$U = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) + [H - (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)] \quad (2)$$

Если оптимизируемая функция является функцией двух переменных $f(x, y)$, то необходимые условия экстремума определяются следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial x} - \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0; \\ \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial y} - \lambda \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0; \\ \frac{\partial u}{\partial \lambda} = H - \varphi(x, y) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Решение системы уравнений дает искомый результат в виде переменных X_i ($i=1, n$) или переменных X, Y .

Оптимизация маршрута из данного пункта означает выбор такого направления движения φ из точки o в точку b , при котором общее время, необходимое для совершения маршрута, было бы минимальным. Маршрут включает два линейных пути, значит, и два интервала времени: время t_1 движения вне дороги на расстояние $l = ob$ и время t_2 движения по дороге на расстояние y . Таким образом, $T = t_1 + t_2$.

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1} = \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{v_1}, \quad (4)$$

$$t_2 = \frac{l_2}{v_2} = \frac{y}{v_2}$$

Следовательно, данная целевая функция является нелинейной функцией двух переменных, связанных между собой соотношением вида $L=x+y$, которое выступает в качестве линейного ограничения на переменные x и y . В соответствии с содержанием метода условного экстремума записываем функцию Лагранжа:

$$T^*(x, y, \lambda) = \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{v_1} + \frac{y}{v_2} + \lambda(L - x - y) \quad (5)$$

Найдя частные производные от T по x, y, λ , приравняем их к нулю и получаем систему алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dT(x, y, \lambda)}{dx} = \frac{x}{v_2 \sqrt{h^2 + x^2}} - \lambda = 0; \\ \frac{dT(x, y, \lambda)}{dy} = \frac{1}{v_2} - \lambda = 0; \\ \frac{dT(x, y, \lambda)}{d\lambda} = L - x - y = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Решая эту систему относительно x и y , мы находим искомые участки оптимального маршрута[2]:

$$\begin{aligned} x_o &= \frac{v_1 h}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}, \quad y_o = L - \frac{v_1 h}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}, \\ \varphi &= \arctg \frac{v_1}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}} \end{aligned} \quad (7)$$

Отметили оптимальные маршруты движения, с учетом заданных числовых параметров времени движения.

Таким образом, математическая модель данной маршрутной задачи может найти применение в постановке и решении задач военного содержания, с которыми приходится сталкиваться командирам и штабу при планировании боевых действий или боевой учебы.

Библиографический список

1. Малявко К.Ф. Применение математических методов в военном деле / Малявко К.Ф.: М.: Наука, 2009. 121с.
2. Иванов П.И. Применение методов прикладной математики в военном деле / Иванов П.И.: М.: Наука, 2002. 155 с.

УДК 517.958

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», канд. физ.-мат. наук А.А. Парт
e-mail: anna_razinkova@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Ph.D. in Physical and Mathematical A.A. Part
e-mail: anna_razinkova@mail.ru
Russia, Voronezh

А.А. Парт

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПУЛЬСОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА НОСИТЕЛЯХ СЕТЕПОДОБНОГО ТИПА

Аннотация: работа посвящена построению устойчивой разностной схемы для гиперболической начально-краевой задачи третьего типа с распределенными параметрами на сети. Схема учитывает специфику строения графа (наличие узлов). Выписан алгоритм отыскания слабого решения

Ключевые слова: граф, гиперболическое уравнение, начально-краевая задача, слабое решение, разностная схема

А.А. Part

NUMERICAL ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF PULSE PROCESSES ON THE CARRIERS OF A NETWORK-TYPE

Abstract: the work is dedicated to the construction of stable difference schemes for hyperbolic initial boundary value problem of the third type with distributed parameters on the network. The scheme takes into account the specifics of the structure of the graph (the presence of nodes). The algorithm of finding the weak solution

Keywords: graph, hyperbolic equation, boundary value problem, weak solution, difference scheme

Одной из важнейших частей летательных аппаратов, используемых, как в гражданской так и в военной авиации, являются системы жизнеобеспечения (топливные, воздушные, гидравлические и пр). Конструктивной особенностью таких систем является использование трубопроводов различного типа. Подобные трубопроводы подвержены сильным вибрациям, что приводит к повреждению и частым поломкам конструкции в целом, а это, в свою очередь, ведет к выходу из строя всего аппарата. Очевидно, что при проектировании, необходимо оценить виброустойчивость систем жизнеобеспечения (в частности трубопроводов), чтобы иметь возможность повысить надежность и безотказность конструкции в целом, обеспечить бесперебойную работу летательного аппарата.

Моделью для описания трубопровода летательного аппарата, имеющего, как правило, сложную пространственную форму (сеть), может служить граф, точки соединения элементов трубопровода будем считать узлами графа. Математическая модель изучаемых процессов представлена в виде гиперболической системы с распределенными параметрами на графе. Гиперболическая система исследуется в классе суммируемых (интегрируемых) функций. Использование класса суммируемых функций при математическом описании волновых процессов и явлений более точно отражают их физическую сущность. В изучаемой ситуации, коэффициенты уравнения и исходные данные задачи считаются измеримыми функциями. При таких условиях для краевой за-

дачи установлена слабая разрешимость в энергетическом пространстве.

В рамках исследования, построена устойчивая разностная схема для гиперболической начально-краевой задачи третьего типа с распределенными параметрами на сети. Учтены особенности, порождаемые структурой графа (наличие узлов). Выписан алгоритм отыскания слабого решения гиперболической начально-краевой задачи третьего типа с распределенными параметрами на сети, который может быть применен при решении практических задач.

Нами использованы обозначения, принятые в работах [1, 2], кроме того, будем считать, что ребра γ графа Γ имеют одинаковую длину и параметризованы отрезком $[0,1]$.

Рассмотрим аппроксимацию начально-краевой задачи для уравнения гиперболического типа с распределенными параметрами на ориентированном ограниченном графе:

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left(a(x) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right) + b(x)u(x, t) = f(x, t) \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad \frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = \psi(x), \quad x \in \Gamma \quad (2)$$

$$\left(\alpha u(x, t) + a(x) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right) \Big|_{\partial \Gamma} = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

здесь $\alpha = \text{const}$, $\varphi(x) \in W_2^1(a, \Gamma)$, $\psi(x) \in L_2(\Gamma)$, $f(x, t) \in L_{2,1}(\Gamma_T)$. Для коэффициентов $a(x)$ и $b(x)$ имеют место предположения

$$0 \leq a_* \leq a(x) \leq a^*, |b(x)| \leq \tilde{b}, \quad x \in \Gamma \quad (4)$$

Разобьем ребра γ графа Γ на частичные интервалы длиной h . Будем считать, что точки разбиения kh ($k \in \mathbb{N}$) содержат внутренние узлы графа. Множество точек $\{kh\}$ назовем сеткой графа Γ и обозначим Γ^h . Аналогично вводится разбиение на частичные интервалы длиной τ области изменения временной переменной t . На полученной сетке определяются сеточные функции, выписываются разностные отношения и строится разностная схема для задачи (1)-(3):

$$\nabla_t \Delta_t u^{h,\tau} - \nabla_x (a^h \Delta_x u^{h,\tau}) + b^h u^{h,\tau} = f^{h,\tau} \quad (5)$$

$$u^{h,0} = \varphi^h, \quad \Delta_t u^{h,0} = \psi^h, \quad (6)$$

$$(\alpha u^{h,\tau} - a^h \Delta_x u^{h,\tau})|_{\partial\Gamma} = 0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (7)$$

Разностные отношения (5) должны выполняться на слоях $t = t_k$ ($k = \overline{1, N}$) в точках сетки Γ^h ; равенства (6) выполняются для $k = \overline{1, N}$; равенство (7) – в точках Γ^h . Кроме того, должны быть выполнены разностные соотношения

$$(\alpha u^{h,\tau} - a^h \Delta_x u^{h,\tau})|_{\partial\Gamma} = 0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (8)$$

аппроксимирующие условия согласования во всех внутренних узлах $\xi \in J(\Gamma)$ графа Γ .

Для каждого слоя $t = t_k$ ($k = \overline{1, N}$) разностная схема (5) - (8) является однозначно разрешимой системой алгебраических уравнений, ее решение есть сеточная функция $u^{h,\tau}$.

Разностная схема (5)-(8) устойчива и последовательность сеточных функций $u^{h,\tau}$ сходится к обобщенному решению $u(x, t)$ начально-краевой задачи (1)-(3). Доказательство этих фактов приведены в [9].

Построена устойчивая разностная схема для гиперболической начально-краевой задачи третьего типа с распределенными параметрами на сети. Учтены особенности, порождаемые структурой графа (наличие узлов). Выписан алгоритм отыскания слабого решения гиперболической начально-краевой задачи третьего типа с распределенными параметрами на сети, который может быть применен при решении практических задач.

Библиографический список

1. Провоторов В.В., Волкова А.С. Начально - краевые задачи с распределенными параметрами на графе. – Воронеж: Научная книга, 2014. – 188 с.

2. Подвальный С.Л., Провоторов В.В. Оптимизационные задачи для эволюционных систем с распределенными параметрами на графе // В сборнике: Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2014) сборник трудов VII Международной конференции. 2014. С. 282-286.

3. Волкова А.С., Провоторов В.В. Обобщенные решения и обобщенные собственные функции краевых задач на геометрическом графе // Известия высших учебных заведений. Математика. 2014. № 3. С. 3-18.

4. Провоторов В.В., Махинова О.А. Краевые уравнения с распределенными параметрами на графах. - Воронеж: Научная книга, 2013. – 133 с.

5. Provotorov V.V. Boundary control of a parabolic system with delay and distributed parameters on the graph // В сборнике: 2015 International Conference "Stability and Control Processes" in Memory of V.I. Zubov (SCP) 2015. С. 126-128.

6. Podvalny S.L., Provotorov V.V. The questions of controllability of a parabolic systems with distributed parameters on the graph // В сборнике: 2015 International Conference "Stability and Control Processes" in Memory of V.I. Zubov (SCP) 2015. С. 117-119.

7. Сергеев С.М. Математическое моделирование сети торговых предприятий // Вестник Воронежского государственного технического университета 2012. Т.8 № 1. с. 66-71.

8. Сидненко Т.И., Сергеев С.М. Моделирование движений порожденного спроса на аграрном рынке в условиях асимметрии информации // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 39, с. 268-270.

9. Парт А.А. Задача оптимизации для гиперболической системы с распределенными параметрами на графе [Текст] / А. А. Парт, П.В. Садчиков // Системы управления и информационные технологии, №2(68), 2017. – С. 16-21.

10. Парт А.А. Слабая разрешимость многомерной начально-краевой задачи с распределенными параметрами в сетеподобной области [Текст] / А.А. Парт, Л.Б. Райхельгауз // Системы управления и информационные технологии, №4(70), 2017. – С. 19-23.

УДК 537.8:331.44

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент Л.Н. Звягина, e-mail: zvyagina.L@list.ru,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
д-р техн. наук, профессор Н.В. Мозговой
e-mail: nv_moz@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-
воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», канд. техн. наук, преподаватель В.В. Ефремов
тел.: 8-951-55-66-778, Россия, г. Воронеж

Voronezh State Technical University
Ph. D. in Engineering, associate professor L.N. Zvyagina
e-mail: zvyagina.L@list.ru, Russia, Voronezh
Voronezh State Technical University
Doctor of Technical Sciences, Professor N.V. Mozgovoy
e-mail: nv_moz@mail.ru, Russia, Voronezh
Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and
Yu.A. Gagarina, Ph. D. in Engineering, teacher V.V. Efremov
ph.: 8-951-55-66-778, Russia, Voronezh

Л.Н. Звягина, Н.В. Мозговой, В.В. Ефремов

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДОВ

Аннотация: рассмотрена проблема электромагнитного загрязнения городской среды, описаны основные источники излучений и последствия воздействия электромагнитного поля

Ключевые слова: электромагнитное излучение, электромагнитное загрязнение, окружающая среда

L.N. Zvyagina, N.V. Mozgovoy, V.V. Efremov

ELECTROMAGNETIC SAFETY OF CITIZENS

Abstract: the problem of electromagnetic pollution of the urban environment is considered, the main sources of radiation and the effects of electromagnetic fields are described

Keywords: electromagnetic radiation, electromagnetic pollution, environment

В настоящее время среди актуальных экологических проблем больших городов особое место занимает проблема электромагнитного загрязнения [1, 2, 3]. Связанно это не только с бурным развитием различных технологий, которые излучают в окружающую среду электромагнитную энергию, но и с насыщенностью жизненного пространства техногенными источниками электромагнитного поля.

Большинство населения фактически живет весьма сложном электромагнитном поле (ЭМП), которое становится все труднее и труднее характеризовать, а его интенсивность в миллионы раз превосходит уровень естественного магнитного поля.

Жители крупных городов буквально «купаются» в электромагнитных полях, источниками которых могут быть самые различные устройства и их элементы, окружающие человека и на улице, и в помещении.

Особенно резко напряженность полей возрастает вблизи линий электропередачи (ЛЭП), радио- и теле- станций, средств радиолокации и радиосвязи (в том числе мобильной и спутниковой), различных энергетических и энергоемких установок, городского электротранспорта. За последние годы в городах число разнообразных источников ЭМП во всем частотном диапазоне (вплоть до десятков ГГц) резко увеличивается.

Масштабы электромагнитного загрязнения среды стали столь существенны, что Всемирная организация здравоохранения включила эту проблему в число наиболее актуальных для человечества (таблица). Некоторые специалисты отно-

сят ЭМП к числу сильнодействующих экологических факторов с катастрофическими последствиями для всего живого.

Электромагнитные излучения существенно влияют на развитие патологических реакций организма, что определяется следующими факторами:

- объем поглощенной энергии;
- длительность воздействия;
- возраст человека и состояние его здоровья;
- факторы внешней среды;
- область облучения (например, в случае с сотовым телефоном это прежде всего головной мозг и периферические рецепторы вестибулярного, зрительного и слухового анализатора).

Опасность воздействия ЭМП на организм может усугубляться в случаях: использования сложных режимов генерации ЭМП; при воздействии на людей, страдающих аллергическими заболеваниями или имеющих генетическую склонность к развитию опухоли; при облучении организмов в период эмбриогенеза и в детском возрасте; при совместном действии ЭМП и других факторов внешней среды обитания человека.

Оснащенность рабочих мест различными электрическими приборами позволяет говорить о сложной электромагнитной обстановке, в которой находится человек в течение рабочего дня. По результатам исследований в РФ лишь 15% компьютеров полностью удовлетворяют международным нормам, 31% - частично, а 54% никак не соответствуют международным стандартам и требуют защиты, как пользователя, так и окружающих людей. Качество электромагнитной безопасности персональных компьютеров определяется соответ-

ствием стандартам РФ и международным стандартам MPR и TCO. Предельно допустимая величина напряженности электрической составляющей поля – по стандарту MPR- 2,5 В/м, по стандарту TCO- 1В/м. Нормирование излучение осуществляется в двух диапазонах: 20 Гц-2кГц; 2кГц-400кГц.

Длительная и непрерывная работа за компьютером стимулирует развитие или обострение многих хронических заболеваний. Воздействие

осуществляется не только на пользователя, но и на всех, кто находится в помещении, где они установлены. Российский Центр электромагнитной безопасности провел экспертизу компьютеров, продаваемых в нашей стране, и пришел к выводу, что более половины из них опасны для здоровья. Исследования показали, что завышенные уровни излучения наблюдались даже в 2,5 м от экрана.

Возможные изменения в организме человека под влиянием электромагнитных излучений различной интенсивности

ППЭ, мкВт/см ²	Возможные изменения в организме
500-800	Болевое ощущение при облучении
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов в тканях
100	При включении – повышение кровяного давления с последующим резким спадом; при длительном воздействии – стойкая гипотония, двухсторонняя катаракта
40	Ощущение тепла; расширение сосудов; при облучении более 0.5 часа – повышение кровяного давления на 20-30 мм рт. ст.
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов в тканях
10	Изменение условно-рефлекторной деятельности; изменение биоэлектрической активности головного мозг; астенизация после 15 минут облучения
8	Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучениям 150 часов; изменение свертываемости крови
6	Электрокардиографические изменения; изменения в рецепторном аппарате
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях; непродолжительная лейкопения
3-4	Замедление электропроводимости сердца
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления; учащение пульса; незначительные колебания объема сердца
1	Снижение артериального давления; тенденция к учащению пульса
0.4	Слуховой эффект при воздействии импульсными электромагнитными излучениями
0.3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5-10 лет
0.1	Электрокардиографические изменения
До 0.05	Тенденции к понижению артериального давления при хроническом воздействии

В одном ряду с компьютерной техникой стоят сотовые телефоны. Из более 800 млн. мобильных сотовых телефонных аппаратов реализуемых в мире ежегодно, порядка 30 млн. приходятся на Российскую Федерацию. В мире насчитывается около 1,5 млрд. пользователей мобильных телефонов. Многочисленные исследования, проведенные учеными разных стран, включая Россию, привели к неоднозначным, иногда противоречивым результатам. Неоспоримым остается лишь тот факт, что организм человека «откликается» на наличие излучения сотового телефона. Биологический эффект действия ЭМП формируется в зависимости от следующих факторов:

- технических характеристик телефона;
- режима и длительности воздействия (часто-

ты и продолжительности телефонных разговоров);

– исходного состояния объекта воздействия (возраст, пол, состояние здоровья, индивидуальная чувствительность и т.д.);

– распределение энергии в биологических тканях (вид ткани, глубина проникновения и т.д.).

Таким образом, на развитие непосредственной реакции организма, на ее направление, а также наступивших последствий (возникновение патологии или наоборот, компенсации за счет внутренних резервов организма) влияет целая группа факторов.

Из разработанных средств защиты как правило выделяют следующие: организационные (создаются условия работы и отдыха, при которых удается снизить до минимума время нахож-

дения людей под облучением и предотвратить их попадание в зоны с высокой интенсивностью излучения); лечебно-профилактические (направленные на повышение сопротивляемости организма к воздействию электромагнитного излучения и лечение); инженерно-технические (направленные на снижение уровня излучения до допустимых значений). Среди радикальных средств защиты остаются коллективные и индивидуальные экраны. К сожалению не всегда можно применить в комплексе перечисленные меры защиты в условиях городской среды.

Воздействие ЭМП является потенциально даже более опасным, чем радиационные аварии, последующим причинам: ЭМП воздействует практически на все население, включая детей, подростков, женщин; уровень ЭМП загрязнений непрерывно растет; практически полностью отсутствует контроль над этим облучением и не разрабатываются защитные и профилактические мероприятия для всего населения.

Комплексно нужно также решать ряд вспомогательных задач по экологической безопасности [4, 5, 6, 7], неизбежно возникающих в случае рассмотрения общих вопросов безопасности [8, 9, 10, 11, 12]. Необходимо так же решать задачи обеспечения комплексной безопасности [13, 14, 15, 16]. В рамках рассмотренных задач представляют интерес работы [17, 18, 19, 20].

Библиографический список

1. Электромагнитная безопасность мобильных телефонов: монография / В.С. Лагунов (и др.); под ред. Ю.Г. Пастернака. - Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2010. - 168 с.

2. Электромагнитная безопасность персонального компьютера: монография / В.С. Лагунов, М.Н. Федоров, С.М. Федоров. - Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2011. - 160 с.

3. Материалы пятого молодежного инновационного проекта «Школа экологических перспектив» под ред. И.И. Косиновой. - Воронеж: ИПФ «Воронеж», 2017. - 171 с.

4. Кульнева, В.В. Синергизм при загрязнении воздуха городской среды на фоне неблагоприятных метеорологических условий / В.В. Кульнева, А.В. Звягинцева // Современные тенденции развития гидрометеорологии в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конференции. - Иркутск: Из-во ИГУ, 2019. - С. 587-591.

5. Звягинцева, А.В. Экологический мониторинг опасных гидрологических явлений / А.В. Звягинцева, В.В. Кульнев, В.В. Кульнева // International academy of ecology, man and nature protection sciences Ecology and development of Society. - 2018. - № 3(26). - С. 62- 66.

6. Звягинцева, А.В. Исследование неорганизованных выбросов пыли и газов в атмосферу при взрывных работах на карьерах горно-обогатительных комбинатов / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. - 2019. - С.302-312.

7. Звягинцева, А.В. Разработка мероприятий по сокращению пылегазовыделения на карьерах горно-обогатительного комбината / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. - 2019. - С. 268-275.

8. Звягинцева, А.В. Совершенствование мероприятий по улучшению условий труда на горно-обогатительном комбинате / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. -2019.-С.239-247.

9. Звягинцева, А.В. Анализ процесса переработки ртутьсодержащих отходов и разработка природоохранных мероприятий / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 24-30.

10. Звягинцева, А.В. Расчет образования ртутьсодержащих отходов и разработка мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С.30-36.

11. Николенко С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.

12. Asminin, V. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V. Asminin, E. Druzhinina, S. Sazonova, D. Osmolovskiy // Akustika. - 2019. - Т. 34. - С. 18-21.

13. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы гидравлических систем по показателям эффективности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 37-39.

14. Сазонова, С.А. Моделирование нагруженного резерва при авариях гидравлических систем / С.А. Сазонова / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2015. - № 4 (11). - С. 7.

15. Сазонова, С.А. Применение декомпозиционного метода при моделировании потокораспределения в гидравлических системах / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии.-2015.-№ 4(11).- С.14.

16. Сазонова, С.А. Особенности формулировки прикладных задач управления функциони-

рованием системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2018. - Т. 11. - № 3. С. 80-88.

17. Звягинцева, А.В. Математическая модель водородной проницаемости металлов с примесными ловушками при наличии внутренних напряжений различной физической природы / А.В. Звягинцева // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. - 2019. - № 19-21 (303-305). - С. 29-44.

18. Звягинцева, А.В. Взаимосвязь структуры и свойств гальванических никелевых покрытий, легированных бором, в изделиях электронной техники / А.В. Звягинцева // Гальванотехни-

ка и обработка поверхности. - 2007. - Т. 15. - № 1. - С. 16-22.

19. Звягинцева, А.В. Влияние бора на наводороживание никелевых пленок / А.В. Звягинцева // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. - 2006. - № 5 (37). - С. 85-86.

20. Звягинцева, А.В. Современные накопители водорода на основе гибридных функциональных материалов / А.В. Звягинцева, А.О. Артемьева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2017. - Т. 13. - № 5. - С. 133-138.

УДК 502.62/23/006

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», канд. геогр. наук, доц. Н.А. Крюкова
e-mail: kna2002_79@mail.ru, Россия, г. Воронеж*

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», канд. геогр. наук, доц. О.В. Спесивый,
тел.: 8-473-226-6013, Россия, г. Воронеж*

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», сержант Н.А. Бутрин,
тел.: 8-473-244-7613, Россия, г. Воронеж*

*Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina, cand. of geog. Sciences, associate Professor N.A. Krukova
e-mail: kna2002_79@mail.ru, Russia, Voronezh*

*Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina, cand. of geog. Sciences, associate Prof. O.V. Spesivy,
ph.: 8-473-226-6013, Russia, Voronezh*

*Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina, Sergeant N.A. Butrin, ph.: 8-473-244-7613
Russia, Voronezh*

Н.А. Крюкова, О.В. Спесивый, Н.А. Бутрин

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация: дана экологическая оценка почвенного покрова Воронежской области и рекомендации по рациональному использованию земельных ресурсов с учетом различных типов местности. Проведение рекомендуемых комплексных природоохранных мероприятий во всех почвенно-ландшафтных районах позволит повысить экологическую устойчивость территории и приостановить процессы деградации земель

Ключевые слова: оптимизация ландшафта, эколого-ландшафтное землеустройство, почвенно-ландшафтное районирование, природоохранные мероприятия

N.A. Krukova, O.V. Spesivy, N.A. Butrin

ECOLOGICAL CONDITION OF LAND RESOURCES OF THE VORONEZH REGION AND WAYS OF THEIR RATIONAL NATURAL USE

Abstract: The paper gives an environmental assessment of the soil cover of the Voronezh region and recommendations for the rational use of land resources, taking into account various types of terrain. The implementation of the recommended integrated environmental protection measures in all soil-landscape areas will increase the environmental sustainability of the territory and suspend land degradation processes

Keywords: landscape optimization, ecological-landscape land management, soil-landscape zoning, environmental protection measures

Прошедшее столетие отличалось резким усилением антропогенного воздействия на почвенный покров Черноземного региона. В ходе него неоднократно возрастала техногенная нагрузка на черноземы: механизация и химизация, орошение, загрязнение и другие виды деградации. На больших территориях не раз менялись режимы использования и функционирова-

ния черноземов, территориальная структура агроландшафтов. В ЦЧР практически не осталось значимых по площади участков черноземов с неизменными экологическими функциями, сохранивших свое природное плодородие. Наибольший ущерб состоянию черноземов наносят эрозия, локальное переувлажнение, осолонцевание, потеря ценных сельскохозяйственных земель в процессе добычи полезных ископаемых открытым способом, загрязнение и захламливание

© Крюкова Н.А., Спесивый О.В., Бутрин Н.А., 2020

земель отходами производства и потребления, загрязнение радионуклидами.

В связи с нарастающей деградацией черноземов и окружающей среды в целом особо встал вопрос оценки проявлений почвенных экологических функций на глобальном уровне. Самой общей и главной биосферно-экологической функцией почвы является ее функция как среды обитания, обеспечивающей жизнь наземных организмов [1, 2]. Географическое разнообразие естественных почв сохранить не удалось, а односторонний подход к охране живых организмов (без охраны среды их обитания, прежде всего почвенной) привел к тому, что виды живых организмов продолжают исчезать с нарастающей скоростью [2].

Главные задачи сбережения биоразнообразия, обеспечения репрезентативности природных комплексов и поддержания их устойчивости могут быть успешно решены путем разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе ландшафтно-экологического каркаса территории, важнейшими структурными элементами которого являются миграционно - экологические коридоры, буферные зоны. Целью исследований была экологическая оценка почвенного покрова Воронежской области и разработка рекомендаций по землепользованию, направленных на максимальное сохранение целинных, и слабоизмененных человеком разностей почв, в агроландшафтах с учетом различных типов местности.

При экологической оценке почв использовали такие показатели, как - содержание гумуса, гранулометрический состав, режим увлажнения и др.

Земли сельскохозяйственного назначения Воронежской области составляют 4218,9 тыс. га. Из них на долю сельскохозяйственных угодий приходится 3797,0 тыс. га, пашни – 2916 тыс. га, пастбищ и сенокосов – 857,5 тыс. га. Как видно, особенностью земельного фонда области является доминирование земель сельскохозяйственного назначения, а среди них – пашни. В целом за последние 15 лет, то есть с 1990 по 2005 гг., площадь сельхозугодий и пашни уменьшилась. Это связано преимущественно с отведением земель под строительство, с переводом части пашни в менее продуктивные угодья, то есть в сенокосы и пастбища – из-за снижения до 2% и менее содержания в почвах гумуса, переувлажнения, эрозии почв и другими негативными процессами. В общем балансе почв около 60% пашни расположено на черноземах лесостепи, около 30% - на степных черноземах и 10% - на лугово-

черноземных, пойменных и других почвах.

Проведенные исследования показали, что в почвенном покрове Воронежской области преобладают типичные черноземы (40,5%), на втором месте стоят обыкновенные черноземы (30,9%) и выщелоченные – занимают лишь 15,8%. Значительные площади заняты лугово-черноземными и черноземно-луговыми почвами, встречаются серые лесные, солонцеватые и осолоделые почвы. На правобережье Дона, а также в ее южной части значительно увеличились площади эродированных почв.

Современный черноземообразовательный процесс на территории Воронежской областей протекает на фоне интенсивного роста антропогенной нагрузки, усиления неравномерности распределения атмосферных осадков, в особенности зимних и гумидизации гидрологического режима почв в целом. Все это сопровождается односторонним и существенным изменением состава и свойств почв и почвенного покрова в целом.

Для разработки рекомендаций по рациональному землепользованию и максимальному сбережению биоразнообразия выделены девять почвенно-ландшафтных районов (рисунок), приуроченных к определенным типам местности и требующих одинаковых мероприятий по рациональному использованию и охране почв [3]:

1. Водораздельно-равнинный с уровнем грунтовых вод менее 6 м, уклоном до 1° с тяжелосуглинистыми, глинистыми, реже среднесуглинистыми черноземами и серыми лесостепными и степными не смытыми почвами, а также комплексами солонцов. Рекомендуется использовать в полевых и других интенсивных севооборотах с насыщением сахарной свеклой, с комбинированной обработкой почвы, сочетающей отвальные и безотвальные приемы. Почвозащитные стокорегулирующие полосы.

2. Водораздельно-пологосклонный дренированный с уровнем грунтовых вод более 6 м, уклоном 1-3° с комбинациями из слабосмытых и не смытых лесостепных и степных почв. Рекомендуется использовать в севооборотах с противозрозийной агротехникой. Структура посевных площадей предусматривает введение в севообороты до 30% многолетних трав, до 10% - зернобобовых культур. На серых лесных почвах и почвах легкого гранулометрического состава, внесение дефеката, повышенных доз удобрений, ограничение посева сахарной свеклы. Почвозащитные стокорегулирующие полосы.

3. Плоскоравнинный слабодренированный с

сочетанием лугово-черноземных и черноземно-луговых почв различного гранулометрического состава. Уровень грунтовых вод менее 6 м. Черноземы рекомендуется использовать в севооборотах. Глееватые почвы использовать под постоянное залужение, пятна солодей, болотных и серых лесных поверхностно-глеево-элювиальных почв целесообразно оставлять в естественном состоянии. Участки пашни залужить, выборочно использовать под выкашивание осоки и грубостебельного разнотравья.

4. Зандрово - водораздельный с бугристо-котловинным рельефом с песками разной степени гумусированности и серыми лесными супесчаными почвами. Рекомендуется безотвальная пахота, создание буферных полос и кулис поперек направления господствующих ветров.

5. Прибалочный пологосклонный дренированный с уровнем грунтовых вод менее 6 м, уклон 3-5° с серыми лесными и черноземными почвами лесостепными и степными эрозионно-опасными и смытыми различного гранулометрического состава. На среднесмытых почвах - почвозащитный севооборот с насыщением многолетними травами до 50%. Создание сети лесополос в местах концентрации стока, создание распылителей. На солонцеватых почвах агролесомелиорация.

6. Прибалочный склоновый дренированный с уровнем грунтовых вод менее 6 м, с уклоном >5° с серыми лесными почвами и черноземами лесостепными и степными в разной степени смытыми тяжелого гранулометрического состава. Рекомендуется использовать под постоянное залужение. Пастбище не более 10% территории, до 70% - лес, до 20% - сенокосы.

7. Крутосклонный приречный и овражно-балочный. Рекомендуется использовать балочные склоны в качестве экологических коридоров в естественном состоянии. Не допускать выпас скота. Частично возможно использование под сенокосы. На малолесных территориях рекомендуется облесение. Защитные насаждения вокруг балок, куртинное облесение. Обвалование вершин боковых овражных промоин.

8. Надпойменно-террасовый. Рекомендуется использовать преимущественно под кормовые угодья. На супесчаных и песчаных почвах частичное, местами сплошное облесение.

9. Пойменно-водоохранный с почвами прирусловой центральной и притеррасовой части поймы. На прирусловой части поймы рекомендуется оставление защитной полосы (водоохранной зоны) из естественных или сеянных многолетних трав. Центральную часть поймы можно использо-

вать под сенокосы. В прирусловой части поймы – создание прирусловых насаждений – илофильтров.

Последние четыре района занимают 20% земель сельскохозяйственного назначения в Воронежской области. В настоящее время распаханность в пойменно-водоохранном районе составляет 87%, в пойменно-террасовом Воронежской области - 64%, в крутосклонном - 13%, в прибалочном склоновом - 38%. Предложенная схема землепользования позволит на наш взгляд максимально сохранить биоразнообразие, обеспечить репрезентативность природных комплексов и поддержание их устойчивости.

Таким образом, основным путем экологотерриториальной оптимизации ландшафтов, приводящим к улучшению экологического состояния почвенного покрова и сохранению биоразнообразия является:

1) Увеличение доли средостабилизирующих угодий, т.е. площади, занятой лесными насаждениями, сенокосами, пастбищами, многолетними травами, прудами с одновременным сокращением пашни до 50% пашни.

2) Полезащитное лесоразведение. Лесная часть агроландшафта является ведущей составляющей агроэкосистем. Она способствует сокращению поверхностного стока, снижению интенсивности водной эрозии, ослаблению силы ветра, резервации животных, решению социальной проблемы, созданию зеленых зон. Лесные насаждения определяют направление движения рабочих агрегатов, согласующегося с контурами природных факторов. В малолесных Воронежской области все овражно-балочные площади должны использоваться под лесные насаждения.

3) Сохранение площади пастбищ и увеличение доли сенокосов. Нерегулируемый выпас скота способствует сильному уплотнению почвы, изреживанию травостоя, увеличению стока талых и ливневых вод.

4) Контурная технология обработки земель на склонах. Совмещение вспашки и безотвальной системы обработки почв по горизонталям.

5) Структура севооборотов. На равнинных землях рекомендуется размещать зернопропашные севообороты, на пологих склонах – зерно-травяные, на склонах до 3° - полезащитные, которые способствуют восстановлению плодородия почв. Более крутые склоны долины подвергаются залужению или облесению.

6) Создание непрерывных миграционно-экологических коридоров, соединяющих охраняемые территории, и буферных зон вокруг них.

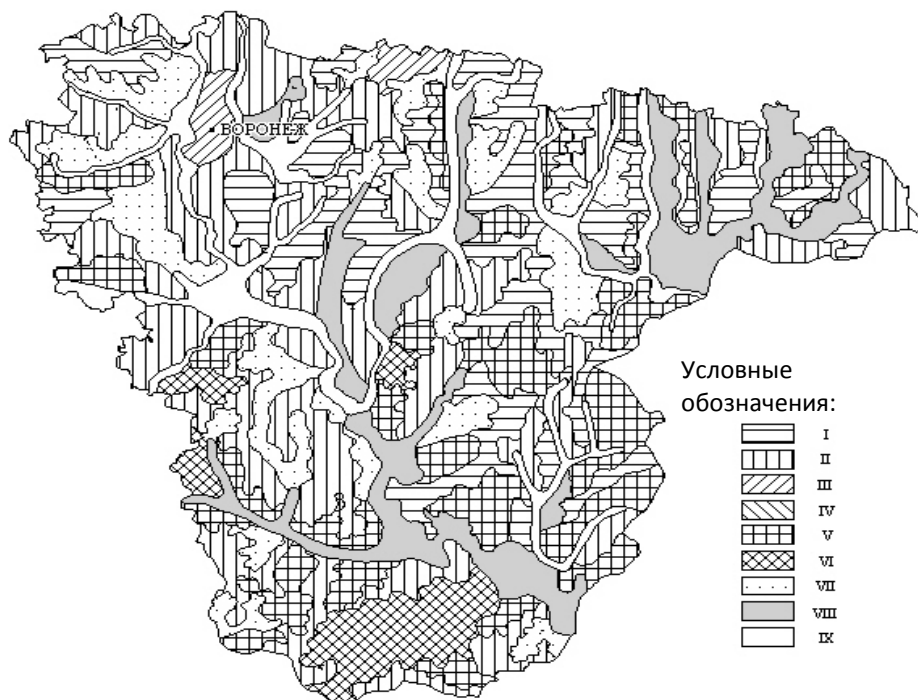


Схема почвенно-ландшафтного районирования Воронежской области. Почвенно-ландшафтные районы: I –Водораздельно-равнинный; II- Водораздельно-пологосклоновый; III-Плоскоравнинный слабодренированный; IV- Зандрово-водораздельный; V- Прибалочный пологосклоновый; VI- Прибалочный склоновый; VII- Крутосклоновый и овражно-балочный; VIII- Надпойменно-террасовый; IX- Пойменно-водоохраный

Для проведения землеустройства на эколого-ландшафтной основе и рационального использования земельных ресурсов во всех эколого-ландшафтных районах необходимо проведение комплекса почвозащитных мероприятий: 1)

организационно хозяйственных мероприятий; 2) агротехнических мероприятий; 3) лесомелиоративные мероприятия; 4) гидротехнические мероприятия (таблица).

Комплекс мероприятий, рекомендуемых при разработке и внедрении проекта эколого-ландшафтного природопользования

Мероприятия			
Организационно-хозяйственные	Агротехнические	Лесомелиоративные	Гидротехнические
<ul style="list-style-type: none"> - создание системы севооборотов; - совершенствование структуры угодий и посевных площадей; - определение очагов деградации почв; - консервация деградированной пашни и других угодий; - создание энтомологических заказников, кормовых полей для животных; - создание экологических ниш, мигро коридоров; - создание островных луговых участков на полях. 	<ul style="list-style-type: none"> - ограничение применения тяжелых почвообрабатывающих машин; - буферные полосы из многолетних трав; - севообороты полевые, пропашные, почвозащитные; - почвозащитные технологии (переход от отвальной к безотвальной); - сокращение объемов применения пестицидов; - вспашка поперек склонов; 	<ul style="list-style-type: none"> - лесные насаждения на пашне до 5%; - полевые защитные лесные полосы; - стокорегулирующие лесные полосы; - прибалочные лесные полосы; - приовражные лесные полосы; - насаждения на откосах; - сплошное облесение; - кустарниковые кулисы; - насаждения по днищам оврагов. 	<p>Сооружение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - противоэрозионных прудов; - водозадерживающих валов; - донных сооружений; - дамб-перемычек; - распылителей стока; - прерывистые валы-канавы на ложбинах при лесных полосах.

По нашему мнению, проведение рекомендуемых комплексных природоохранных мероприятий во всех почвенно-ландшафтных районах позволит повысить экологическую устойчивость территории и приостановить процессы деградации земель.

Комплексно нужно также решать ряд вспомогательных задач по экологической безопасности [4, 5, 6, 7], неизбежно возникающих в случае рассмотрения общих вопросов безопасности [8, 9, 10, 11, 12]. Необходимо так же решать задачи обеспечения комплексной безопасности [13, 14, 15, 16]. В рамках рассмотренных задач представляют интерес работы [17, 18, 19, 20].

Библиографический список

1. Лопырев, М. И. Экологизация земледелия на ландшафтной основе: Опыт и способ решения: Учеб. Пособие для студентов по агр. специальностям / М. И. Лопырев. – Воронеж: Полиарт, 2004. – 128 с.
2. Добровольский, Г.В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. - М.: Наука, 2000. - 185 с.
3. Мильков, Ф. Н. Эколого - географические районы Воронежской области / Ф. Н. Мильков, В. Б. Михно, В. И. Федотов, и др. – Воронеж, 1996. – 216 с.
4. Кульнева, В.В. Синергизм при загрязнении воздуха городской среды на фоне неблагоприятных метеорологических условий / В.В. Кульнева, А.В. Звягинцева // Современные тенденции развития гидрометеорологии в России: материалы II Всерос. науч.-практ. конференции. - Иркутск: Из-во ИГУ, 2019. - С. 587-591.
5. Звягинцева, А.В. Экологический мониторинг опасных гидрологических явлений / А.В. Звягинцева, В.В. Кульнев, В.В. Кульнева // International academy of ecology, man and nature protection sciences Ecology and development of Society. – 2018. - № 3(26). - С. 62- 66.
6. Звягинцева, А.В. Исследование неорганизованных выбросов пыли и газов в атмосферу при взрывных работах на карьерах горно-обогатительных комбинатов / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности Материалы V Международной научно-практической конференции. -2019.-С.302-312.
7. Звягинцева, А.В. Разработка мероприятий по сокращению пылегазовыделения на карьерах горно-обогатительного комбината / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности Материалы V Международной

научно-практической конференции. - 2019. - С. 268-275.

8. Звягинцева, А.В. Совершенствование мероприятий по улучшению условий труда на горно-обогатительном комбинате / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности Материалы V Международной научно-практической конференции. -2019.-С.239-247.

9. Звягинцева, А.В. Анализ процесса переработки ртутьсодержащих отходов и разработка природоохранных мероприятий / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 24-30.

10. Звягинцева, А.В. Расчет образования ртутьсодержащих отходов и разработка мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С.30-36.

11. Николенко С.Д. Математическое моделирование дисперсного армирования бетона / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 1. - С. 74-79.

12. Asminin, V. Development and application of a portable lightweight sound suppression panel to reduce noise at permanent and temporary workplaces in the manufacturing and repair workshops / V. Asminin, E. Druzhinina, S. Sazonova, D. Osmolovskiy // Akustika. - 2019. - Т. 34. - С. 18-21.

13. Сазонова, С.А. Оценка надежности работы гидравлических систем по показателям эффективности / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - №1(16). - С. 37-39.

14. Сазонова, С.А. Моделирование нагруженного резерва при авариях гидравлических систем / С.А. Сазонова / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2015. - № 4 (11). - С. 7.

15. Сазонова, С.А. Применение декомпозиционного метода при моделировании потоко-распределения в гидравлических системах / С.А. Сазонова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. -2015.-№4(11).- С.14.

16. Сазонова, С.А. Особенности формулировки прикладных задач управления функционированием системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2018. - Т. 11. - № 3. С. 80-88.

17. Звягинцева, А.В. Математическая модель водородной проницаемости металлов с примесными ловушками при наличии внутренних напряжений различной физической природы / А.В. Звягинцева // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. - 2019. - № 19-21 (303-305). - С. 29-44.

18. Звягинцева, А.В. Взаимосвязь структуры и свойств гальванических никелевых покрытий, легированных бором, в изделиях электронной техники / А.В. Звягинцева // Гальванотехника и обработка поверхности. - 2007. - Т. 15. - № 1. - С. 16-22.

19. Звягинцева, А.В. Влияние бора на наводороживание никелевых пленок / А.В. Звягинцева // Международный научный журнал

Альтернативная энергетика и экология. - 2006. - № 5 (37). - С. 85-86.

20. Звягинцева, А.В. Современные накопители водорода на основе гибридных функциональных материалов/ А.В. Звягинцева, А.О. Артемьева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2017. - Т. 13. - № 5. - С. 133-138.

УДК 004.75

*Воронежская областная клиническая больница №1
программист Д. А. Володкин, e-mail: FreeHunter_d@Freemail.ru
Россия, г. Воронеж*

*The Voronezh regional clinical hospital No. 1
Programmer D.A. Volodkin, e-mail: FreeHunter_d@Freemail.ru
Russia, Voronezh*

Д.А. Володкин

ИНТЕГРАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ "НЕОСКРИНРЕГИСТР" С МЕДИЦИНСКИМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ

Аннотация: рассматривается взаимодействие информационной системы на основе программы "NeoСкринРегистр", автоматизирующей работу лаборатории неонатального скрининга, с медицинскими информационными системами

Ключевые слова: информационная система, лаборатория, неонатальный, скрининг, обмен данными, генетическое, врожденный, метаболическое заболевание, фенилкетонурия, галактоземия, гипотиреоз, муковисцидоз, адреногенитальный синдром, автоматизация, исследование

D.A. Volodkin

INTEGRATION OF LABORATORY INFORMATION SYSTEM BASED ON "NEOSCREENREGISTER" PROGRAM WITH MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

Abstract: the interaction of the information system based on the "NeoScreenRegister" program, which automates the work of the neonatal screening laboratory, with medical information systems, is considered

Keywords: information system, laboratory, neonatal, screening, data exchange, genetic, congenital, metabolic disease, phenylketonuria, galactosemia, hypothyroidism, cystic fibrosis, adrogenital syndrome, automation, research

Одной из задач, сформулированных в Паспорте национального проекта "Здравоохранение" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16), является создание механизмов взаимодействия медицинских организаций на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), внедрение цифровых технологий и платформенных решений [1]. Данная система обеспечивает единый цифровой контур в сфере здравоохранения, взаимодействуя с государственными информационными системами в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, а также медицинскими информационными системами медицинских организаций и Единым порталом государственных услуг. Одним из важнейших элементов такой системы является электронная медицинская карта (ЭМК),

требования к структуре которой рассмотрены в документе "Основные разделы электронной медицинской карты" (утв. Министерством здравоохранения РФ 11 ноября 2013 г.) [2]. Описанные разделы ЭМК предназначены для применения в информационных системах медицинских организаций.

В настоящее время нарастающими темпами происходит разработка, внедрение и модернизация в медучреждениях различных медицинских информационных систем (МИС). Основной целью данных мероприятий является обеспечение эффективной информационной поддержки органов и организаций системы здравоохранения, а также граждан в рамках процесса управления и непосредственного оказания медицинской помощи.

Одним из примеров, оказания медицинской помощи с применением информационных технологий является неонатальный скрининг, проводимый на территории РФ с 2006 года, на

пять генетических заболеваний: фенилкетонурия, галактоземия, гипотиреоз, муковисцидоз, адреногенитальный синдром. Основная задача скрининга - раннее диагностирование и начало лечения заболевания, что позволяет предотвратить проявление клинических симптомов, во многих случаях весьма тяжелых. Выявление заболевания в течение первых дней жизни ребенка позволяет снизить детскую инвалидность и смертность. В результате своевременного лечения, дети с врожденными метаболическими заболеваниями становятся полноценными членами общества.

При проведении скрининга возникает ряд трудностей, связанных с учетом новорожденных, регистрацией бланков с образцами крови, обработкой результатов исследований, систематизацией полученной информации и подготовкой отчетности. Так как в лаборатории медико-генетической консультации (МГК) обследуются все новорожденные по пяти генетическим заболеваниям из всех родильных учреждений края или области, то накапливается и обрабатывается значительный объем информации. Внедрение медицинских информационных систем только частично решает перечисленные задачи. Как правило, в МИС происходит работа с одной картой пациента, в которую вносятся результаты различных исследований, данные осмотров пациента и т. д. Работа в лаборатории имеет ряд особенностей, связанных, прежде всего, с высокой пропускной способностью, выполнением одновременно множества исследований, обработкой потоков образцов, использованием информации одновременно из нескольких электронных карт пациентов. После завершения исследований образцов измерительное оборудование передает результаты в виде пакетов, данные из которых необходимо сохранить в соответствующих ЭМК. При этом анализаторы разных моделей и производителей используют различные механизмы и протоколы передачи данных. Чаще всего готовые МИС не обладают требуемыми функциональными возможностями, позволяющими учесть особенности работы конкретного анализатора или программы обсчета результатов измерений. Кроме того, в процессе исследований образцы проходят различные стадии предварительной подготовки, в течение которых весьма высока вероятность ошибки из-за человеческого фактора. Для предупреждения или уменьшения возможности возникновения подобных ошибок в лабораториях продумываются и внедряются свои алгоритмы и механизмы допол-

нительного контроля и оптимизации работы. Не менее важен в работе лаборатории анализ накопленных результатов исследований для подготовки различных статистических отчетов и выполнения контроля качества. Реализация подобных дополнительных функций в МИС достаточно сложна, приводит к удорожанию системы, снижает скорость ее работы. Выходом в данной ситуации является реализация необходимых функциональных возможностей в специализированной программе, организующей информационный обмен внутри лаборатории, и передаче в МИС лишь окончательных результатов исследований.

Автоматизировать проведение неонатального скрининга и создать лабораторную информационную систему (ЛИС), можно внедрив программу "НеоСкринРегистр". Данная программа позволяет взаимодействовать с несколькими многофункциональными анализаторами "VICTOR" и "AutoDELFLIA", в наглядной форме создавать рабочий лист и план плашки для заполнения образцами, автоматически импортировать и сохранять результаты тестирования образцов крови, проводить их оценку и анализ, формировать различные отчеты, и, используя программу "Пациент ПД", передавать результаты исследований в МИС. В зависимости от типа используемого анализатора, обмен данными происходит между программами: "Auto DELFLIA Workstaton" и "Multi Calc Auto DELFLIA" или "Wallac1420" и "MultiCalc", а также "НеоСкринРегистр". На рабочих местах, обслуживающих анализаторы, программы образуют четырехуровневую структуру, рисунок.

Программы нижнего уровня "Wallac1420" и "AutoDELFLIA Workstaton" непосредственно управляют анализаторами "VICTOR" и "Auto DELFLIA". На среднем уровне располагаются "MultiCalc" и "MultiCalc AutoDELFLIA" для пересчета, в соответствии с выбранным протоколом, результатов измерений в концентрации. Значения концентраций передаются в "НеоСкринРегистр", где врач-лаборант имеет возможность их проанализировать и сохранить в базе данных ЛИС. Взаимодействие "MultiCalc", "Multi Calc AutoDELFLIA" и "НеоСкринРегистр" основано на подготовке и передаче управляющих и результирующих файлов. Так как обмен этими файлами возможен по сети, то программы пересчета результатов и "НеоСкринРегистр" могут располагаться как на одном, так и на различных компьютерах [3]. На самом верхнем уровне рассматриваемой структуры находится программа

"Пациент ПД". С ее помощью осуществляется взаимодействие между ЛИС и МИС путем генерирования управляющих запросов. "Пациент ПД", используя идентификатор пациента, позволяет просматривать списки пациентов с ограниченным набором первичной персональной информации из ЭМК по запросу из "НеоСкринРегистр" или запрашивать в "НеоСкринРегистр"

детальную информацию о результатах исследований для списка отобранных пациентов, выполнять фильтрацию данных о пациентах по различным критериям. Также "Пациент ПД" экспортирует результаты тестирования образцов крови и иную сопутствующую информацию из ЛИС в МИС для заполнения подраздела "Результаты лабораторных исследований" в ЭМК.

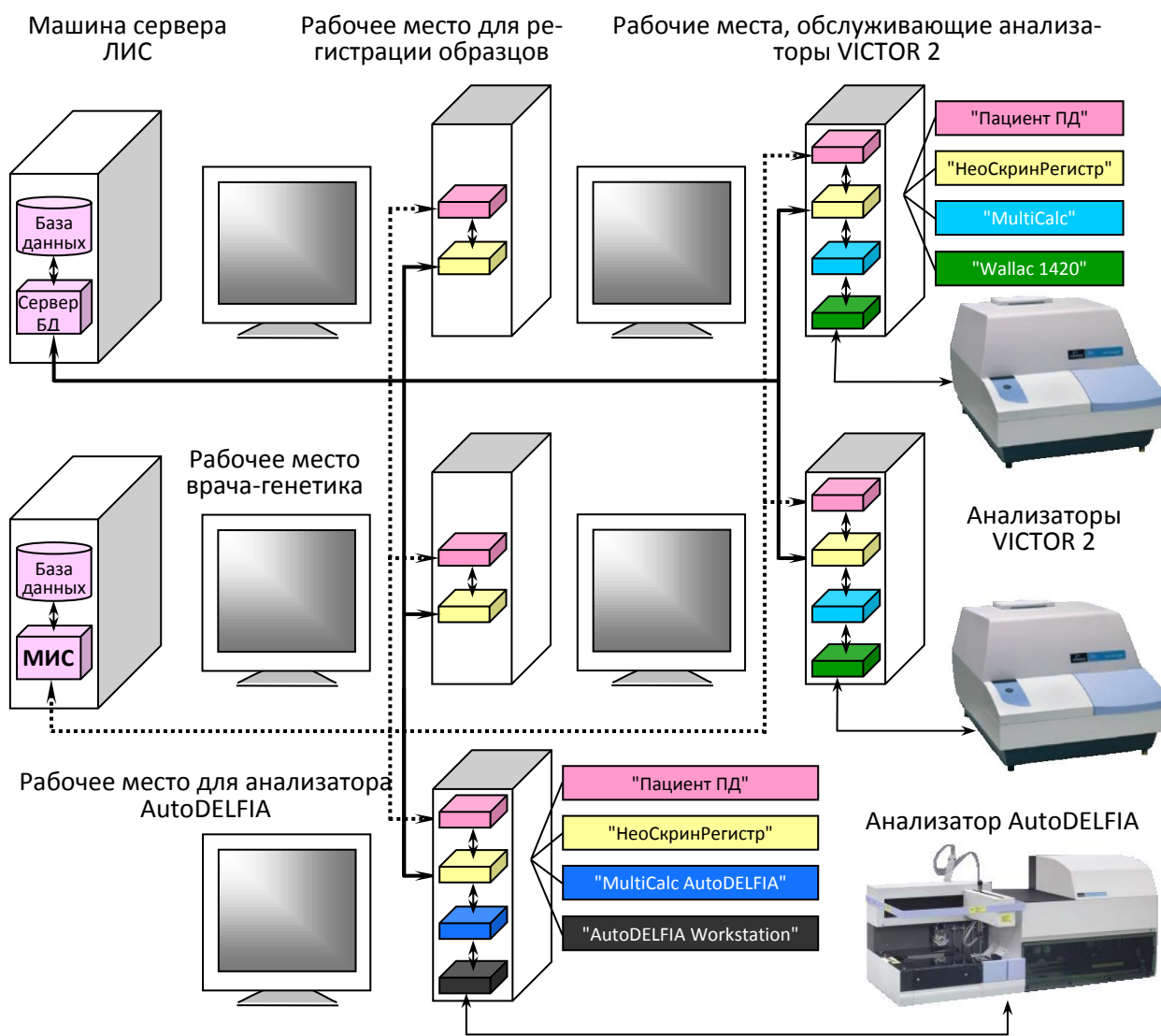


Схема взаимодействия ЛИС на основе программы "НеоСкринРегистр" и МИС

Программа "НеоСкринРегистр" существует в двух версиях: полнофункциональная версия и версия для регистрации. Версии "НеоСкринРегистр" отличаются друг от друга возможностью автоматически импортировать в базу данных ЛИС значения концентраций, полученные с помощью анализаторов "VICTOR" и "AutoDELFIА". Во всем остальном функцио-

нальные возможности идентичны. На трех из пяти рабочих мест, показанных на рис. 1, установлена полнофункциональная версия "НеоСкринРегистр", а на остальных – версия для регистрации. Исследование образцов крови можно параллельно проводить на трех рабочих местах: два из них используются для обслуживания "VICTOR" и одно для "AutoDELFIА". После

завершения обработки результатов измерений пользователь может либо, используя "НеоСкринРегистр", импортировать в автоматическом режиме полученные величины концентраций в базу данных ЛИС, либо только их просмотреть и вывести на печать. Рабочие места "НеоСкринРегистр" с версией для регистрации удобно использовать за пределами лаборатории, например, для поиска данных о пациенте, просмотра результатов исследования, а также проведения анализа накопленной информации и подготовки отчетов.

Программы "НеоСкринРегистр" и "Пациент ПД" были официально зарегистрированы в Реестре программ для ЭВМ 21 декабря 2006 года, свидетельство №2006614362 и 05 марта 2015 года, свидетельство №2015613138 соответственно.

Организация обмена данными между МИС и ЛИС на основе "НеоСкринРегистр" позволит не только автоматизировать проведение неонатального скрининга, но и создать информационную систему, сочетающую в себе преимущества каждой из систем в отдельности. Мощь и универсальность МИС, содержащей исчерпывающую информацию о пациенте и обладающей достаточным инструментарием для ее обработки,

дополнятся специализированными возможностями ЛИС, учитывающей особенности, потребности и тонкости работы в лаборатории, что, в свою очередь, приведет к созданию высокоэффективной информационной системы медучреждения и повысит качество управления в сфере здравоохранения.

Библиографический список

1. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018. №16), <http://www.consultant.ru/document/>
2. Основные разделы электронной медицинской карты (утв. Министерством здравоохранения РФ 11 ноября 2013г.), <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/>
3. Володкин Д.А. Лабораторная информационная система для проведения неонатального скрининга на основе программы «НеоСкринРегистр» // Современное состояние естественных и технических наук: материалы XVII Международной научно – практической конференции (19.12.2014). –М.: Издательство «Спутник+», 2014. -163 с.



УДК 517.98

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент М.Ю. Глазкова,
e-mail: glazkovam@yandex.ru, Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент А.И. Барсуков,
e-mail: a.barsoukov@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный аграрный университет
им. императора Петра I, канд. физ.-мат. наук, доцент
И.В. Гриднева, e-mail: gridneva_irina@bk.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Ph. Phys.-Mat. in Eng., as. prof. M.Yu. Glazkova,
e-mail: glazkovam@yandex.ru, Russia, Voronezh

Voronezh state technical University
Ph. Phys.-Mat. in Eng., as. prof. A.I. Barsukov,
e-mail: a.barsoukov@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state agrarian University Emperor Peter I,
Ph. Phys.-Mat. in Eng., as. prof. I.V. Gridneva
e-mail: gridneva_irina@bk.ru, Russia, Voronezh

М.Ю. Глазкова, А.И. Барсуков, И.В. Гриднева

О ЗАМКНУТОСТИ ОПЕРАТОРНЫХ МАТРИЦ

Аннотация: рассмотрен класс матриц, возникающих при исследовании некоторых гидро-динамических задач (в частности модели Олдройта), рассмотрен вопрос о замкнутости этих матриц

Ключевые слова: аккретивные операторы, операторные пучки, самосопряженные операторы, равномерно аккретивные операторы, операторные матрицы

M.Yu. Glazkova, A.I. Barsukov, I.V. Gridneva

ON THE CLOSURE OF OPERATOR MATRICES

Abstract: the class of matrices that arise in the study of some hydro-dynamic problems (in particular, the oldroit model) is considered, and the question of the closeness of these matrices is considered

Keywords: accretive operators, operator bundles, self-adjoint operators, uniformly accretive operators, operator matrices

Приведем задачу, описывающую модель Олдройта к стандартному виду линейной дифференциальной задачи в пространстве $H^2 = H \oplus H$. Частные случаи этой задачи рассмотрены в [1]-[4].

Пусть H – гильбертово пространство. Рассмотрим задачу Коши для функции $u : [0; \infty) \rightarrow H$:

$$\frac{du}{dt} + Au + \int_0^t e^{-\mu(t-s)} Bu(s)ds - f(t), u(0) = u_0,$$

где $f : [0; \infty) \rightarrow H, \mu$ – положительное число, $u_0 \in H, A$ и B – самосопряженные равномерно положительные операторы на H с одинаковыми областями определения.

Положим

$$v(t) = \int_0^t e^{-\mu(t-s)} B^{1/2} u(s)ds - f(t).$$

Тогда получаем

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} A & B^{1/2} \\ -B^{1/2} & \mu I \end{bmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f(t) \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} u(0) \\ v(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Оператор

$$\tilde{A} := \begin{bmatrix} A & B^{1/2} \\ -B^{1/2} & \mu I \end{bmatrix}$$

является равномерно аккретивным.

Если оператор \tilde{A} – максимальный равномерно аккретивный, то задача имеет единственное сильное решение, которое обеспечивает единственное сильное решение исходной задачи. Но, максимальным равномерно аккретивным оператором является его замыкание, а сам \tilde{A} – незамкнутый оператор.

Теорема. Пусть $H = H_1 \oplus H_2$ – ортогональное разложение гильбертова пространства H , пусть $A: H_1 \rightarrow H_1$ – неограниченный самосопряженный равномерно положительный оператор, пусть $B: H_2 \rightarrow H_1$ – допускающий замыкание плотно заданный оператор и $dom B^* \supset dom A^{1/2}$, и пусть $C: H_2 \rightarrow H_2$ – ограниченный равномерно положительный оператор. Тогда операторная матрица

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} A & B \\ -B^* & C \end{bmatrix}: H \rightarrow H$$

– незамкнутая максимальная в существенном равномерно аккретивная.

Библиографический список

1. Милославский, А.И. Спектр малых колебаний вязкоупругой жидкости в открытом сосуде. / А.И. Милославский. – УМН. – Т. 44 №4, 1989
2. Милославский, А.И. Спектр малых колебаний вязкоупругой наследственной среды. / А.И. Милославский. – ДАН СССР. – Т. 309.3, 1989 – С. 532– 536.
3. Милославский, А.И. Спектр одной оператор–функции, возникающей в гидродинамике. / А.И. Милославский. – Тезисы докладов 14 школы по теории операторов в функциональных пространствах, Новгород, 1989.
4. Азизов, Т.Я. Эволюционная и спектральная задачи, порожденные проблемой малых движений вязкоупругой жидкости. / Т.Я. Азизов, Н.Д. Копачевский, Л.Д. Орлова.– Труды Санкт-Петербургского математического общества – №6, 1998 – С. 5–33.

УДК 517.518.454

*Воронежский государственный университет инженерных технологий, д-р физ.-мат. наук, профессор А.Д. Чернышов
e-mail: chernyshovad@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент В.В. Горяйнов
e-mail: gorvit77@mail.ru, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh state University of engineering technologies,
doctor of physics and mathematics. Sciences, Professor A.D. Chernyshov
e-mail: chernyshovad@mail.ru
Voronezh state technical University
cand. phys. - mat. sciences, associate professor v.v. goryainov
e-mail: gorvit77@mail.ru, Russia, Voronezh*

А.Д. Чернышов, В.В. Горяйнов

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В КОЛЬЦЕВОМ СЕКТОРЕ

Аннотация: методом быстрых разложений в аналитическом виде решена упругая задача со смешанными граничными условиями о напряжениях в кольцевом секторе. Исследовано влияние размера сектора на величину максимального напряжения $\tilde{\sigma}_{\max}$ и на месторасположение $\tilde{\sigma}_{\max}$

Ключевые слова: напряжения, кольцевой сектор, метод быстрых разложений, граничная функция, невязка дифференциальных уравнений и граничных условий

A.D. Chernyshov, V.V. Goryainov

FEATURES OF STRESS DISTRIBUTION IN THE RING SECTOR

Abstract: an elastic problem with mixed boundary conditions on stresses in the ring sector is solved analytically By the method of fast decompositions. The influence of the sector size on the maximum voltage value and on the location is studied

Keywords: stresses, ring sector, fast expansion method, boundary function, residual of differential equations $\tilde{\sigma}_{\max}$ and boundary conditions $\tilde{\sigma}_{\max}$

В данной работе применен новый аналитический метод быстрых разложений [1], позволяющий получить решение задачи с высокой точностью в явном аналитическом виде.

В области клина Ω ($0 < r_0 \leq r \leq R$, $0 \leq \theta \leq \theta_0$) запишем уравнения равновесия, в перемещении-

ях в цилиндрической системе координат

$$\begin{aligned} \frac{2}{1-\nu} \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial U}{\partial r} + \frac{U}{r} \right) + \frac{1+\nu}{(1-\nu)r} \frac{\partial^2 V}{\partial r \partial \theta} - \frac{3-\nu}{(1-\nu)r^2} \frac{\partial V}{\partial \theta} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \theta^2} &= 0, \\ \frac{1+\nu}{(1-\nu)r} \frac{\partial^2 U}{\partial r \partial \theta} + \frac{3-\nu}{(1-\nu)r^2} \frac{\partial U}{\partial \theta} + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial V}{\partial r} + \frac{V}{r} \right) + \frac{2}{1-\nu} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} &= 0. \end{aligned} \tag{1}$$

На внешней дуге $r = R$ зададим перемещения U и V :

$$U|_{r=R} = U_R(\theta), \quad V|_{r=R} = V_R(\theta), \quad U_R(\theta) = V_R(\theta) = 0. \tag{2}$$

При жестком закреплении перемещения равны нулю. К граням клина и на дуге малого радиуса $r = r_0$ приложены нагрузки

$$\begin{aligned} \left. \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \theta} + \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{V}{r} \right) \right|_{\theta=0} &= \Phi_1(r), \quad \left. \left[\left(\frac{U}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \nu \frac{\partial U}{\partial r} \right] \right|_{\theta=0} = \Phi_3(r), \\ \left. \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \theta} + \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{V}{r} \right) \right|_{\theta=\theta_0} &= \Phi_2(r), \quad \left. \left[\left(\frac{U}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \nu \frac{\partial U}{\partial r} \right] \right|_{\theta=\theta_0} = \Phi_4(r). \end{aligned} \tag{3}$$

$$\left. \left(\frac{\partial U}{\partial r} + \nu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} + \frac{U}{r} \right) \right) \right|_{r=r_0} = F_1(\theta), \quad \left. \left(\frac{1}{r} \frac{\partial U}{\partial \theta} + \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{V}{r} \right) \right|_{r=r_0} = F_2(\theta). \tag{4}$$

Из условия непрерывности напряжений в угловых точках клина и условия $\sigma_{r\theta} = \sigma_{\theta r}$ следует, что граничные условия в (3) и (4) должны удовлетворять равенствам

$$\Phi_1(r_0) = F_2(0), \quad \Phi_2(r_0) = F_2(\theta_0). \tag{5}$$

Будем полагать, что сторона реза, при $\theta = 0$ свободна от нагрузки $\Phi_1(r) = \Phi_3(r) = 0$. Для $\Phi_2(r)$, $\Phi_4(r)$, $F_1(\theta)$, $F_2(\theta)$ выберем одни из простейших зависимостей, удовлетворяющих условиям (5)

$$\begin{aligned} \Phi_2(r) &= \left(\Phi_{01} + \Phi_{02} \left(1 - \frac{r}{R} \right) + \Phi_{03} \left(1 - \frac{r}{R} \right)^2 \right) \left(1 - \frac{r}{R} \right), \\ \Phi_4(r) &= \left(\Phi_{04} + \Phi_{05} \left(1 - \frac{r}{R} \right) + \Phi_{06} \left(1 - \frac{r}{R} \right)^2 \right) \left(1 - \frac{r}{R} \right), \\ F_1(\theta) &= \left(F_{01} + F_{02} \frac{\theta}{\theta_0} + F_{03} \frac{\theta^2}{\theta_0^2} \right) \frac{\theta}{\theta_0}, \quad F_2(\theta) = \left(\Phi_{01} + \Phi_{02} \left(1 - \frac{r_0}{R} \right) + \Phi_{03} \left(1 - \frac{r_0}{R} \right)^2 \right) \left(1 - \frac{r_0}{R} \right) \frac{\theta}{\theta_0}. \end{aligned}$$

Постоянные F_{03} , Φ_{03} , Φ_{06} определяются экспериментально, а константы

$$F_{01}, F_{02}, \Phi_{01}, \Phi_{02}, \Phi_{04}, \Phi_{05} \tag{6}$$

являются неизвестными, определяемыми в дальнейшем решении задачи.

Метод быстрых разложений можно применять последовательно многократно по каждой независимой переменной. При этом будет отделяться одна соответственная переменная. Решение двумерной задачи после двукратного применения метода приведет к замкнутой системе алгебраических уравнений [2].

При изучении свойств поля напряжений в секторе наибольший интерес представляет анализ

расположения точки с наибольшим значением второго инварианта $\tilde{\sigma}$:

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\left((\sigma_r^*)^2 + (\sigma_\theta^*)^2 + (\sigma_z^*)^2 + 2(\sigma_{r\theta})^2 \right) / 2},$$

где $\sigma_r^* = \sigma_r - (\sigma_r + \sigma_\theta) / 3$, $\sigma_\theta^* = \sigma_\theta - (\sigma_r + \sigma_\theta) / 3$, $\sigma_z^* = \sigma_z - (\sigma_r + \sigma_\theta) / 3$, $\sigma_z = 0$.

Это можно сделать при помощи использования полученного решения. В качестве материала сектора выбрана сталь марки Р18. Она имеет следующие характеристики [3]

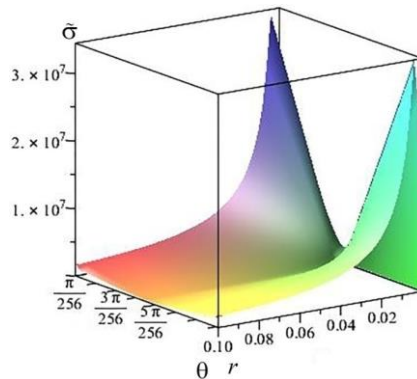
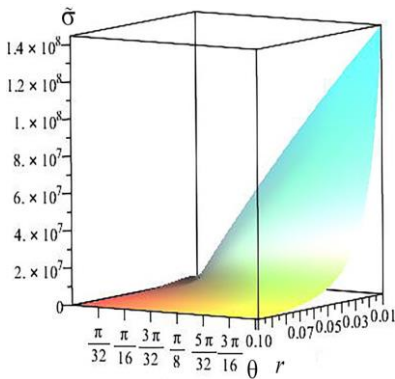
$$\sigma_{0,2} = 5 \cdot 10^8 \text{ (Па)}, \nu = 0,33, E = 2,28 \cdot 10^{11} \text{ (Па)}, \lambda = 1,66 \cdot 10^{11}, \mu = 8,57 \cdot 10^{10}.$$

Значения параметров F_{03} , Φ_{03} , Φ_{06} , r_0 , R , θ_0 будем подбирать таким образом, чтобы напряжения не превосходили предел текучести, т.е. $\tilde{\sigma} \leq \sigma_{0,2}$. В ходе вычислительных экспериментов, выяснилось, что для значений радиуса r_0 , существует критическое $r_0 = r_0^*$, при котором величина $\tilde{\sigma}$ достигает своего наибольшего значения сразу в двух местах клина: на углу с координатами $r_0 = r_0^*$, $\theta = \theta_0$ и на грани $\theta = \theta_0$ на небольшом удалении от носика в точке $(r_1; \theta_0)$. Значение r_0^* зависит от угла раствора θ_0 . В случае $r_0 \neq r_0^*$ величина $\tilde{\sigma}$ достигает своего наибольшего значения только в одной точке: при $r_0 > r_0^*$ в точке $(r_0^*; \theta_0)$ (рис. 1а), а при $r_0 < r_0^*$ в $(r_1; \theta_0)$ (рис. 1б).

Зависимости $U(r, \theta)$ и $V(r, \theta)$ приближенно удовлетворяют дифференциальным уравнениям (1) и граничным условиям (3), (5) и (6). Например, при

$$\Phi_{02} = 10^{-8}, \Phi_{04} = 10^{-8}, F_{01} = 10^{-8}, r_0 = 10^{-5} \text{ м}, R = 10^{-1} \text{ м}, \theta_0 = 5\pi/180$$

графики относительной невязки уравнений (1) после подстановки в них полученного решения, учитывающего в первом быстром разложении три члена ряда Фурье ($N_1 = 3$), а во втором - тридцать членов ряда Фурье ($N_2 = 30$) представлены на рис. 2, и, как видно из рис. 2, при любых значениях координат $r_0 \leq r \leq R$, $0 \leq \theta \leq \theta_0$ значения максимальной относительной невязки δ_D не превышают $1,6 \cdot 10^{-6}$.



а) б) Рис. 1. Распределение $\tilde{\sigma}$: (а) при $r_0 > r_0^*$, (б) при $r_0 < r_0^*$

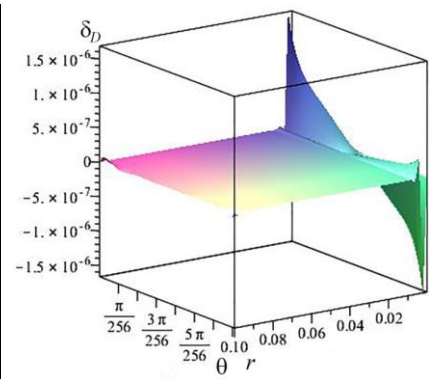


Рис. 2. Относительная невязка дифференциальных уравнений

Библиографический список

1. Чернышов А.Д. Метод быстрых разложений для решения нелинейных дифференциальных уравнений // Журнал вычислительной математики и математической физики. Т. 54. № 1. 2014. С. 13-24.
2. Чернышов А.Д., Павлов И.О., Воронова Е.В., Горайнов В.В. Решение методом быстрых разложений задачи о сушке зерна // Теплофизика и аэромеханика, 2012, том 19, №6. С. 739-749.
3. http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/sti/R18

УДК 517.9

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент, Т.И. Костина
e-mail: tata_sti@rambler.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Phys. - Mat. Sciences, associate Professor, T.I. Kostina
e-mail: tata_sti@rambler.ru
Russia, Voronezh

Т.И. Костина

БИФУРКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ БЕЛЕЦКОГО

Аннотация: рассмотрена математическая модель колебаний спутника в плоскости эллиптической орбиты, представленная уравнением Белецкого. Исследование уравнения основано на применении процедуры нелокальной конечномерной редукции Ляпунова-Шмидта. Получены графические изображения, которые демонстрируют тенденции изменения амплитуд колебаний при подходе параметров к критическим и резонансным значениям

Ключевые слова: метод Ляпунова-Шмидта, ключевая функция, круговая симметрия, метод градиентного спуска

T.I. Kostina

BIFURCATION ANALYSIS OF PERIODIC SOLUTIONS BELETSKY'S EQUATIONS

Abstract: the article considers a mathematical model of satellite oscillations in the plane of an elliptical orbit, represented by the Beletsky equation. The study of the equation is based on the application of the non-local finite-dimensional Lyapunov-Schmidt reduction procedure. Graphic images are obtained that show trends in the variation of oscillation amplitudes when parameters are approached to critical and resonant values

Keywords: Lyapunov-Schmidt method, key function, circular symmetry, gradient descent method

Математическая модель колебаний спутника в плоскости эллиптической орбиты, представленная уравнением Белецкого имеет следующий вид [1]:

$$(1 + e \cos(\nu)) - 2e \sin(\nu) + \frac{d\delta}{d\nu} + \mu \sin(\delta) - 4e \sin(\nu) = 0, \quad (1)$$

где параметр e - эксцентриситет орбиты, μ - параметр, характеризующий распределение массы спутника, ν - угловая (полярная) координата центра масс спутника, δ - угол между фокальным радиусом и осью симметрии спутника.

Если в уравнении (1) обнулить один из параметров, $e = 0$, то получим уравнение колебаний на круговой орбите, или, что то же самое, уравнение колебаний маятника (без внешнего воздействия):

$$\ddot{\delta} + \mu \sin(\delta) = 0.$$

Уравнение маятника исследовалось методом Ляпунова-Шмидта локально и не локально, получены соответствующие результаты [4]-[5].

Рассмотрим линеаризованное уравнение (1)

$$(1 + e \cos(\nu))\delta'' - 2e \sin(\nu)\delta' + \mu\delta - 4e \sin(\nu) = 0. \quad (2)$$

Введем новую переменную τ , которая связана с δ соотношением

$$\delta = \frac{\tau}{1 + e \cos(\nu)}$$

При подстановке в уравнение (2) получается

$$\tau'' + \left\{ \frac{\mu + e \cos(\nu)}{1 + e \cos(\nu)} \right\} \tau = 4e \sin(\nu) \quad (3)$$

Уравнение (3) – уравнение типа Хилла, с периодическими коэффициентами, в котором имеется периодическая правая часть. В случае $\mu = 1$ уравнение (3) можно проинтегрировать, причем этот случай является резонансным. За счет правой части уравнения (3) получаются вынужденные колебания, которые выражаются, если пренебречь членами сев левой части уравнения, следующим образом:

$$\tau = \frac{2e \sin(\nu)}{\mu - 1} \quad (4)$$

Из последнего уравнения понятно, что при $\mu = 1$ получается резонанс. Компьютерная реализация уравнения (4) в среде Maple получается фиксированием параметра $e (e \neq 1)$.

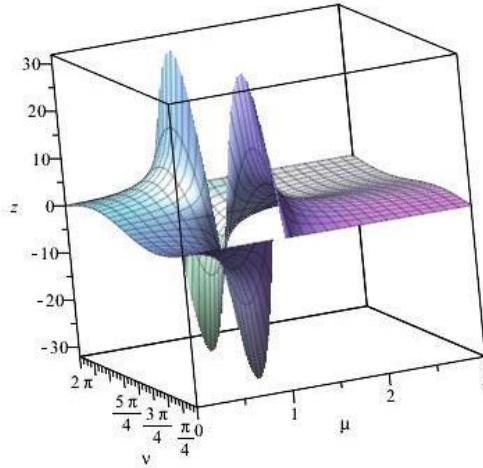


Рис. 1. Компьютерная визуализация резонанса при $\mu = 1, e = 0.999 e \neq 1$

Колебания в области резонанса при малых e будут велики, но ограничены. При больших e уравнение может иметь неограниченно возрастающие решения, то есть при больших e спутник может перейти из колебательного режима движения во вращательный режим.

В случае $e \neq 0$ и $\mu \neq 1$ уравнение (3) не интегрируется, поэтому для его решения используются приближенные методы, например метод Ляпунова-Шмидта. Для его применения было доказано [3], что уравнение Белецкого является вариационным, был найден интегрирующий множитель $(1 + e \cos(\nu))$, при умножении на который уравнения (1) получается уравнением Эйлера-Лагранжа для экстремалей функционала действия

$$V(q) = \int_0^{2\pi} L(\dot{q}, q) dt,$$

с лагранжианом $L(\dot{q}, q)$:

$$\frac{\dot{q}^2}{2} (1 + e \cos(\nu))^2 + (1 + e \cos(\nu)) 4eq \sin(\nu) + (1 + e \cos(\nu)) \mu \cos(q).$$

Следовательно, уравнение Белецкого является вариационным, а значит к нему можно применить метод Ляпунова-Шмидта [2]-[4]. В работах Сапронова Юрия Ивановича и его учеников, например, задача о прогибах упругих систем, о фазовых переходах в кристаллах и о движении жидкости в диффузорах [6], можно найти математическое обоснование применения метода Ляпунова-Шмидта. Суть которого заключается в переходе к эквивалентному уравнению, так называемой ключевой функции.

Затем ставится задача построения алгоритма получения и исследования ключевой функции. Приближенное построение ключевых функций осуществляется на основе аппроксимации Галеркина-Ритца и редукции Пуанкаре, с помощью численного метода градиентного спуска в точку минимума функционала энергии

$$V = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left((1 + \varepsilon e_1(t))^2 \frac{\dot{x}^2}{2} + (1 + \varepsilon e_1(t)) (\mu \cos(x) + 4\varepsilon x e_2(t)) \right) dt,$$

Получаются сходящиеся итерационные процессы, позволяющие строить ключевую функцию с любой требуемой точностью.

$$W(\xi_0, \xi_1, \xi_2, \mu, \varepsilon) = \inf V(\xi_0 + \xi_1 e_1 + \xi_2 e_2 + v),$$

где $e_1 = \sqrt{2} \cos(t)$, $e_2 = \sqrt{2} \sin(t)$.

В связи с развитием современной компьютерной техники и методов численного анализа стало возможным получить фазовые портреты решений и провести качественный анализ. При компьютерной реализации вычисления и анализа возникает существенные технические трудности. Требуется наличие большого объема оперативной памяти, иначе происходит закликивание или зависание программ. Исследование облегчает наличие круговой симметрии, возникающей из-за того, что функционал действия инвариантен относительно сдвига функции. Положив $\xi_2 = 0$ можно провести вторичную редукцию функционала.

Получены компьютерные изображения поверхностей линий уровней редуцированных приближений ключевой функции для уравнения Белецкого при двух различных значениях параметра:

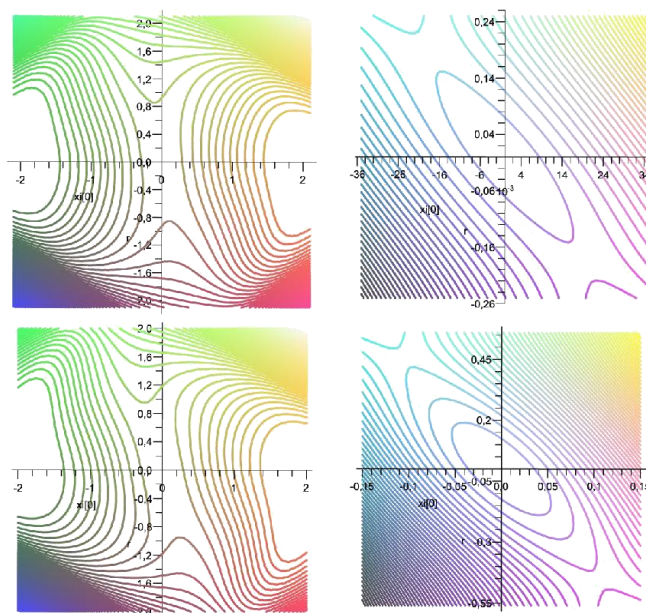


Рис. 2. Семейства линий уровней ключевой функции для уравнения Белецкого при $\mu = 1.1, \varepsilon = 0.2$; $\mu = 1.05, \varepsilon = 0.1$

Библиографический список

1. Белецкий В.В Движение искусственного спутника относительно центра масс. – М.: Наука, 1965. – 416 с.
2. Даринский Б.М. Бифуркации экстремалей фредгольмовых функционалов / Б.М. Даринский, Ю.И. Сапронов, С.Л. Царев // Современная математика. Фундаментальные направления. Том 12 (2004) — С. 3-140.
3. Костина Т.И. Нелокальное вычисление ключевых функций в задаче о периодических решениях вариационных уравнений // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. 1. 2011 – С. 181-186.
4. Ковалева М.И. Огибающие кривые, точки возврата и бифуркационный анализ нелинейных задач // М.И. Ковалева, Т.И. Костина, Ю.И. Сапронов / Воронеж: ВУНЦ ВВС "ВВА", 2015. - 242 с.
5. Костина Т.И. О ветвлении периодических решений уравнения колебаний маятника и уравнения Белецкого// Т.И. Костина, Ю.И. Сапронов / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. 1. 2018 – С.99-114.
6. Костин Д.В. Об одной схеме анализа двухмодовых прогибов слабо неоднородной упругой балки // Доклады Академии наук. 2008. Т. 418, 4. —С. 295–299.

УДК 517.765+512.816

Воронежский государственный технический университет
 д-р физ.-мат. наук, профессор А.В. Лобода
 e-mail: lobvgasu@yandex.ru
 Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
 Dr. Phys. - Mat. Sciences, Professor A. V. Loboda
 e-mail: lobvgasu@yandex.ru
 Russia, Voronezh

А.В. Лобода

О ГОЛОМОРФНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДВУХ СЕМЕЙСТВ ОДНОРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ТРЕХМЕРНОМ КОМПЛЕКСНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аннотация: посредством явно представленных формул установлено взаимно-однозначное соответствие между представителями двух семейств голоморфно однородных вещественных гиперповерхностей 3-мерных комплексных пространств. Исследованы алгебры Ли голоморфных векторных полей, отвечающих известному семейству поверхностей Картана и «новому» семейству поверхностей с 5-мерными алгебрами симметрий. Установлен способ голоморфного вложения каждой такой 5-мерной алгебры в 6-мерную алгебру, соответствующую некоторой поверхности Картана. Как следствие получено (локальное) представление Картановых поверхностей из обсуждаемого семейства в виде поверхностей второго порядка в некоторых голоморфных координатах

Ключевые слова: однородное многообразие, голоморфное отображение, векторное поле, алгебра Ли, орбита алгебры

A.V. Loboda

ON THE HOLOMORPHIC EQUIVALENCE OF TWO FAMILIES OF HOMOGENEOUS SURFACES IN A THREE-DIMENSIONAL COMPLEX SPACE

Abstract: a one-to-one correspondence between representatives of two families of holomorphic homogeneous real hypersurfaces of 3-dimensional complex spaces is established. By means of explicitly presented formulas, Lie algebras of holomorphic vector fields corresponding to the well-known family of Cartan surfaces and the "new" family of surfaces with 5-dimensional symmetry algebras are studied. A method for holomorphic embedding of each such 5-dimensional algebra into a 6-dimensional algebra corresponding to a certain Cartan surface is established. As a consequence, a (local) representation of Cartan surfaces from the discussed family is obtained in the form of second-order surfaces in some holomorphic coordinates

Keywords: homogeneous manifold, holomorphic map, vector field, Lie algebra, orbit of the algebra

В задаче описания голоморфно-однородных вещественных гиперповерхностей трехмерных комплексных пространств ([2-4]) в настоящее время остается не до конца изученным случай невырожденных по Леви поверхностей, алгебры Ли голоморфных векторных полей на которых являются 5-мерными.

При этом построение однородных поверхностей, являющихся невырожденными по Леви орбитами 5-мерных алгебр Ли, не всегда приводит к простому ответу на вопрос о возможной эквивалентности этих орбит известным однородным многообразиям. Ниже обсуждается пример такого рода, связанный с орбитами голоморфной реализации неразрешимой алгебры Ли

$$m_{16} = sl(2) + g_2,$$

являющейся прямой суммой классической алгебры бесследных матриц 2-го порядка и нетривиальной двумерной алгебры Ли.

В 2018 г. за счет интегрирования этой алгебры было построено ([7]) семейство однородных (невырожденных по Леви) поверхностей

$$vy_1 + x_2 = Az_2, \quad (0 < A \neq 1) \quad (1)$$

трехмерного комплексного пространства (здесь и ниже $z_1 = x_1 + iy_1$, $z_2 = x_2 + iy_2$, $w = u + iv$ - координаты в C^3 , $x_k = Re z_k$, $y_k = Im z_k$, $u = Re w$, $v = Im w$).

Замечание 1. Выколотому значению $A=1$ отвечает в уравнении (1) вырожденная по Леви поверхность, голоморфно эквивалентная трубке над конусом $y_1^2 + y_2^2 - v^2 = 0$.

Это значение отделяет в семействе (1) поверхности с невырожденной законоопределенной формой Леви ($0 < A < 1$) от строго псевдо-выпуклых поверхностей ($A > 1$), имеющих положительно определенную форму Леви.

Постановка задачи: указать известные голоморфно-однородные поверхности, эквивалентные поверхностям из семейства (1), или доказать новизну этих поверхностей в задаче об однородности.

Теорема. При любом A , ($0 < A \neq 1$) поверхность (1), отвечающая 5-мерной алгебре m_{16} , голоморфно эквивалентна поверхности

$$(1 - |z_1|^2 - |z_2|^2 + |w|^2) = A |1 - z_1^2 - z_2^2 + w^2| \quad (2)$$

с тем же значением параметра A .

Замечание 2. Известное (см. [2]) семейство (2) обобщает однородные поверхности Картана [1] из пространства S^2 . Каждая поверхность этого семейства при $A \neq 1$ имеет 6-мерную алгебру симметрий.

Для доказательства теоремы достаточно проверить непосредственными вычислениями, что голоморфное отображение

$$z_1^* = \frac{1 + z_2}{w - z_1}, z_2^* = \frac{1 - z_1^2 - z_2^2 + w^2}{(w - z_1)^2}, w^* = \frac{2(1 - z_2)}{w - z_1} \quad (3)$$

переводит произвольную обсуждаемую поверхность (1) в поверхность (2) с тем же значением параметра A .

Отметим, что само отображение (3) можно получить, учитывая вложение алгебры m_{16} в алгебру $so(2,2) = sl(2) + sl(2)$, ассоциированную с однородными поверхностями (2). Возникающий при таком рассмотрении изоморфизм алгебр векторных полей в пространстве S^3 можно превратить (за счет решения соответствующей системы уравнений в частных производных) в биголоморфное отображение орбит рассматриваемых алгебр.

Вместе с тем, в обсуждаемых задачах требуется тщательная техническая проработка подобных соображений, так как изучаемая алгебра m_{16} вкладывается, например, в 7-мерную алгебру $sl(2) + sl(2) + R$.

Эта 7-мерная алгебра имеет в пространстве S^3 семейство голоморфно-однородных (также невырожденных по Леви) орбит (см. [4])

$$v = B \ln |x_1 + \ln x_2|, B \in R \setminus \{0\}, \quad (4)$$

не сводимых голоморфными преобразованиями к поверхностям (2). Каждая поверхность (4) является также орбитой обсуждаемой 5-мерной алгебры m_{16} .

Замечание 3. Еще один интересный момент связан с (локальной) голоморфной эквивалентностью каждой из Картановых поверхностей (2), являющихся алгебраическими и имеющими 4-й порядок, некоторой поверхности второго порядка. Такая эквивалентность является следствием сформулированной теоремы: квадратичное отображение $z_2^* = z_2^2$ превращает (1) в уравнение второго порядка $vy_1 + x_2^2 - y_2^2 = A |z_2|^2$.

Библиографический список

1. Cartan E., Sur la geometriepseudoconforme des hypersurfaces de deux variables complexes, Ann. Math. Pura Appl., (4) 11 (1932), 17 – 90 (Oeuvres II, 2, 1231 - 1304).
2. Лобода А. В., Однородные вещественные гиперповерхности в S^3 с двумерными группами изотропии, Труды МИАН. 235 (2001), 114 - 142.
3. Fels G., Kaup W., Classification of Levi degenerate homogeneous CR-manifolds in dimension 5, Acta Math. 201(2008), 1-82.
4. Doubrov B., Medvedev A., The D., Homogeneous Levi non-degenerate hypersurfaces in S^3 , arXiv:1711.02389v1 [math.DG] 7 Nov. 2017.
5. Beloshapka V.K., Kossovskiy I.G., Homogeneous hypersurfaces in S^3 associated with a model CR-cubic, J. Geom. Anal. 20 (2010), №3, 538 - 564.
6. Акоюн Р.С., Лобода А.В., О голоморфных реализациях нильпотентных алгебр Матер.междунар. конф. Современные методы и проблемы математической гидродинамики-2018, Воронеж, (2018), 200-204.
7. Атанов А.В., Лобода А.В., Голоморфные реализации разложимых пятимерных алгебр Ли. Материалы Международной конференции: ВЗМШ-2019. с. 135-138.

УДК 539.31

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент А.П. Бырдин, тел.: 8-473-254-5475,
Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.А. Сидоренко
e-mail: sidorenko6302@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент О.А. Соколова, e-mail: sokolovaoa@yandex.ru
Россия, г. Воронеж
Донецкий национальный университет
канд. пед. наук, доцент В.С. Прач, тел.: 380-62-302-92-44
Украина, г. Донецк

Voronezh state technical University
Cand. Phys. - Mat. Sciences, ass. Prof. A. P. Byrdin, ph.: 8-473-254-5475,
Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. Sciences, ass. Prof. A. A. Sidorenko
e-mail: sidorenko6302@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. Sciences, ass. Prof. O.A. Sokolova,
e-mail: sokolovaoa@yandex.ru, Russia, Voronezh
Donetsk national University
Cand. ped. Sciences, ass. Prof. V.S. Prach, ph.: 380-62-302-92-44
Ukraine, Donetsk

А.П. Бырдин, А.А. Сидоренко, О.А. Соколова, В.С. Прач

РАЗРЕШАЮЩИЙ ФУНКЦИОНАЛ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНО - ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ НАСЛЕДСТВЕННОЙ МЕХАНИКИ

Аннотация: получены выражения для ядер обратного оператора к нелинейному аналитическому оператору с сепарабельными ядрами. Рассмотрено приложение к решению нелинейных интегральных и интегро-дифференциальных уравнений определенного типа

Ключевые слова: нелинейные интегро-дифференциальные уравнения, нелинейные наследственно-упругие среды

A.P. Byrdin, A.A. Sidorenko, O.A. Sokolova, V.S. Prach

TO ALLOW FUNCTIONALITY FOR NON- LINEAR FUNCTIONAL AND FUNCTIONAL DIFFERENTIAL EQUATIONS IN PROBLEMS HEREDITARY MECHANICS

Abstract: expressions for the kernels of the inverse operator to a nonlinear analytical operator with separable kernels are Obtained. An application to the solution of nonlinear integral and integro-differential equations of a certain type is considered

Keywords: nonlinear integro- differential equations , non- linear hereditary-elastic medium

Полимерные материалы при нагружениях характеризуются сложным поведением, которое не описывается линейной теорией вязкоупругости. Явления ползучести и релаксации напряжений для металлов, сплавов и других конструкционных материалов также весьма плохо согласуется с предсказаниями линейной теории. С другой стороны, физические теории, базирующиеся на учете молекулярных взаимодействий, дают только качественное описание явлений [1].

Для описания реологических свойств материалов, согласующегося с экспериментальными наблюдениями, уравнение состояния среды задается нелинейными аналитическим по Фрише функционалом. Ядра его производных (полилинейных функционалов) должны удовлетворять известным определенным условиям.

Таким образом, определяющее соотношение для нелинейных наследственно-упругих сред в одномерном случае имеет вид

$$\sigma(t) = \hat{G} \varepsilon(t), \quad \hat{G} \varepsilon(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \dots \int_0^{\infty} G_n(t_1, \dots, t_n) \prod_{m=1}^n \varepsilon(t - t_m) dt_m, \quad (1)$$

где $\sigma(t)$ - напряжение, $\varepsilon(t)$ - деформация, G_m - ядра наследственности порядка m .

Известно, что если ядро $G_1(t)$ соотношения (1) содержит аддитивно составляющую в виде дельта – функции, то это соотношение можно обратить, и обратное соотношение представляется в виде аналитического оператора

$$\varepsilon(t) = \hat{K} \sigma(t), \quad (2)$$

действие которого на функции $\sigma(t)$ задается аналогично равенству (1).

Рассматривая равенство (1) как уравнение относительно функции $\varepsilon(t)$ при заданных напряжениях, а соотношение (2) как решение этого уравнения, с помощью техники интегральных преобразований можно получить следующую рекуррентную систему уравнений, связывающую искомые ядра

оператора \hat{K} с заданными функциями наследственности

$$K_1^*(p)G_1^*(p)=1, \tag{3}$$

$$K_n^*(p_1, \dots, p_n)G_1^*\left(\sum_{m=1}^n p_m\right) + \frac{1}{n} \sum_{c|k|l|m=2}^n \sum_{|J,m|=n}^m \prod_{k=1}^m K_{j_k}^*(p_{|J,k-1|+1}, \dots, p_{|J,k|}) G_m^*\left(\sum_{l=1}^{j_1} p_l, \dots, \sum_{l=|J,m-1|+1}^n p_l\right) = \delta_{1,n}$$

где K_m^* - изображение функции $K_m(t_1, \dots, t_m)$, $|J,m|=j_1 + \dots + j_m$, $\delta_{1,n}$ - символ Кронекера. Из соотношения (3) можно получить интегральные уравнения, связывающие ядра операторов \hat{K} и заданного оператора в пространстве оригиналов

$$K_n(t_1, \dots, t_n) = -\frac{1}{n} \sum_{m=2}^n \int_0^{\min(t_1, \dots, t_n)} K_1(\tau) R_m(t_1 - \tau, \dots, t_n - \tau) d\tau, \tag{4}$$

$$R_m(t_1, \dots, t_n) = \sum_{|J,m|=n} \int \dots \int G_m(s_1, \dots, s_m) \prod_{l=1}^m K_{j_l}(t_{|J,l-1|+1} - s_l, \dots, t_{|J,l|} - s_l) ds_l.$$

При условии сепарабельности ядер релаксации

$$G_n(t_1, \dots, t_n) = a_n \prod_{m=1}^n G_1(t_m) \tag{5}$$

можно получить замкнутое решение соотношений (3)

$$K_n^*(p_1, \dots, p_n) = \varphi_n \left(\frac{a_2}{a_1^2}, \dots, \frac{a_n}{a_1^n} \right) K_1^*(p_1 + \dots + p_n).$$

Моделируя зависимость коэффициентов сепарабельности a_n от номера $a_{2n+1} = \mu^{2n+1}$ можно получить конкретный вид функции φ_n . Если соотношение (1) содержит интегралы нечетной кратности, то

$$\varphi_{2n+1} = (-1)^n 2^{2n+1} \frac{(2n+1)!!}{(n+1)!}.$$

Развиваемый здесь метод рядов Вольтерра для решения нелинейных интегро-дифференциальных уравнений наследственной упругости также основан на представлении решения в виде нелинейного аналитического функционала.

Пусть закон движения наследственно-упругой системы описывается уравнениями

$$\left(\hat{L}_N + \hat{G} \right) u(t) = f(t), \hat{L}_N = \sum_{k=0}^N C_{N-k} \frac{d^{N-k}}{dt^{N-k}}, u(0) = \frac{du(0)}{dt} = \dots = \frac{d^{N-1}u(0)}{dt^{N-1}} = 0. \tag{6}$$

Разыскивая решение задачи (6) в виде (2), можно получить соотношение типа (3), в котором функция $G_1^*(p)$ заменена функцией $G_1^{0*}(p) = G_1^*(p) + \sum_{m=0}^N c_{N-m} p^{N-m}$. С помощью соотношений типа (4)

можно найти ядра оператора \hat{K} и построить решение задачи.

В качестве примера рассмотрим решение нелинейного интегро-дифференциального уравнения, моделирующего задачу о колебаниях осциллятора с нелинейно-наследственной возвращающей силой.

Уравнение движения одномассового осциллятора имеет вид

$$m\ddot{u}(t) + E \sum_{n=1}^{\infty} \hat{G}_n u(t) = P_0 f(t), \quad (7)$$

где $u(t)$ - перемещение, масса осциллятора (без массы пружины), E – коэффициент жесткости пружины, P_0 - амплитуда возбуждения, $\hat{G}_n u(t)$ - имеет вид (1).

В безразмерных переменных уравнение (7) примет вид

$$\ddot{u}(t) + \omega_0^2 \sum_{n=1}^{\infty} \hat{G}_n u(t) = P f(t), \quad (8)$$

где $t' = \beta t$, β^{-1} - время релаксации материала пружины, $\omega_0^2 = \frac{E}{m\beta^2}$ - безразмерная амплитуда воз-

буждения. Стационарное решение уравнения (8) разыскиваем в виде

$$u(t) = \sum_{n=1}^{\infty} P^n \hat{K}_n f(t), \quad (9)$$

где операторы \hat{K}_n определены аналогично операторам (2).

Определение ядер интегральных операторов $K_n(t_1, \dots, t_n)$ ($n=1, 2, \dots$) в (9) осуществляется решением рекуррентного соотношения для Фурье-трансформант этих ядер.

Пусть функция $f(t)$, описывающая внешнее силовое воздействие на осциллятор, представляется тригонометрическим полиномом

$$f(t) = \sum_{n=-N}^N f_n e^{in\omega t}, \quad f_n = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^{2\pi/\omega} f(t) e^{-in\omega t} dt, \quad f_{-n} = \bar{f}_n, \quad (10)$$

где N - натуральное число, \bar{f}_n обозначает комплексно-сопряженное для f_n .

Стационарное решение уравнения (7) получим из (9) и (10). Имеем

$$u(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{n=1}^{\infty} (2\pi P^2)^{n/2} \sum_{l=-nN}^{nN} \psi_{n,l}(\omega) e^{il\omega t}, \quad \psi_{n,l}(\omega) = \sum_{|M,n|=l} K_n^*(m_1\omega, \dots, m_n\omega) f_{m_1} \dots f_{m_n}. \quad (11)$$

Можно показать, что (11) является решением уравнения (8) в частном случае сепарабельности весовых функций релаксации, выполнив оценку Фурье-трансформант ядер интегральных операторов [2]

$$\max |K_n^*(\omega_1, \dots, \omega_n)| \leq M_1 \left(\frac{M_0}{\sqrt{2\pi}} \right)^{n-1} \max_{1 \leq k \leq n-1} (M_0 a_{m_0}) \left| \frac{dP_{n-1}(y)}{dy} \right|, \quad (12)$$

где $P_n(y)$ - полином Лежандра порядка n , $M_0 = \max_{1 \leq m \leq n-1} |K_1^{0*}(\omega_1 + \dots + \omega_m)|$, $K_1^{0*}(\omega) = (G_1^{0*}(\omega))^{-1}$,

$M_1 = \max |K_1^*(\omega_1 + \dots + \omega_n)|$, $a_{m_0} = \max(|a_2|, \dots, |a_n|)$.

Учитывая оценку (12), получим интервалы сходимости мажорирующего ряда для двух случаев:

$$\text{если } \max(M_0 a_{m_0}) > 1, \text{ то } |P| < (3 - 2\sqrt{2}) [(2N + 1) M_0 a_{m_0}]^{-1}; \quad (13)$$

$$\text{если } \max(M_0 a_{m_0}) < 1, \text{ то } |P| < (3 - 2\sqrt{2}) [(2N + 1) M_0]^{-1}. \quad (14)$$

Аналогично вышеизложенному можно показать, что функция $\ddot{u}(t)$ представляется равномерно сходящимся рядом в интервалах (13) или (14).

Библиографический список

1. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. – М.: Наука, 1977. – 384
2. Бырдин А.П., Розовский М.Н. О волнах деформации в нелинейной наследственно-упругой среде // Изв. АН СССР. Механика твердого тела, 1984, №4. – с. 100-104.

УДК 624.073.2.04

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент Н.Н. Некрасова,
e-mail: Nekrasova-N@yandex.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Techn. Sciences, associate Professor N.N. Nekrasova,
e-mail: Nekrasova-N@yandex.ru
Russia, Voronezh

Н.Н. Некрасова

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОГО КОНТАКТА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛИТ И УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ

Аннотация: предлагается разностная схема сквозного счета в сочетании с методом граничных элементов для решения задач изгиба прямоугольных плит переменной жесткости с упругим неклассическим основанием. Решение проводится без учета сил трения в области контакта. Механические свойства грунтовых оснований задаются пространственными контактными моделями с известной функцией Грина. Изучено влияние на напряженно-деформированное состояние плиты изменения функции жесткости, вида нагружения, комбинаций граничных условий на контуре и упругого основания

Ключевые слова: прямоугольная плита, упругое основание, коэффициент жесткости

N.N. Nekrasova

COMPUTATIONAL MODEL OF SPATIAL CONTACT RECTANGULAR PLATES AND ELASTIC BASE

Abstract: a difference scheme of end-to-end counting is Proposed in combination with the boundary element method for solving problems of bending rectangular plates of variable stiffness with an elastic non-classical base. The solution is carried out without taking into account the friction forces in the contact area. The mechanical properties of soil bases are set by spatial contact models with a known green function. The influence of changes in the stiffness function, type of loading, and combinations of boundary conditions on the contour and elastic base on the stress-strain state of the plate is studied

Keywords: rectangular plate, elastic Foundation, the stiffness coefficient

Дифференциальное уравнение изогнутой поверхности прямоугольной ортотропной плиты переменной жесткости, находящейся под действием поперечной нагрузки и опирающейся на упругое основание имеет вид [1]:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[D_x \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \nu_2 \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) \right] + 4 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left(D_K \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} \right) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left[D_y \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \nu_1 \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \right) \right] = q(x, y) - p(x, y).$$

В данной постановке плита полностью примыкает к основанию и вертикальные перемещения плиты совпадают с осадками основания. Тогда интенсивность реактивного давления и вертикальным перемещением выражается уравнением вида:

$$W(x, y) = \bar{W}(x, y) + A + Bx + Cy = \frac{1 - \nu_0^2}{\pi E_0} \iint_S \omega(x, y, \xi, \eta) p(\xi, \eta) d\xi d\eta.$$

Функция $\omega(x, y, \xi, \eta)$ описывает ту или иную модель основания. К настоящему времени предложено большое число неклассических моделей оснований. Их развитие вызвано, стремлением приблизить результаты расчета взаимодействия фундаментных конструкций с грунтом к реальным условиям. Влияние модели грунтового основания существенно влияет на изгиб плиты и назначаемые на её усилия.

Замыкает задачу система уравнений равновесия для плиты, нагруженной внешней распределенной нагрузкой $q(x, y)$

$$\iint_S p(\xi, \eta) d\xi d\eta = \iint_F q(\xi, \eta) d\xi d\eta, \quad \iint_S p(\xi, \eta) \xi d\xi d\eta = \iint_F q(\xi, \eta) \xi d\xi d\eta, \quad \iint_S p(\xi, \eta) \eta d\xi d\eta = \iint_F q(\xi, \eta) \eta d\xi d\eta$$

и граничные условия, которые описывают зависимость между интенсивностью реактивного давления и вертикальными перемещениями.

Дифференциальное уравнение в частных производных четвертого порядка с переменными ко-

эффициентами решается численно методом конечных разностей по схеме второго порядка точности в сочетании с методом граничных элементов. Чтобы не выделять явно области с различными механическими свойствами используется конечно-разностная схема типа сквозного счета. Для разностных коэффициентов сглаживание производится согласно трем вариантам аппроксимации: через среднее арифметическое в соседних узлах; через обратное среднее величин, обратных к среднему арифметическому в соседних узлах и как среднее арифметическое в полужелтых узлах [2]. Проведен сравнительный анализ рассматриваемых вариантов осреднения функций жесткости в сеточных узлах.

Проведенный вычислительный эксперимент свидетельствует о возможности варьировать толщиной плиты или деформационными характеристиками ее материала, а так же использовать различные виды нагружения и типы граничных условий на контуре. Проанализировано влияние грунтового основания на изгиб плиты.

Результаты разработанного программного комплекса могут иметь преимущества при решении ряда инженерных задач.

Библиографический список

1. Некрасова, Н.Н. Математическая модель изгиба плит ступенчато-переменной толщины на упругом основании / Некрасова Н.Н. Естественные и технические науки. №9 (123). М.: Издательство «Спутник+». С. 145-148.
2. Теория разностных систем / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1977. – 656 с.

УДК 539.19:541.621:546.26

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доц. Н.А. Борщ,
e-mail: borsch-nadya@yandex.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доц. Н.С. Переславцева,
e-mail: nsper@yandex.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный университет
д-р физ.-мат. наук, профессор С.И. Курганский,
e-mail: skurg@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Phys. - Mat. Sciences, Assoc. Prof. N. A. Borsch,
e-mail: borsch-nadya@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Phys. - Mat. Sciences, Assoc. Prof. N. S. Pereslavl'tseva,
e-mail: nsper@yandex.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state University
Dr. Phys. - Mat. Sciences, Professor S. I. Kurgansky,
e-mail: skurg@mail.ru, Russia, Voronezh

Н.А. Борщ, Н.С. Переславцева, С.И. Курганский

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ АНИОННЫХ КРЕМНИЙ-НИОБИЕВЫХ КЛАСТЕРОВ

Аннотация: представлены результаты оптимизации пространственной структуры ряда анионных кластеров $NbSi_n^-$ ($n = 6 - 18$) и расчета их электронно-энергетического спектра. Рассмотрен механизм кластерообразования и установлены закономерности, объясняющие повышенную стабильность «магических» кластеров

Ключевые слова: нанослои, кластеры, электронная структура, энергетический спектр

N.A. Borsch, N.S. Pereslavl'tseva, S.I. Kurgansky

THE BINDING ENERGY OF THE ANIONIC SILICON - NIOBIUM CLUSTERS

Abstract: the results of optimization of the spatial structure of a number of anion clusters $NbSi_n^-$ ($n = 6 - 18$) and calculation of their electron-energy spectrum are presented. The mechanism of cluster formation is considered and regularities explaining the increased stability of "magic" clusters are established

Keywords: nanolayers, clusters, electronic structure, energy spectrum

Кремний-металлические кластеры представляют интерес как основа новых материалов для нанoeлектроники, оптоэлектроники, высокоскоростной электроники. Для конструирования наноразмерных материалов в качестве элементарных блоков рассматриваются кластеры с замкнутой кремниевой решеткой.

Расчеты проводились методом функционала плотности (B3LYP [1, 2]) в комбинированном базисе 6-311+G(d) [3] для атомов кремния и DGDZVP для атома ниобия [4] с использованием пакета программ Gaussian 09. В результате расчета получались собственные значения энергии каждой моле-

кулярной орбитали, т.е. энергетический спектр, в котором каждую молекулярную орбиталь можно представить в виде уровня.

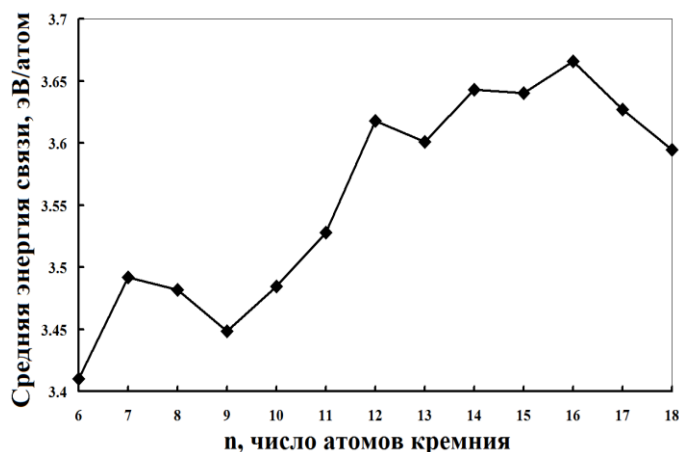
Средняя энергия связи E_b вычислялась по формуле

$$E_b = \frac{nE(\text{Si}) + E(\text{Nb}^-) - E(\text{NbSi}_n^-)}{n+1},$$

где $E(\text{Si})$ и $E(\text{Nb}^-)$ – полные энергии свободного атома кремния и аниона ниобия, соответственно, $E(\text{NbSi}_n^-)$ – полная энергия кластера, n – число атомов кремния в кластере.

На рисунке показана зависимость средней энергии связи E_b в основных изомерах кластеров NbSi_n^- ($n = 6 - 18$) от числа атомов кремния. В интервале $n = 6 - 16$ средняя энергия связи плавно возрастает по мере увеличения кластера. Скачкообразное увеличение отмечается при $n = 12$, когда происходит переход к эндодральным структурам. До $n = 16$ рост E_b снова плавный, а с $n = 17$ начинается уменьшение этой характеристики. Очевидно, это связано со спецификой структуры кластеров NbSi_{17}^- и NbSi_{18}^- – они построены добавлением атомов кремния к кластеру NbSi_{16}^- , и связи дополнительных атомов с остальными ослаблены. Подобными причинами объясняется также убывание энергии связи для кластеров с $n = 12, 13$, получаемых добавлением дополнительного атома кремния к кластеру NbSi_{12}^- , а также на участке с $n = 8, 9$.

Анализ показывает, что кластер NbSi_{12}^- является «магическим» в ряду кремний-ниобиевых анионных кластеров. Повышенная относительная стабильность этого кластера может быть объяснена в рамках гипотезы Reveles и Khanna [5]. Согласно этой гипотезе, в кластерах рассматривается квазисвободный электронный газ, в который каждый атом кремния отдает по одному валентному электрону, а атом металла – все валентные электроны, включая d-электроны. Наиболее стабильными оказались те кремний-металлические кластеры, которые содержат 18 квазисвободных электронов (правило 18 электронов) или 20 свободных электронов (правило 20 электронов). Повышенная стабильность кластера NbSi_{12}^- объясняется правилом 18 электронов – квазисвободный электронный газ формируют по одному электрону от каждого атома кремния, пять электронов от атома ниобия и один дополнительный электрон, т.к. кластер анионный.



Зависимость средней энергии связи от числа атомов кремния

Библиографический список

1. Becke. J. Chem. Phys. 98, 5648 (1993).
2. Lee, W. Yang, R. Parr. Phys. Rev. B. 37, 785 (1988).
3. J. H. Wachters. J. Chem. Phys. 52, 1033 (1970).
4. S.M. Godfrey, A. Hinchliffe. J. Mol. Struct. Theochem. 761, 1 (2006).
5. J. Ulises Reveles, S. N. Khanna. Phys. Rev. B 74, 035435 (2006).

УДК 539.37

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент Ю.Б. Рукин,
e-mail: yb.rukin@gmail.com, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
студент А.Ю. Лопатин, тел.: 8-473-254-5475, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
студент Ю.А. Шершнева, тел.: 8-473-271-5362, Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Techn. Sciences, ass. Prof. Y.B. Rukin,
e-mail: yb.rukin@gmail.com, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Student A.Yu. Lopatin, ph. : 8-473-254-5475, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Student Yu.A. Shershneva, ph. : 8-473-271-5362, Russia, Voronezh

Ю.Б. Рукин, А.Ю. Лопатин, Ю.А. Шершнева

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ МОДЕЛИ КРЫЛА САМОЛЕТА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аннотация: представлен алгоритм автоматизированного построения сетки конечных элементов. Алгоритм протестирован при выявлении частот собственных колебаний модели крыла самолета

Ключевые слова: метод конечных элементов, сетка триангуляции, частота собственных колебаний

Yu.B. Rukin, A.Yu. Lopatin, Yu.A. Shershneva

INVESTIGATION OF NATURAL VIBRATIONS OF THE WING MODEL AIRCRAFT FINITE ELEMENT METHOD

Abstract: an algorithm for automated construction of a finite element grid is Presented. The algorithm was tested when detecting the natural vibration frequencies of the aircraft wing model

Keywords: finite element method, triangulation grid, natural oscillation frequency

Структурный анализ методом конечных элементов порождает проблемы, связанные с необходимостью наиболее полного описания геометрии конструктивной модели и выявления зон концентрации напряжений /1/.

Решение указанных проблем приводит к необходимости введения достаточно большого количества элементов, которое в свою очередь требует задания соответствующих массивов исходных данных. Неправильно составленные исходные данные для узлов и элементов являются главным источником ошибок на этапе вычисления матриц жесткости элементов.

Разработано много программ автоматизированной генерации сеток конечных, предназначенных для плоских и массивных тел /2–4/.

Для построения сетки триангуляции использован алгоритм, требующий предварительного разбиения исследуемой области на четырехугольные зоны с заданием координат граничных точек каждой из них /5/. Степень измельчения внутри каждой зоны на конечные элементы треугольной формы задается введением требуемого числа линий деления по двум направлениям в соответствии с локальной системой отсчета. Связь между зонами реализуется введением массива связи, описывающего номера соседних зон со стороны каждой из сторон.

На рис. 1 представлена модель крыла реактивного самолета с указанием характерных размеров (в мм). Пластика имеет постоянную толщину, равную 5 мм. Модуль упругости материала пластинки $E=2 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона 0.3.

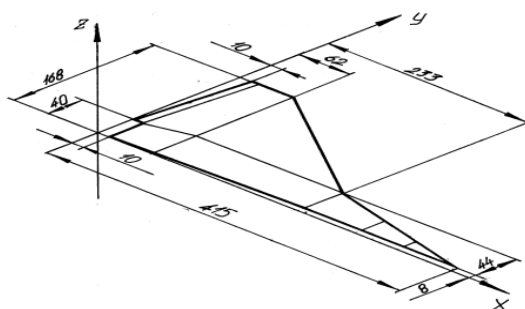


Рис. 1. Модель крыла реактивного самолета

Сетка триангуляции, полученная на основе описанного алгоритма, изображена на рис. 2. Область предварительно была разделена на восемь зон.

Сетка конечных элементов образует 344 треугольных конечных элементов, имеющих 207 узлов, обладающих 1242 степенями свободы, при ширине ленты глобальной матрицы жесткости 396.

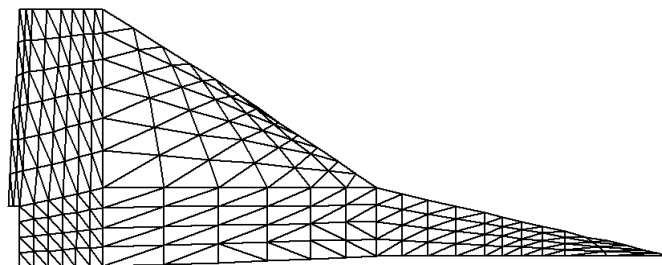


Рис. 2. Сетка триангуляции модели крыла

Исследование динамического поведения конструкции заключается в определении перемещений и напряжений как функций времени. Предварительным этапом динамического расчета может быть определение частот и форм собственных колебаний конструкции.

Задача расчета собственных колебаний заключается в отыскании всех или нескольких (обычно наименьших) частот и соответствующих им форм колебаний согласно уравнению

$$([K] + \omega^2 [M])\{W\} = 0$$

Это равенство можно рассматривать как систему линейных однородных уравнений относительно элементов матрицы $\{W\}$. Однородная система линейных алгебраических уравнений может иметь нетривиальное решение, если ее определитель равен нулю:

$$|[K] - \omega^2 [M]| = 0$$

Значения $\{W\}$, удовлетворяющие последнему условию, представляют собой частоты собственных колебаний системы. Решается указанная неполная проблема собственных значений при помощи метода одновременных итераций.

Сформированная сетка конечных элементов определяет использование наиболее простого пластинчатого элемента в форме произвольного треугольника с узлами в углах.

В принятой постановке задачи рассматривается элемент в виде тонкой изотропной пластины треугольной формы и постоянной в пределах данного элемента толщины с узлами, имеющими линейные и угловые перемещения, необходимые для аппроксимации изгибного и мембранного состояний.

Матрица инертности такого элемента строится на основе функций формы, использовавшихся при построении матрицы жесткости. Таким образом, обеспечивается согласованность.

Использование сформированной матрицы жесткости и инертности треугольного конечного элемента проведено при исследовании частот и форм собственных колебаний тонкой пластинки в виде модели крыла реактивного самолета, заземленного вдоль одной из сторон. На рис. 3–5 представлены некоторые из низших форм собственных колебаний указанной пластинки.

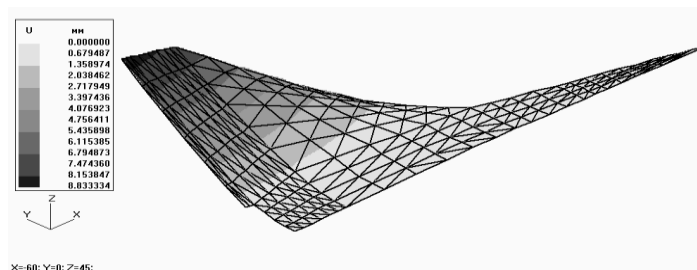


Рис. 3. Собственная форма, соответствующая частоте 199,7 Гц

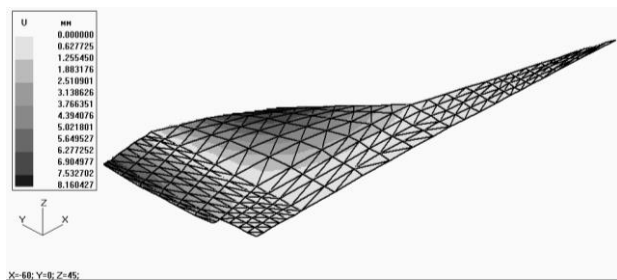


Рис. 4. Собственная форма, соответствующая частоте 588 Гц

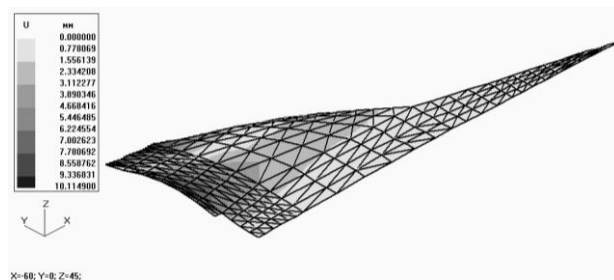


Рис. 5. Собственная форма, соответствующая частоте 1030 Гц

Полученные результаты необходимо учитывать при проектировании объектов авиационной и космической техники с целью предотвращения явления резонанса.

Библиографический список

1. Зенкевич О.С. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.
2. Cavendish J.C. Automatic triangulation of arbitrary planer domains for the finite element method, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 8. (1974).
3. Imafuku I., Kodera Y., Sayawaki M. A generalized automatic mesh generation scheme for finite element method.– Int. J. for Numerical Methods, vol.15, pp. 713 – 731, (1980)
4. Уманский С.Э. Алгоритм и программа триангуляции двумерной области произвольной формы. – Проблемы прочности, 1978, № 6, с.83 – 87.
5. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. –389с.

УДК 539.37

*Воронежский государственный технический университет
д-р техн. наук, профессор В.И. Рязжских,
e-mail: ryazhskih_vi@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.В. Рязжских,
e-mail: ryazhskihav@bk.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент В.А. Рязцев,
e-mail: wlandrr@yandex.ru, Россия, г. Воронеж*

*Voronezh state technical University
Dr. tech. Professor V. I. Ryazhskikh,
e-mail: ryazhskih_vi@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. associate Prof. A.V. Ryazhskikh,
e-mail: ryazhskihav@bk.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. associate Prof. V. A. Ryabtsev,
e-mail: wlandrr@yandex.ru, Russia, Voronezh*

В.И. Рязжских, А.В. Рязжских, В.А. Рязцев

ПЛОСКОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАСТИНЫ С ОТВЕРСТИЕМ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДИАМЕТРА ОТВЕРСТИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Аннотация: исследовано плоское напряженное состояние симметричной квадратной пластины с отверстием, при увеличении диаметра отверстия деформированием. Приведен пример решения задачи для квадратной пластины методом конечных элементов

Ключевые слова: метод конечных элементов, плоское напряженное состояние

V.I. Ryazhskikh, A.V. Ryazhskikh, V.A. Ryabtsev

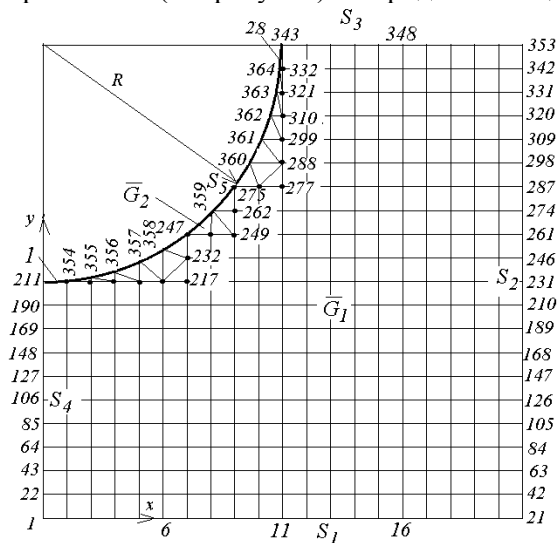
FLAT STRESS STATE OF THE PLATE WITH A HOLE AT CHANGING THE HOLE DIAMETER BY DEFORMING

Abstract: a plane stress state of a symmetrical square plate with a hole is Studied when the hole diameter increases by deformation. An example of solving the problem for a square plate by the finite element method is given

Keywords: finite element method, plane stress state

Исследуется плоское напряженное состояние симметричной квадратной пластины с отверстием, при увеличении диаметра отверстия деформированием. Ввиду двойной симметрии воздействия на

пластину рассмотрена ее четвертая часть (см. рисунок). Гибридный метод описан в [1].



Пусть \bar{G} – область, занятая срединной плоскостью пластины в системе координат xOy (рисунок) с границей S , G – открытое множество. Пусть на части границы S_5 заданы перемещения, а края пластины свободны. Пусть u, v перемещения вдоль осей x, y , а u_x, u_y, v_x, v_y частные производные перемещений по переменным x и y . Пусть деформации и напряжения в точке определяются матрицами

$$\hat{\varepsilon} = [\varepsilon_x \quad \varepsilon_y \quad \varepsilon_{xy}]^T = [u_x \quad u_y \quad u_y + v_x]^T \quad \hat{\sigma} = [\sigma_x \quad \sigma_y \quad \tau_{xy}]^T,$$

а E, ν – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала пластины. Закон Гука для плоского напряженного состояния имеет вид $\hat{\sigma} = D\hat{\varepsilon}$,

где $D = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5(1-\nu) \end{bmatrix}$ – матрица упругости.

Энергия упругого деформирования пластины

$$U = 0.5 \int_V \hat{\varepsilon}^T D \hat{\varepsilon} dV = U_1 + U_2,$$

где V – объем пластины, U_1, U_2 энергии частей пластины, соответствующих \bar{G}_1 и \bar{G}_2 .

Область \bar{G}_1 заменяется системой l регулярно расположенных узлов с шагами h_x и h_y вдоль осей x и y , а производные перемещений в узлах \bar{G}_1 – конечно – разностными выражениями с точностью порядка h_x^2 или h_y^2 . С учетом разностных выражений u_x, u_y и др. энергия пластины представляется в виде квадратичной формы $U_1(\tilde{w}_1) \cong \tilde{U}_1(\tilde{w}_1) = \tilde{w}_1^T \tilde{M}_1 \tilde{w}_1$, где \tilde{M}_1 – симметричная матрица, системы разностных уравнений, в которой неизвестными считаются величины перемещений всех узлов, покрывающих \bar{G}_1 , в том числе и граничных (часть которых входит в КЭ), \tilde{w}_1 – матрица узловых перемещений порядка 2×1 .

Для вычисления U_2 МКЭ в области \bar{G}_2 используется простейший треугольный элемент с узлами в вершинах [3].

Пусть u_k ($k = i, j, m$) – некоторые перемещения узлов КЭ с локальными номерами 1,2,3, соответствующими глобальным номерам узлов i, j, m . Перемещение точки с координатами x и y представляется в виде линейной по x и y функции $\tilde{u} = \hat{N}\hat{u} = [N_1, N_2, N_3]^T [u_i, u_j, u_m]^T$, где $N_{(.)}$ – функции

формы КЭ; $\hat{u} = [u_1, u_2, u_3]^T$ – матрица –столбец соответствующих перемещений.

Пусть $\hat{w} = [u_i \ v_i \ u_j \ v_j \ u_m \ v_m]^T$ – матрица узловых перемещений конечного элемента. Тогда деформация в пределах элемента определяется матрицей [3]

$$\hat{\varepsilon} = \begin{bmatrix} N_{i,x} & 0 & N_{j,x} & 0 & N_{m,x} & 0 \\ 0 & N_{i,x} & 0 & N_{j,x} & 0 & N_{m,x} \\ N_{i,y} & N_{i,y} & N_{j,y} & N_{j,y} & N_{m,y} & N_{m,y} \end{bmatrix}^T \bar{w} = B\bar{w}.$$

Пусть p – номер КЭ, n – количества КЭ, а r – количество узлов КЭ в \bar{G}_2 . При замене \bar{G}_2 системой КЭ U_2 заменяется функционалом

$$\tilde{U}_2 = 0.5 \sum_{p=1}^n \hat{\varepsilon}_p^T \tilde{D}_p \hat{\varepsilon}_p = 0.5 \sum_{p=1}^n \hat{w}_p^T B_p^T \tilde{D}_p B_p \hat{w}_p = 0.5 \tilde{w}_2^T \tilde{M}_2 \tilde{w}_2,$$

где \tilde{w}_2 – матрица узловых перемещений порядка $2 \times r$, \tilde{M}_2 – матрица жесткости ансамбля КЭ.

Согласно [2], операторы U_1 и U_2 в $L_2(\bar{G}_1)$ $L_2(\bar{G}_2)$ положительно определены. Пусть M – симметричная матрица для всей области \bar{G} , полученная распространением \tilde{M}_1 и \tilde{M}_2 на всю \bar{G} . Тогда $\tilde{U} = \tilde{w}^T M \tilde{w}$, а вектор - градиент функционала \tilde{U} в точке \tilde{w} равен

$$\text{grad} \tilde{U} = \hat{\tilde{U}}_{\tilde{w}} = \partial \tilde{U} / \partial \tilde{w} = (2\tilde{w}^T M)^T = 2M^T \tilde{w}.$$

Поскольку вторая вариация \tilde{U} по \tilde{w} положительна, \tilde{U} выпукл по \tilde{w} и, следовательно, имеет локальный минимум в \bar{G} .

N	1	22	43	64	85	106	127	148	169	190	211
u	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v	-32.8	-32.9	-34.8	-34.0	-37.0	-36.5	-39.9	-40.4	-43.9	-46.3	-50
σ_x	0	105.506	28.064	97.773	52.020	100.085	77.237	112.776	109.156	140.848	162.372
σ_y	0	-5.569	-12.984	-12.211	--	--	--	-43.937	-81.234	-74.640	-
					31.828	24.540	53.142				124.898
N	353	352	351	350	349	348	347	346	345	344	343
u	32.8	32.9	34.8	34.0	37.0	36.5	39.9	40.4	43.9	46.3	50
v	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
σ_x	0	-5.569	-12.984	-12.211	-31.828	-24.540	-53.142	-43.937	-81.234	-74.640	-
σ_y	2.24	105.506	28.064	97.773	52.020	100.085	77.237	112.776	109.156	140.848	162.372

Для примера решена задача для квадратной пластины толщиной 1 см со сторонами 10 см, и отверстием в центре радиуса $R = 5$ см при $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $\nu = 0.33$. Использовалось всего 28 КЭ и 364 узла, из которых 32 узла, входят в КЭ (11 входят только в КЭ, а 21 – являются общими узлами КЭ и сетки). Принято, что на границе S_3 $v = 0$, $\tau_{xy} = 0$, на S_4 - $u = 0$, $\tau_{xy} = 0$, на S_5 перемещения точек направлены по радиусам и $\sqrt{u^2 + v^2} = 0.05 \text{ мм}$, на S_1 $\sigma_y = 0$, $\tau_{xy} = 0$, а на S_2 $\sigma_x = 0$, $\tau_{xy} = 0$.

Вычисления проводились по оригинальной программе на алгоритмическом языке TurboPascal 7.0. Функционал \tilde{U} минимизировался методом инерционного спуска с проецированием градиента $\hat{\tilde{U}}_{\tilde{w}}$ на область \bar{G} [4].

В таблице приведены перемещения u и v в мм (умноженные на 1000), и нормальные напряжения σ_x и σ_y в МПа, где N – номер узла. Экстремальные нормальные напряжения действуют в КЭ 1 и 28 и составляют в МПа соответственно $\sigma_x = 163.200$, $\sigma_y = -104.366$ и $\sigma_x = -104.366$, $\sigma_y = 163.200$.

Библиографический список

1. Рязских В.И. Об одном методе решения краевых задач с эллиптическими операторами / В.И. Рязских, А.В.Рязских, В.А. Рябцев // «Прикладная физика и математика». – 2018. №2, – с. 46-50. ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2018.
2. Михлин С. Г. Вариационные методы в математической физике / С.Г. Михлин – М.: Наука, 1970. – 512 с.
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Перевод с английского / О. Зенкевич. – М.: Мир, 1975. – 542 с.
4. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию / Б.Т. Поляк – М.: Наука, 1983. – 384 с.

УДК 517.9

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент Л.В. Стенюхин
e-mail: stenyuhin@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Phys. - Mat. Sciences, associate Professor L.V. Stenyuhin
e-mail: stenyuhin@mail.ru
Russia, Voronezh

Л.В. Стенюхин

О БИФУРКАЦИЯХ В ЗАДАЧЕ КАПИЛЛЯРНОСТИ

Аннотация: получены достаточные условия существования особых решений задачи капиллярности при воздействии внешнего потенциала в терминах вариационности задачи и нормального расслоения возмущений. Приведен пример, в котором построена новая редукция капиллярного уравнения вблизи центра симметрии капли. Найдены критические значения параметра, зависящего от числа Бонда, установлена аналитическая форма решения

Ключевые слова: задача капиллярности, бифуркация, число Бонда

L.V. Stenyuhin

ON BIFURCATIONS IN THE CAPILLARITY PROBLEM

Abstract: sufficient conditions are Obtained for the existence of special solutions to the capillarity problem under the influence of an external potential in terms of the problem's variability and normal perturbation bundle. An example is given in which a new reduction of the capillary equation is constructed near the center of symmetry of the drop. Critical values of the parameter that depends on the bond number are found, and the analytical form of the solution is established

Keywords: capillarity problem, bifurcation, bond number

Постановка задачи

В точках верхней части свободной поверхности P капли высота $u(x, y)$ поверхности P над Π удовлетворяет уравнению

$$\operatorname{div} Tu = \chi u + \lambda, \quad (1)$$

где

$$Tu = \frac{1}{\sqrt{1 + |\nabla u|^2}} \nabla u, \quad \nabla u = (u_x, u_y), \quad (2)$$

$\chi = \frac{\rho g}{\sigma}$. Граничное условие задачи с постоянным углом контакта γ имеет вид

$$\bar{n} Tu = \cos \gamma, \quad (3)$$

\bar{n} – единичная нормаль.

Замена $u = -v - (1/\chi)\lambda$ переводит уравнение (1) в уравнение

$$\operatorname{div} Tv = \chi v, \quad (4)$$

которое является уравнением свободной поверхности в капиллярной трубке.

Уравнение (1) можно записать в безразмерной форме

$$\operatorname{div} Tu = Bu, \quad (5)$$

$B = \frac{\rho g a^2}{\sigma}$, число Бонда, характеризующее размер конфигурации.

Частные случаи существования особых решений

В [2] показано, что для симметрично лежащей капли, $0 < \gamma < \frac{\pi}{2}$ и малого числа Бонда B , уравнение (5) можно записать так

$$\operatorname{div} \frac{\nabla u}{\sqrt{1+|\nabla u|^2}} = Bu - 2 \sin \gamma_0, \quad (6)$$

Решение ищется на круге Ω , $u = 0$ на $\partial\Omega$ и капля постоянного объема V_0 . Если капля подвергается воздействию внешнего потенциала φ , то

$$V_0 = \frac{\pi(2 + \cos \gamma_0)(1 - \cos \gamma_0)^2}{3 \sin^3 \gamma_0}, \quad (7)$$

$$\cos \gamma_0 = \cos \gamma + \frac{\varphi}{\sigma}. \quad (8)$$

Действие потенциала приводит к изменению формы капли, в частности, к изменению угла контакта с плоскостью Π , (8). При этом γ_0 является единственным решением уравнения (7). Дальнейшее воздействие потенциала φ приведет к изменению числа Бонда B и к перестройке (бифуркации) самой капли.

Для описания дальнейших состояний капли положим в уравнении (6) $B = 0$.

Теорема 1. При сделанных выше предположениях и $B = 0$, существует точное решение уравнения (6)

$$u_0 = \frac{-\cos \gamma_0 + \sqrt{1 - r^2 \sin^2 \gamma_0}}{\sin \gamma_0}. \quad (9)$$

Для ненулевых чисел B положим, что решение уравнения (6) примет вид

$$u = \frac{-\cos \gamma_0 + \sqrt{1 - (r - r_0)^2 \sin^2 \gamma_0}}{\sin \gamma_0}, \quad (10)$$

r_0 – радиус кольца по центру, $|r - r_0| \leq 1$.

Непосредственным вычислением получим, что функция (10) является точным решением уравнения

$$\operatorname{div} \frac{\nabla u}{\sqrt{1+|\nabla u|^2}} = \frac{r_0 \sin \gamma_0}{r} - 2 \sin \gamma_0 \quad (11)$$

с нулевым граничным условием.

В [3] получено условие

$$B = \cos \gamma_0. \quad (12)$$

Теорема 2. Если выполнено условие (12), то существует точное аналитическое решение задачи (6) типа (10) с граничным условием (3).

Редукция задачи из функционала площади

Рассмотрим основной энергетический функционал задачи

$$E(u) = \int_{\Omega} \sqrt{EG - F^2} dx + \frac{1}{\sigma} \int_{\Omega} Y\rho u dx + \lambda \int_{\Omega} u dx. \tag{13}$$

Пусть u_0 – экстремаль (13). Уравнение близкой поверхности:

$$\left(\frac{\delta E}{\delta u}(u_0 + \eta \bar{n}), \bar{n} \right) = 0 \tag{14}$$

где $\frac{\delta E}{\delta u}$ – функциональная производная функционала площади.

Теорема 3. Функционал площади близких к u_0 поверхностей $S(\eta)$ и его оператор Эйлера $\frac{\delta S}{\delta \eta}(\eta)$ имеет следующую аналитическую структуру

$$S(\eta) = \int_{\Omega} \sqrt{EG - F^2} dx dy, \tag{15}$$

$$\frac{\delta S}{\delta u}(\eta) = E^3(EG - F^2)^{-\frac{3}{2}}(A\eta_{xx} - 2B\eta_{xy} + C\eta_{yy} + G). \tag{16}$$

Здесь E, G, F – коэффициенты первой квадратичной формы поверхности, Все коэффициенты являются аналитическими функциями. Пусть

$$g = (\bar{n}, \bar{n}_{xx} + \bar{n}_{yy}) + \frac{4}{E} [(\bar{n}, u_{xx})^2 + (\bar{n}, u_{yy})^2]. \tag{17}$$

Линейная часть оператора $A\eta_{xx} - 2B\eta_{xy} + C\eta_{yy} + G$ равна

$$\Delta \eta + g \eta, \tag{18}$$

где Δ – лапласиан. Линейная часть первой вариации равна

$$L\eta = E^3(EG - F^2)^{-\frac{3}{2}}(\Delta \eta + g \eta) + \left(\frac{Y\rho}{\sigma} + \lambda\right)\eta,$$

где g определена равенством (17). Соотношение $\frac{Y\rho}{\sigma}$ определяет число Бонда, $B = \frac{Y\rho}{\sigma}$. Поэтому линейная задача имеет вид

$$\begin{cases} \Delta \eta + (g + E^{-3}(EG - F^2)^{\frac{3}{2}}(B + \lambda))\eta = 0, \\ \eta|_{\partial\Omega} = 0. \end{cases} \tag{19}$$

Приведём пример. В задаче (6) – (8) функция (9) является ее решением при нулевых числах Бонда. Задача (19) в данном случае имеет вид

$$\Delta \eta = \left(\frac{\sqrt{(1 - (x^2 + y^2)\sin^2 \gamma_0)^3}}{(1 - y^2 \sin^2 \gamma_0)^3} B - g \right) \eta + \left(\frac{\sqrt{(1 - (x^2 + y^2)\sin^2 \gamma_0)^3}}{(1 - y^2 \sin^2 \gamma_0)^3} \right) \lambda \eta, \tag{20}$$

при нулевых граничных условиях. На малом диске $\Omega_\varepsilon = \{x^2 + y^2 \leq \varepsilon\}$ около центра области Ω

$$g = 8\sin^2 \gamma_0 + o(x, y),$$

и задача (20) соответствует задаче $\Delta \eta = (B - 8\sin^2 \gamma_0 + \lambda)\eta$,

Справедлива следующая, **Теорема 4.** Если

$$B - 8\sin^2 \gamma_0 = \mu_k,$$

μ_k – собственное значение лапласиана Δ на области Ω_ε , то капиллярная поверхность вблизи нача-

ла координат задается функцией $u_k = u_0 + \varepsilon e_k$, где u_0 – функция (9), e_k – собственная функция, отвечающая собственному значению μ_k .

В конформных координатах функционал энергии имеет вид

$$E(u) = \int_{\Omega} \frac{E+G}{2} dx + \int_{\Omega} B u dx + \lambda \int_{\Omega} u dx.$$

Получаем задачу

$$\begin{cases} \Delta \eta + (B + \lambda) \eta = 0, \\ \eta|_{\partial\Omega} = 0. \end{cases} \quad (21)$$

Теорема 5. Собственные значения оператора $\Delta + B + \lambda$ задачи (21) являются $\tilde{\lambda}_n = \lambda_n + B + \lambda$, где λ_n – собственные значения оператора Δ с нулевым граничным условием.

Библиографический список

1. Wente, H.C. The Symmetry of Sessile and Pendent Drops / H.C. Wente // Pacific Journal of Mathematics. – 1980. – V. –88, № –2. – P. –387–397.
2. Финн, Р. Равновесные капиллярные поверхности. Математическая теория / Р. Финн; под ред. А.Т. Фоменко. – М.: Мир, 1989. – 310 с.
- Стенюхин, Л.В. Об особых решениях задачи капиллярности с круговой симметрией / Л.В. Стенюхин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – 2013. – № 2. – С. –242–245.

УДК 539.382

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент В.В. Елисеев,
e-mail: evv52@bk.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент Л.В. Хливненко,
e-mail: hlivnenko_l@mail.ru, Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Techn. science, ass. Prof. V.V. Eliseev, e-mail: evv52@bk.ru,
Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Cand. Techn. science, ass. Prof. L.V. Khlivnenko,
e-mail: hlivnenko_l@mail.ru, Russia, Voronezh

В.В. Елисеев, Л.В. Хливненко

ВАЛИДАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА НА ОДНООСНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПАКЕТЕ ABAQUS

Аннотация: определена структура компьютерной модели формообразования деталей в системе автоматизированного проектирования технологических операций. Описано проведение натурального эксперимента на одноосное растяжение. Приведено описание этапов построения компьютерной модели эксперимента на одноосное растяжение. Перечислены задачи, решаемые с помощью исследования построенной компьютерной модели. Описаны способы оценки качества проведения натурального эксперимента

Ключевые слова: базы данных материалов, диаграммы разрушения, одноосное растяжение, компьютерное моделирование технологических операций

V.V. Eliseev, L.V. Khlivnenko

VALIDATION OF EXPERIMENT RESULTS FOR UNIAXIAL STRETCHING USING FINITE ELEMENT MODELING IN THE ABAQUS PACKAGE

Abstract: the structure of a computer model of forming parts in the computer-aided design of technological operations is Determined. A full-scale experiment for uniaxial stretching is described. The article describes the stages of constructing a computer model of the uniaxial stretching experiment. The tasks that can be solved using the study of the constructed computer model are listed. Methods for evaluating the quality of a field experiment are described

Keywords: database, materials, diagrams of the fracture, the uniaxial tension, computer simulation of manufacturing operations

Исследование свойств новых материалов при конструировании механизмов экономичнее изучать на компьютерной модели и лишь на конечном этапе разработки выполнять полномасштабные натурные эксперименты и краш-тесты.

© Елисеев В.В., Хливненко Л.В., 2020

Для пластического формообразования деталей на станках с числовым программным управлением используют системы автоматизированного проектирования технологических операций. Такие системы включают три типа баз данных: базы данных геометрии деталей или оснастки, базы данных кинематики рабочих органов станка, базы данных свойств материалов[1]. Разработка первых двух типов баз данных в настоящее время достаточно хорошо автоматизирована.

База данных свойств материалов состоит из двух суббаз. Одна из суббаз включает стандартные свойства материалов. Такие как плотность, модуль Юнга, коэффициент Пуассона. Разработка второй суббазы предполагает постановку уникальных экспериментов с целью определения предельных деформационных свойств материалов в виде кривых пластического течения, диаграмм критической и предельной устойчивой деформации, диаграмм разрушения. Такие диаграммы строятся с учетом испытания на одноосное растяжение[2].

Эксперимент на одноосное растяжение в лаборатории механических испытаний кафедры прикладной математики и механики проводят на универсальной испытательной машине Р-20 с гидроприводом. Растягивающее усилие и осевое удлинение фиксируют электронными аналоговыми датчиками, сигналы с которых поступает на карту оцифровки. Для обработки сигналов используется авторское программное обеспечение. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

Табулированную диаграмму растяжения получают в координатах: удлинение Δl (мм) - растягивающее усилие P (Н) и пересчитывают для целей моделирования в координаты: логарифмическая деформация e - истинное напряжение σ по формулам:

$$e = \ln \frac{l}{l_0}; \sigma = \frac{P}{F_0} \exp(e). \tag{1}$$

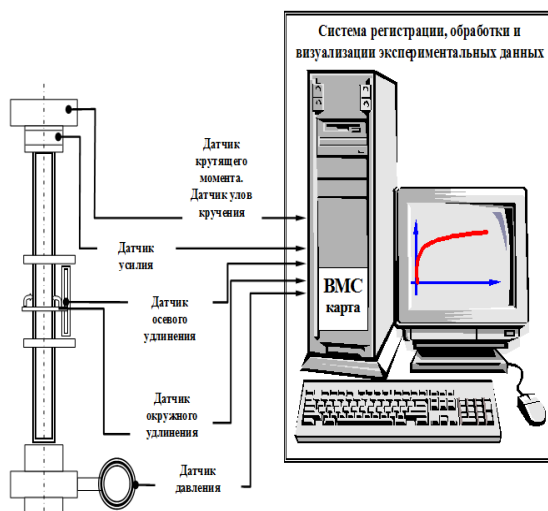


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для проведения эксперимента на одноосное растяжение

Реалистичное имитационное моделирование прогнозирования разрушения деталей в процессе динамического воздействия на конструкцию выполняется в программном комплексе Abaqus в режиме Explicit. Это программное обеспечение разрабатывается компанией Abaqus, Inc. (USA). Модуль Abaqus/ Explicit предназначен для расчета нестационарной динамики, квазистатики, быстротекущих процессов, таких как, задачи падения (droptest), соударения (crashtest), разрушения и моделирования технологических процессов (формовка, штамповка и т.п.)[3].

Компьютерное моделирование эксперимента на одноосное растяжение включает девять этапов [4]. В начале в модуле Part определяют геометрические параметры элемента детали. В случае обсуждаемого эксперимента – это трехмерная деформируемая оболочка (прямоугольный образец 20 мм x 10мм x 2,5 мм).

В модуле Property задаются свойства материала, из которого будет изготовлена деталь. В том числе плотность материала, модуль Юнга и коэффициент Пуассона. В случае описания изотропного материала задается кривая пластического течения, построенная в результате пробного испытания на одноосное растяжение. В том же модуле Property указываются характеристики сечения и выполняется соединение свойств сечения и материала с геометрической формой элемента детали.

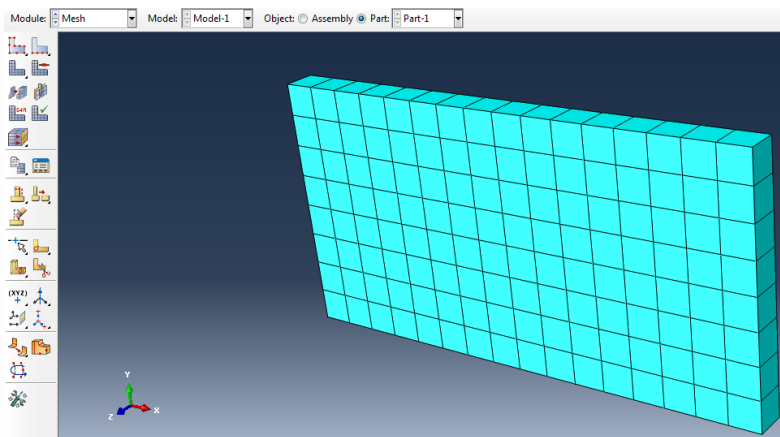


Рис. 2. Фрагмент окна программного комплекса Abaqus в момент построения конечно-элементной сетки в модуле Mesh

В модуле Assembly выполняется сборка детали, состоящей из разных элементов.

Программа компьютерных экспериментов определяется в модуле Step. На этом этапе указываются выходные рассчитываемые параметры модели. Например, напряжение, полная деформация, кинетическая энергия, энергия деформирования и пр.

В модуле Load определяются граничные условия и нагрузка. В случае одноосного растяжения одна грань образца закрепляется неподвижно, а на вторую действует растягивающая сила. При описании динамической нагрузки варьируются координаты вектора усилия и амплитуда скорости деформирования, представляющая собой кусочно-линейную функцию, состоящую из линейного участка роста и участка постоянного значения.

Моделирование конечно-элементной сетки осуществляется в модуле Mesh. Инструменты модуля Mesh и образец в момент построения конечно-элементной сетки показаны на рис. 2.

Запуск расчетной программы на исполнение осуществляется в модуле Job.

Результаты моделирования в таблицах значений выходных параметров и трехмерных графиках доступны в блоке Visualization. Примеры графиков приведены на рис. 3, 4.

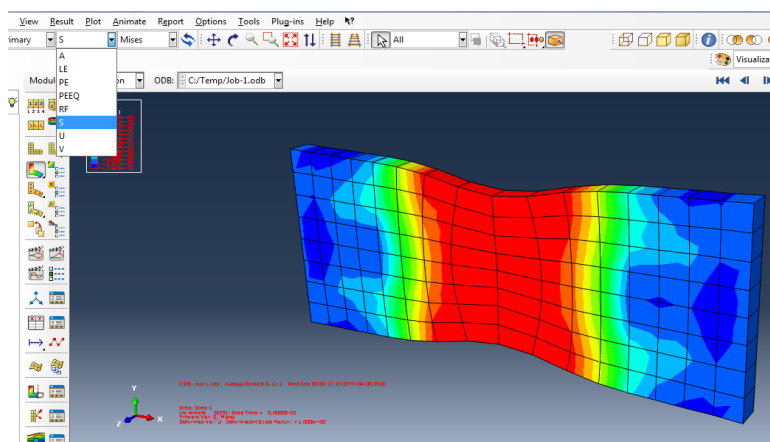


Рис. 3. 3D график цветового распределения напряжений по Мизесу, возникающих в растянутом образце

По графику возникающей из-за инерции в начале эксперимента паразитной кинетической энергии (рис. 4) можно судить об успешности моделирования в режиме Explicit квазистатического испытания. Чем более гладким получается график, тем более качественно поставлен эксперимент.

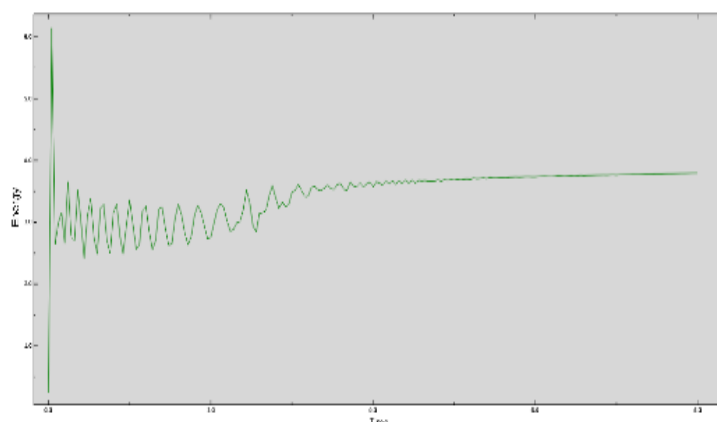


Рис. 4. График кинетической энергии – выходного параметра ALLKE for WholeModel

С помощью исследования компьютерной модели решаются следующие задачи.

Определяются условия проведения натурального эксперимента, при которых реализуется нужный вид деформированного состояния. В случае одноосного растяжения при несоблюдении пропорций соотношения геометрических размеров образца можно получить, например, плоскую деформацию. Индикатором вида деформированного состояния служит значение параметра α , вычисляемого по формуле:

$$\alpha = \frac{e_2}{e_1} \quad (2)$$

и равному отношению поперечной логарифмической деформации к продольной. Для одноосного растяжения $\alpha = -0,5$. В случае плоской деформации $\alpha = 0$.

Валидность натурального эксперимента проверяют по совпадению экспериментальной и расчетной кривых пластического течения, пределов прочности и текучести.

По результатам сравнения итогов компьютерного моделирования и натурального эксперимента осуществляют корректировку выбора модели пластичности материала.

Библиографический список

1. Елисеев В.В. Разработка баз данных материалов САПР бездефектных технологий листовой штамповки / В.В. Елисеев, А.М. Гольцев, Л.В. Хливненко, Ю.Б. Рукин // Вестник Воронежского государственного технического университета. Серия: Машиностроение и машиноведение. 2017. Т.13. № 3. С. 102-106.
2. Елисеев В.В. Численное моделирование задач экспериментальной механики при формировании баз данных материалов САПР листовой штамповки/ В.В. Елисеев, Е.П. Крупин, Л.В. Хливненко, А.М.Гольцев // Информатика: проблемы, методология, технологии: сб. матер. XVII междунар. научно-метод. конф. (Воронеж, 9-10 февраля 2017 г.). – Воронеж, Издательство: «Научно-исследовательские публикации» ООО «Вэлборн», 2017. С. 305-307.
3. http://tesis.com.ru/cae_brands/abaqus/explicit.php
4. Елисеев В.В. Использование экспериментальных диаграмм разрушения при разработке карт материалов в компьютерном моделировании технологических процессов/ В.В. Елисеев, Л.В. Хливненко, А.М.Гольцев, Е.П. Крупин //Авиакосмические технологии (АКТ-2017): сб. тр. XVIII междунар.научно-техн. конф. и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. – Воронеж, ООО Фирма "Элист", 2017. С. 28-34.

УДК 517.955

Воронежский государственный технический университет
канд. физ.-мат. наук, доцент С.С. Сумера
e-mail: svetlana.sumera@gmail.com
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Phys. - Mat. sci., associate Professor S.S. Sumera
e-mail: svetlana.sumera@gmail.com
Russia, Voronezh

С.С. Сумера

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕШЕНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ СО СЛУЧАЙНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ

Аннотация: определена моментная функция решения начальной задачи для уравнения диффузии со случайным коэффициентом. Рассмотрен частный случай нахождения характеристики решения.

Ключевые слова: математическое ожидание, случайные процессы, уравнение теплопроводности

S.S. Sumera

CHARACTERISTICS OF THE INITIAL PROBLEM SOLUTION WITH A RANDOM COEFFICIENT

Abstract: the moment function of solving the initial problem for the diffusion equation with a random coefficient is Defined. A special case of finding the solution characteristic is considered. The graph of the received function is presented

Keywords: mathematical expectation, random processes, thermal conductivity equation

Протекающие физические, химические и иные процессы всегда содержат в себе некий компонент «случайности». Вопросы, связанные с решением уравнений со случайными коэффициентами всегда актуальны. Достоинством примененного метода является то, что новое уравнение, которое получается в процессе перехода к новым переменным не содержит случайного компонента и решение этого уравнения сразу дает характеристику решения исходной задачи. Полученные результаты определены на пространстве обобщенных функций.

Рассмотрим уравнение

$$\frac{\partial u(t, x)}{\partial t} = \varepsilon(t) \frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial x^2} + f(t, x),$$

$$u(t_0, x) = c. \quad (1)$$

Здесь $t \in T = [t_0, t_1] \subset R, t_0 = 0, t_1 = 1, u: T \times R \rightarrow R, \varepsilon(t) > 0$, - Гауссовский процесс, заданный характеристическим функционалом

$$\phi_\varepsilon(v) = \exp \left(i \int_T M \varepsilon(s) v(s) ds - \frac{1}{2} \int_T \int_T b(s_1, s_2) v(s_1) v(s_2) ds_1 ds_2 \right),$$

$$\int_{t_0}^t M \varepsilon(s) ds = \mu_0(t - t_0), \int_{t_0}^t \int_{t_0}^t b(s_1, s_2) ds_1 ds_2 = \int_{t_0}^t \int_{t_0}^t \sigma^2 ds_1 ds_2. \quad (2)$$

Первая моментная функция решения имеет вид

$$Mu(t, x) = \frac{c}{\sqrt{\mu_0}} + \int_{t_0}^t \exp \left(8\pi^4 (t-s)^2 \sigma^2 - 4\pi^2 (t-s) \mu_0 \right) \sin 2\pi x ds. \quad (3)$$

Библиографический список

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики, изд. 3-е / В.С. Владимиров. – Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976. – 528 с. с илл.
2. Гихман И.И. Введение в теорию случайных процессов / И.И. Гихман. – М.: Наука, 1977. – 568 с.
3. Задорожний В.Г. Методы вариационного анализа / В.Г. Задорожний. – М.-Ижевск: НИЦ РХД, 2006. – 316 с.

4. Задорожний В.Г. Первые моментные функции решени уравнения теплопроводности со случайными коэффициентами / В.Г. Задорожний, С.С. Хребтова // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2009. – Т.49, N11. – С. 1-16.
5. Кляцкин В.И. Стохастические уравнения и волны в случайно-неоднородных средах / В.И. Кляцкин. – М.: Наука, 1980. – 333 с.
6. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Наука, 1968. – 496 с.
7. Сумера С.С. О частных случаях нахождения первой моментной функции решения уравнения диффузии со случайным коэффициентом / Е.В. Вислова, А.В. Баннов, С.С. Сумера. – Всероссийская НПК «Академические Жуковские чтения» (20-21 ноября 2013) Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), 2013 с.135-142.

УДК 697.9

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.С. Чесноков
e-mail: selches@inbox.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Techn. Sciences, associate Professor A.S. Chesnokov
e-mail: selches@inbox.ru
Russia, Voronezh

А.С. Чесноков

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОИСПАРИТЕЛЬНЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ НА ИХ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Аннотация: проанализировано влияние длины и ширины канала испарительной насадки на эффективность ее работы. Определена динамика изменения температуры по длине охладителя. Установлено существование максимального значения холодопроизводительности в зависимости от геометрии насадки при фиксированных характеристиках

Ключевые слова: водоиспарительный охладитель, испарительная насадка, холодопроизводительность, теплообмен

A.S. Chesnokov

INFLUENCE OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF WATER - EVAPORATING COOLERS ON THEIR COOLING CAPACITY

Abstract: the influence of the length and width of the channel of the evaporation nozzle on the efficiency of its operation is Analyzed. The dynamics of temperature change along the length of the cooler is determined. The existence of a maximum value of cold capacity depending on the nozzle geometry with fixed flow and pressure characteristics is established

Keywords: water vapor cooler, evaporation nozzle, cooling capacity, heat and mass transfer

Эффективная работа водоиспарительных кондиционеров зависит от различных параметров, которые можно разбить на две группы – одна группа неуправляемые параметры, другая – управляемые [1,4]. К первым можно отнести особенности конкретной климатической зоны – температура, влажность. Ко второй группе относятся параметры, связанные с особенностями вентиляторного блока и воздуховода. Также сюда можно отнести размеры испарительной насадки (сечения каналов и длина пластин), а также соблюдение санитарно-гигиенических норм (кратность воздухообмена в помещении).

Рассмотрим влияние расхода воздуха и геометрии водоиспарительного охладителя на эффективность его работы [2]. Одной из основных характеристик эффективности является холодопроизводительность установки, которая напрямую зависит от объема (расхода) воздуха G (м³/с), проходящего через каналы, и от глубины его охлаждения Δt , °С:

$$Q = C \cdot \rho \cdot G \cdot \Delta t,$$

где C – удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К), ρ – плотность воздуха, кг/м³.

В свою очередь, расход при фиксированных характеристиках коррелирует с сопротивлением воздухопроводного тракта, отражающего его геометрические особенности: длину и сечение каналов, сужения, расширения. Рассмотрение сопротивлений и связанных с ними изменений напора в каналах кондиционера приводит к необходимости учета особенностей движения воздуха в системе теплооб-

менной насадки.

Наибольшее значение холодопроизводительности соответствует максимально эффективным режимам работы охладителя. Как было отмечено ранее, на увеличение холодопроизводительности влияет как увеличение глубины охлаждения, так и увеличение расхода воздуха. До последнего времени считалось, что оптимальной конструкцией охладителя является та, в которой температура воздуха на выходе из испарительной насадки равна температуре наружного воздуха по мокрому термометру. В этом случае глубина охлаждения максимальна, а относительная влажность охлажденного воздуха равна 100%.

Проведенные расчеты показывают, что изменение температуры охлаждаемого воздуха по длине каналов охладителя непостоянна (рис. 1.). В начале участка температура воздуха резко снижается за счет активного испарения влаги с поверхности пластин [3,5]. Далее интенсивность процессов теплопереноса снижается, так как воздух насыщается влагой. На конечном участке эти процессы вовсе незначительны.

Холодопроизводительность увеличивается лишь до определенного значения, а затем в силу увеличения аэродинамического сопротивления, и как следствие, снижение расхода, начинает уменьшаться, хотя охлаждаемый воздух не достиг температуры мокрого термометра. В связи с этим, возникает закономерный вопрос: а так ли необходимо достижение минимально возможной температуры на выходе из охладителя? К тому же, для выполнения санитарно-гигиенических норм необходимо снижать значение относительной влажности выходного воздуха. Очевидно, что для снижения относительной влажности, а также увеличения расхода необходимо уменьшить длину испарительной насадки.

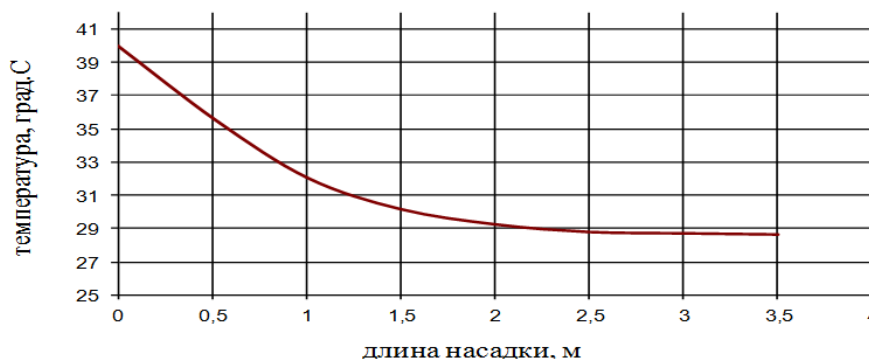


Рис. 1. Динамика изменения температуры воздуха по длине охладителя

Отметим, что при уменьшении сечения каналов рабочая площадь испарительной поверхности увеличивается за счет добавления числа пластин. Дело в том, что уменьшение сечения каналов ведет с одной стороны к интенсификации процессов тепло-массообмена, а с другой – к увеличению аэродинамического сопротивления насадки, что, в свою очередь, ведет к снижению расхода воздуха и, как следствие, к снижению холодопроизводительности охладителя. При нулевом сечении канала расход воздуха равен нулю, что ведет к нулевой холодопроизводительности установки. При стремлении сечения канала к бесконечности количество пластин в насадке стремится к нулю, что ведет тоже к нулевой холодопроизводительности. Вследствие очевидной непрерывности функциональной зависимости холодопроизводительности от сечения каналов должен существовать максимум этой функции и оптимальное значение сечения канала или длины насадки с точки зрения холодопроизводительности.

Библиографический список

1. Гулевский, В.А. Охлаждение воздуха птицеводческих помещений/В.А. Гулевский, Чесноков А.С., Шацкий В.П.//Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008.– №10. С. 31-32.
2. Шацкий, В.П. Моделирование процессов тепло и массопереноса в каналах водоиспарительных охладителей/ В.П. Шацкий, О.И. Грицких, А.С. Чесноков// Образование, наука, производство и управление: Сб. тр. Международной научно-практической конференции: Старый Оскол: СТИ МИ-СиС, 2008.-Т.5.- С. 134-138.
3. Гулевский, В.А. О возможности получения аналитического выражения температуры воздуха в водоиспарительных охладителях/В.А. Гулевский, В.П. Шацкий, А.С. Чесноков//Современные методы теории краевых задач/Материалы Воронежской весенней математической школы «Понтрягинские чтения-XXI». -Воронеж, 2010.-С. 249.

4. Кузнецов, С. Н. Выбор воздухообмена в помещениях с движущимися источниками вредных веществ/ С.Н. Кузнецов, А.И. Колосов, А.С. Чесноков//Научный журнал строительства и архитектуры. -2017. -№ 1 (45). -С. 50-57.

5. Shatsky, V.P. Joint modelling of heat and mass transfer and aerodynamic processes in evaporative water coolers/ V.P. Shatsky, V.A. Gulevsky, A.S. Chesnokov // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. 2012. № 3. С. 26-32.

УДК 620.172.2

Воронежский государственный технический университет
 д-р техн. наук, профессор Д.В. Хван,
 e-mail: tpm@vorstu.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
 канд. техн. наук, доцент А.А. Воропаев,
 e-mail: aa-voropaev@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
 канд. техн. наук, доцент Ю.Б. Рукин,
 e-mail: yb.rukin@gmail.com, Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
 Doctor. Techn. science, Prof. D.V. Khvan,
 e-mail: tpm@vorstu.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
 Cand. Techn. science, ass. Prof. A.A. Voropaev,
 e-mail: aa-voropaev@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
 Cand. Techn. science, ass. Prof. Y.B. Rukin, e-mail: yb.rukin@gmail.com
 Russia, Voronezh

Д.В. Хван, А.А. Воропаев, Ю.Б. Рукин

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВАЛОВ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ОСАДКОЙ ИХ ЗАГОТОВОК

Аннотация: на основе модели анизотропно упрочняющегося тела Г.Бакхауза приводится решение задачи упрочнения валов за счет пластической осадки их заготовок. Получены формулы для расчета повышенного значения условного предела текучести на сдвиг. Представлены опытные данные, подтверждающие эффект упрочнения валов с отклонением ~ 10%. Данный способ упрочнения может быть использован для повышения несущей способности валов, работающих в агрессивных средах, и в связи с этим изготовленных из термически неупрочняемых нержавеющей сталей аустенитного класса

Ключевые слова: предел текучести, пластическая деформация, модель Г. Бакхауза, пластическая осадка, эффект Баушингера, накопленная деформация

D.V. Khvan, A.A. Voropaev, Y.B. Rukin

INCREASING THE BEARING CAPACITY OF PLASTIC SHAFTS PRECIPITATION OF THEIR BILLETS

Abstract: the article provides a solution to the problem of strengthening shafts due to plastic precipitation of their billets based on the model of an anisotropically hardening body Of G. Backhouse. Formulas for calculating the increased value of the conditional yield strength for shear are obtained. Experimental data confirming the effect of shaft hardening with a deviation of ~ 10% are presented . This method of hardening can be used to increase the load-bearing capacity of shafts working in aggressive environments, and therefore made of thermally non-hardening austenitic stainless steels

Keywords: yield strength, plastic deformation, Backhouse model, plastic sediment, bauschinger effect, accumulated deformation

В оборудовании машиностроения, основными несущими элементами которых являются детали типа валов, последние, в силу производственной необходимости, нередко работают в агрессивных средах (кислота, соляные растворы и др.). Поэтому они изготавливаются обычно из термически неупрочняемых металлических сплавов, например из нержавеющей сталей аустенитного класса. В связи с этим возникает важная задача повышения несущей способности указанных деталей за счет неизвестного эффекта упрочнения при пластических деформациях.

Известно [1], что при пластическом деформировании прочностные характеристики, например необходимый для проектировочных расчетов условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ (с допуском на относительную пластическую деформацию, равным 0,2%) у большинства металлов изменяется. При этом, если пластическая обработка заготовки цилиндрической детали будет проводиться в условиях монотонного нагружения (растяжение), то в направлении деформирования предел текучести $\sigma'_{0,2}$ будет увеличиваться по сравнению с исходным пределом текучести σ_T (или $\sigma_{0,2}$) на 20...50%.

Однако при нагружении детали в направлении, противоположном направлению предварительного деформирования (сжатие) значение $\sigma''_{0,2}$ в силу проявления эффекта Баушингера [2] будет меньше $\sigma_{0,2}$ и даже σ_T . Таким образом, большинство изотропных металлических сплавов после пласти-

ческой обработки в условиях монотонного деформирования становится из-за указанного эффекта анизотропными по характеристикам прочности. Поэтому пластически упрочненные в условиях монотонного деформирования детали нельзя подвергать знакопеременным эксплуатационным нагрузкам в направлениях, совпадающих с направлением пластического деформирования.

Однако эффект анизотропного упрочнения деталей пластическим деформированием в указанных условиях можно использовать для повышения несущей способности деталей при действии рабочих нагрузок и при направлениях, не совпадающих с направлениями упрочняющей обработки. При этом на этапе эксплуатационного нагружения можно рассматривать последнее как немонотонный процесс упругого деформирования детали. В связи с этим в частности возникает практически важная задача определения повышенного значения условного предела текучести на сдвиг $\tau'_{0,3}$ (с допуском на пластический сдвиг 0,3%) вала после растяжения (или сжатия) его цилиндрической заготовки.

Решение данной задачи в статье рассматривается на основе теории анизотропного упрочнения Г. Бакхауза [3], согласно которой компоненты девиатора напряжений s_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) равны

$$s_{ij} = \frac{2}{3} \sigma_0(e) \frac{d\varepsilon_{ij}}{de} - \frac{1}{3} \int_0^e [1 - \beta(e^*)] \sigma_0(e^*) \varphi(e - e^*) \frac{d^2 \varepsilon_{ij}}{de^{*2}} de^*. \quad (1)$$

Здесь $\sigma_0(e)$ – интенсивность напряжений, являющаяся функцией накопленной деформации e ; $de = \sqrt{2d\varepsilon_{ij}d\varepsilon_{ij}}/3$ – приращение накопленной деформации; $d\varepsilon_{ij}$ – компоненты приращений пластических деформаций; e^* – переменная интегрирования; $\beta(e)$ – параметр, характеризующий эффект Баушингера; $\varphi(e - e^*)$ наследственная функция (или функция "памяти" материала), отражающая свойства металла запоминать предыдущую историю нагружения.

В данной модели предполагается независимость функций $\sigma_0(e)$, $\beta(e)$, $\varphi(e)$ от вида напряженного состояния и истории нагружения и они рассматриваются как используемые в модели характеристики материала.

Напряженно-деформированное состояние в закручиваемых заготовках определяется в цилиндрической системе координат: $x_1 = z$ (вдоль оси заготовки); $x_2 = r$ (радиальное направление); $x_3 = \eta$ (окружное направление).

В условиях свободного кручения вала, когда его длина в зависимости от условий предварительного нагружения может свободно увеличиваться или уменьшаться, компоненты приращений пластических деформаций будут определяться по соотношениям

$$\left. \begin{aligned} d\varepsilon_{zr} = d\varepsilon_{r\eta} = 0; d\varepsilon_{z\eta} \neq 0, \\ d\varepsilon_z = -2d\varepsilon_r = -2d\varepsilon_\eta. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Компоненты девиаторов напряжений при этих соотношениях согласно уравнениям состояния [1] будут равны

$$\left. \begin{aligned} s_{zr} = s_{z\eta} = 0; s_r = s_\eta = -0,5s_z; \\ s_z = \frac{2}{3} \sigma_0(e) \frac{d\varepsilon_z}{de} - \frac{1}{3} [1 - \beta(\varepsilon_0)] \sigma_0(\varepsilon_0) \varphi(e - \varepsilon_0) \left[\left(\frac{d\varepsilon_z}{de} \right)_0 \pm 1 \right]; \\ s_{z\eta} = \tau = \frac{2}{3} \sigma_0(e) \frac{d\varepsilon_{z\eta}}{de} - \frac{1}{3} [1 - \beta(\varepsilon_0)] \sigma_0(\varepsilon_0) \varphi(e - \varepsilon_0) \left[\left(\frac{d\varepsilon_{z\eta}}{de} \right)_0 \right]. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Здесь $(d\varepsilon_z/de)_0$ и $(d\varepsilon_{z\eta}/de)_0$ – производные осевых и угловых деформаций в момент начала закручивания; знак «-» – закручивание после растяжения; знак «+» – оно же после сжатия.

Из уравнения равновесия

$$\frac{ds_r}{dr} + \frac{s_r - s_\eta}{r} = 0 \quad (4)$$

и соотношений (3) следует, что нормальное напряжение в радиальном направлении σ_r по всему се-

чению будет постоянным. Так как на контуре поперечного сечения заготовки (при $r = R$, где R – наружный радиус заготовки) $\sigma_r = 0$, то и по всему сечению σ_r будет равно нулю. Поэтому на основании равенства девиаторов напряжений s_r и s_η согласно уравнениям (3) следует равенство $\sigma_\eta = 0$. Таким образом, компоненты девиатора напряжений будут равны

$$s_r = s_\eta = -0,5s_z = \sigma_z / 3. \tag{5}$$

В решении задачи предполагается, что при свободном кручении осевые напряжения заготовки σ_z в ней будут равны нулю только в момент начала пластического кручения. Тогда дополнительно к системе (3) имеем согласно выражению (4)

$$(s_z)_0 = (s_\eta)_0 = (s_r)_0 = 0, \tag{6}$$

где индекс «0» означает начало пластического закручивания заготовки.

На основе анализа деформированного состояния вала при его закручивании определены все необходимые для расчета предела текучести $\tau_{0,3}$ кинематические параметры в соотношениях (1) и (2). В связи с этим решением указанных систем уравнений получена формула для расчета искомого напряжения на контуре поперечного сечения

$$\tau'_{0,3} = -\frac{\sigma_0(e)}{\sqrt{3}} \left\{ 1 - \frac{[1 - \beta(e)]\sqrt{\beta(e)}}{1 + \beta(e)} \right\}. \tag{7}$$

Наименьший крутящий момент, при котором в пластически упрочненной цилиндрической заготовке напряжения на контуре ($r = R$) при ее закручивании достигнут предела текучести $\tau'_{0,3}$, можно рассчитать по известной формуле сопротивления материалов

$$M_{KT} = \tau'_{0,3} W_P,$$

где $W_P = 0,5\pi R^3$ – полярный момент сопротивления поперечного сечения.

Подставив в это выражение предел текучести (7), получают искомый момент

$$M_{KT} = \frac{\pi R^3 \sigma_0(e)}{2\sqrt{3}} \left\{ 1 - \frac{[1 - \beta(e)]\sqrt{\beta(e)}}{1 + \beta(e)} \right\}. \tag{8}$$

Соотношение (8) можно использовать для оценки эффекта упрочнения при свободном закручивании соответственно тонкостенных трубок и заготовок сплошного сечения после их предварительного растяжения (или сжатия) до накопленной деформации e .

Для выполнения расчетов с использованием ЭВМ функции $\sigma_0(e)$ и $\beta(e)$ представляются в виде следующих аппроксимаций

$$\sigma_0(e) = Ae^n; \tag{9}$$

$$\beta(e) = \beta_0 + (1 - \beta_0)\exp(-100e). \tag{10}$$

Здесь A , n , β_0 – коэффициенты, определяемые статической обработкой опытных значений σ_0 и β [4].

С целью осуществления опытной проверки решения задачи о повышении прочности валов пластическим деформированием были проведены испытания образцов сплошного сечения из стали 1Х18Н9Т. Значения коэффициентов аппроксимирующих функций для этой стали составили соответственно $A = 1450 \text{ МПа}$; $n = 0,31$, $\beta_0 = 0,38$.

На рисунке показаны графики изменения касательного напряжения τ в зависимости от накопленной осевой деформации e . Здесь кривая 1 является диаграммой сдвига в координатах « $\tau - e$ », полученной из экспериментальной кривой течения; кривая 2 представляет собой рассчитанные по соотношению (7) значения $\tau'_{0,3}$; точки – опытные данные.

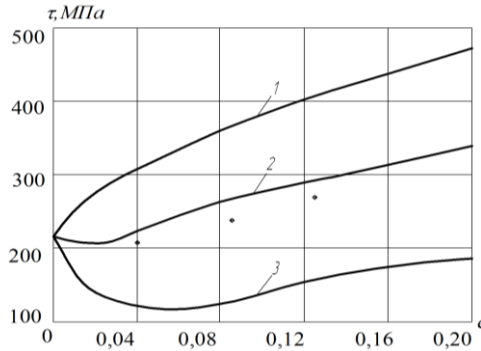


График изменения пределов текучести

Анализ приведенных данных показывает, что с увеличением предварительной деформации ($e \geq 0,04$) наблюдается монотонный рост предела текучести по отношению к исходному значению τ_T и данные расчета при этом с отклонением $\sim 10\%$ подтверждаются экспериментом. При накопленной осевой деформации $e = 0,2$ увеличение $\tau'_{0,3}$ относительно τ_T составляет для исследованной стали $\sim 54\%$.

Таким образом, полученные результаты позволяют заключить, что пластическую деформацию растяжения или сжатия можно использовать в качестве упрочняющей обработки вала, изготавливаемого по некоторым техническим причинам из термически не обрабатывающегося металла. При этом с точки зрения технологичности предпочтительна осадка цилиндрических заготовок, так как этот процесс можно достаточно просто реализовать в штампе, рассмотренном в [4]. При растяжении указанных заготовок их необходимо изготавливать не гладкими, а с головками под захваты прессы, что значительно усложняет процесс производства вала.

Используя операцию пластического закручивания в качестве упрочняющей обработки валов, можно повысить их предел текучести $\tau_{0,3}$ лишь в направлении пластического деформирования заготовки, и в связи с этим вал можно нагружать в эксплуатационных условиях только в одном направлении. Если вал будет закручиваться в направлении, противоположном направлению упрочняющей обработки, то в этом случае, благодаря проявлению эффекта Баушингера, он будет разупрочненным. При этом согласно соотношению, определяющему эффект Баушингера [2], условный предел текучести при кручении в обратном направлении будет определяться по формуле

$$\tau''_{0,3} = \tau\beta(e), \quad (11)$$

где τ – напряжение при прямонагружении до деформации e .

Предположив независимость параметра $\beta(e)$ от вида напряженного состояния, это соотношение можно с учетом выражения (10) и условия текучести Губера-Мизеса [5] привести к виду

$$\tau''_{0,3} = \sigma_0(e)[\beta_0 + (1 - \beta_0)\exp(-100e)]/\sqrt{3}. \quad (12)$$

На рисунке данное уравнение представлено кривой 3. Как видим, значения $\tau''_{0,3}$ у исследованной стали при деформациях $e \leq 0,2$ оказываются меньше исходного предела текучести τ_T , что связано с проявлением эффекта Баушингера.

Библиографический список

1. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов // М.: Изд-во «Наука», 1994. –596 с.
2. Талыпов Г.Б. Исследование эффекта Баушингера // Изв. АН СССР. Механика и машиностроение. 1964. № 6. С. 131 – 137.
3. Бакхауз Г. Анизотропия упрочнения. Теория в сопоставлении с экспериментом // Изв. АН СССР. Механика твердого тела. 1976. № 6. С. 120 – 129.
4. Хван Д. В. Повышение эффективности в обработке металлов давлением // Воронеж, Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 1995.–224 с.
5. Дель Г.Д. Технологическая механика. М.: Машиностроение, 1978. – 180 с.

УДК 517

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент В.А. Шаруда, тел.: 8-473-254-5475
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Techn. Sciences, associate Prof. V.A. Sharada, Ph: 8-473-254-5475
Russia, Voronezh

В.А. Шаруда

**ЗАДАЧА О НОРМАЛЬНОМ УДАРЕ ПО НЕЛИНЕЙНОМУ
УПРУГОМУ ПОЛУПРОСТРАНСТВУ**

Аннотация: получено приближенное аналитическое решение одномерной нелинейной задачи теории упругости о нормальном ударе по полупространству. Использован метод сращиваемых асимптотических разложений решения вблизи нагружаемой границы полупространства и вблизи фронта ударной волны

Ключевые слова: нелинейная упругость, пятиконстантная модель

V.A. Sharuda

**THE PROBLEM OF A NORMAL IMPACT ON A NONLINEAR
ELASTIC HALF- SPACE**

Abstract: an approximate analytical solution of a one- dimensional nonlinear problem of elasticity theory about a normal impact on a half-space is Obtained. The method of splice asymptotic decompositions of the solution near the loaded boundary of the half space and near the shock wave front is used

Keywords: nonlinear elasticity, five- const model

В качестве модельных уравнений движения упругой среды используется пятиконстантная модель, связанная с параметрами Ляме и упругими модулями третьего порядка в эйлеровых координатах.

Уравнение одномерного движения среды приводится к виду:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} (1 + 2\kappa \frac{\partial u}{\partial x} + \dots) = \frac{1}{G_0^2} (\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} (1 - 2\frac{\partial u}{\partial x}) + 2 \frac{\partial u}{\partial t} \frac{\partial u}{\partial x} + \dots), \tag{1}$$

где точками обозначены члены более высокого порядка плоскости по компоненте $\frac{\partial u}{\partial x}$ тензора градиента перемещений.

В простейшем виде краевые условия ставятся следующим образом

$$u_{x=g(t)} = g(t), [u]_{x=\int_0^t G(\zeta)d\zeta} = 0, \text{ где } [u] = u^+ - u^- \tag{2}$$

Разница значений перемещения перед фронтом ударной волны и за ним, G(t)- скорость ее распространения.

$$G(t) = G_0 \left(1 - \frac{\kappa}{2} \tau + (1 + \kappa) \frac{\partial u^+}{\partial x} + \frac{u^+}{G_0} + \dots \right), \tau = \left[\frac{\partial u}{\partial x} \right] \tag{3}$$

Здесь предполагается, что в момент t=0 на границе x=0 упругого полупространства действует нагрузка таким образом, что граница начинает двигаться по закону x=g(t) (g(t)≥0; g'(0) = V₀ ≠ 0; g''(0) = α ≠ 0)

В безразмерных переменных $W(s, p) = aV_0^{-2}u; s = aV_0^{-2}G_0^{-2}x; p = aV_0^{-1}G_0^{-1}(x - G_0t)$ уравнение (1) и первое граничное условие из (2) переписутся в виде

$$\frac{\partial^2 w}{\partial s^2} + 2\varepsilon \frac{\partial^2 w}{\partial s \partial p} + 2\kappa\varepsilon \left(\frac{\partial w}{\partial s} + \varepsilon \frac{\partial w}{\partial p} \right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial s^2} + 2\varepsilon \frac{\partial^2 w}{\partial s \partial p} + \varepsilon^2 \frac{\partial^2 w}{\partial p^2} \right) + 2\varepsilon^3 \left(\frac{\partial w}{\partial s} \frac{\partial^2 w}{\partial p^2} - \frac{\partial w}{\partial p} \frac{\partial^2 w}{\partial s \partial p} \right) + \dots = 0 \tag{4}$$

$$w - h(\eta)_{s=\varepsilon h(\eta)} = 0; h(\eta) = aV_0^{-2}g(\eta); \eta = V_0 a^{-1}(\varepsilon s - p); \varepsilon = \sqrt{V_0 G_0}$$

Если считать ε малой величиной и положить

$$W(s, p) = w^e = w_0^e(s, p) + \varepsilon w_1^e(s, p) + \varepsilon^2 w_2^e(s, p) + \dots \tag{5}$$

То $w_n^e(s, p)$ (n=0,1,2,...) можно найти с точностью до неизвестной функции $f_n(p)$. Это объясня-

ется тем, что асимптотическое представление (5) справедливо только вблизи граничной плоскости и второе условие из (2) не может быть использовано.

Для получения асимптотического представления решения задачи вблизи фронта ударной волны, необходимо ввести новый масштаб пространственной переменной. Если положить $y = \varepsilon^2 \zeta$, то уравнение (4) в переменных y, p примет вид:

$$2 \frac{\partial^2 w}{\partial y \partial p} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \kappa \varepsilon \left(\varepsilon \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial p} \right) \left(\varepsilon^2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2 \varepsilon \frac{\partial^2 w}{\partial y \partial p} + \frac{\partial^2 w}{\partial p^2} \right) + 2 \varepsilon^2 \left(\frac{\partial w}{\partial y} \frac{\partial^2 w}{\partial p^2} - \frac{\partial w}{\partial p} \frac{\partial^2 w}{\partial y \partial p} \right) \dots = 0 \quad (6)$$

Решение (6) также будем искать в виде разложения

$$w(y, p) = w^i = w_0^i(y, p) + \varepsilon w_1^i(y, p) + \dots \quad (7)$$

В предположении о том, что среда перед фронтом ударной волны не деформирована, с учетом (7) и (3), условие непрерывности перемещения на ударной волне запишется в виде

$$\sum_{k=0}^{\infty} i w_k^i(y, p) \varepsilon^k I p = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(y) \varepsilon^k = \sum_{k=0}^{\infty} i \eta(y) \varepsilon^k = - \sum_{k=1}^{\infty} i \left(\frac{\partial w_k^i}{\partial p} + 2 \frac{\partial w_k^i}{\partial y} \right) \varepsilon^k \quad p = \sum_{k=1}^{\infty} T_{k(y)} \varepsilon^k \quad (8)$$

где $T_1(y) = \frac{1}{2} \kappa \int_0^y \eta_0(\zeta) d\zeta$; $T_2(y) = \frac{1}{2} \kappa \int_0^y \eta_2(\zeta) d\zeta$; $T_3(y) = \frac{1}{2} \kappa \int_0^y \eta_2(\zeta) - T_1'(\zeta) \eta_0(\zeta) d\zeta + \frac{1}{8} \kappa^2 \int_0^y \eta_0^2(\zeta) d\zeta$.

Согласно (6)-(8), $w_n^i(y, p) (n=0, 1, 2, \dots)$ находятся решением линейного неоднородного волнового уравнения, правая часть которого определяется предыдущими приближениями.

Следуя (8), на каждом шаге уточняется положение плоскости разрывов и удовлетворяется условие непрерывности перемещения на ней. Поскольку имеется только одно краевое условие (8), функции $w_n^i(y, p)$ могут быть определены с точностью до неопределенных функций $F_n(p)$.

Функции $F_n(p)$ и $f_n(p)$ находятся при сращивании асимптотических разложений (5) и (7) с помощью процедуры, предложенной Ван-Дайком. Равномерно пригодное разложение решения задачи для всей рассматриваемой области получаем, сложив $w_n^i(y, p)$ и $w_n^e(y, p)$ и вычитая из суммы их общую часть.

С точностью $O(\varepsilon^3)$ в исходных различных переменных полученное решение имеет вид

$$u = g(r) + \frac{1}{G_0} g(r) g'(r) + \frac{\kappa x}{G_0^2} \left(V_0^2 - \frac{1}{2} (g'(r))^2 \right) + \frac{\kappa x}{G_0^3} \left((1 + \kappa) V_0^2 g'(r) - \left(\frac{2}{3} \kappa + \frac{5}{6} \right) (g'(r))^3 \right) - \frac{3}{2} \kappa r V_0^2 a - g(r) g'(r) g''(r) + \left(\frac{5}{6} - \frac{23}{24} \kappa \right) V_0^3,$$

где $r = t - x/G_0$, $\tau = \frac{V_0}{G_0} \left(1 + \left(1 - \frac{\kappa}{2} \right) \frac{V_0}{G_0} - \frac{3 \kappa a x}{2 G_0^2} \right)$.

Библиографический список

1. Черных К.И., Шубина И.Н. Законы упругости для изотропных несжимаемых материалов. -В кн.: Механика эластомеров. Краснодар, 1977, т. I, с. 54-64.
2. Рахматулин Х.А., Шапиро Г.С. Распространение возмущений в нелинейно-упругой и неупругой среде. -Изв. АН СССР, 01Н, 1955, W 2, с. 68-89.
3. Бабич В.М. Об уравнениях движения нелинейно-упругой среды. -ДАН СССР, 1954, т. 97, Р I, с. 41-44. 26. Лузь А.Н., Махорт Ф.Г., Гуша О.И. Введение в акустоупругость. -Киев: Наукова думка, 1977. -152 с.

УДК 377

Воронежский государственный технический университет
старший преподаватель Н.А. Сапожкова,
e-mail: sapinarep@mail.ru, Россия, г. Воронеж
Воронежский государственный технический университет
д-р пед. наук, профессор Э.П. Комарова, e-mail: vivtkmk@mail.ru
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Senior teacher N.A. Sapozhkova,
e-mail: sapinarep@mail.ru, Russia, Voronezh
Voronezh state technical University
Dr. pedagog. Sciences, Professor E.P. Komarova, e-mail: vivtkmk@mail.ru
Russia, Voronezh

Н.А. Сапожкова, Э.П. Комарова

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

Аннотация: исследуются возможности математического моделирования при развитии системного мышления, рассматриваются умения системного мышления, выделяется умение разрабатывать и анализировать модели, сравниваются этапы системного мышления и этапы моделирования, возможности математического моделирования и других видов моделирования, отмечается необходимость математического исследования в процессе познания модели объекта

Ключевые слова: системное мышление, умения системного мышления, этапы системного мышления, моделирование, математическое моделирование

N.A. Sapozhkova, E.P. Komarova

THE ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF MATHEMATICAL MODELING IN THE PROCESS OF FORMING SYSTEM THINKING

Abstract: the article examines the possibilities of mathematical modeling in the development of system thinking, considers the skills of system thinking, highlights the ability to develop and analyze models, compares the stages of system thinking and modeling stages, the possibilities of mathematical modeling and other types of modeling, notes the need for mathematical research in the process of knowing the object model

Keywords: system thinking, system thinking skills, stages of system thinking, modeling, mathematical modeling

Развитие информационно - технологической сферы и, как следствие, глобальные динамические процессы всех отраслей жизнедеятельности человека, ставят перед образованием новые задачи, в соответствии с которыми требуется учитывать потребности практической и профессиональной деятельности. Известно, что наиболее важным и востребованным «надпрофессиональным навыком», согласно «Атласу будущих профессий» (2015) [1], является системное мышление, которое рассматривается как приоритетное направление образования. *Системное мышление* понимается нами как мышление, *осознанно* использующее принципы системного подхода при выполнении мыслительных действий и операций, при исследовании объектов, направленных на получение системных знаний [2]. Оно опирается на системное представление объекта, законы внутреннего развития системы, его целостное восприятие, учитывающее взаимодействие и взаимовлияние между элементами системы и окружающей средой. Отличительной особенностью системного мышления от других видов мышления является рассмотрение всего многообразия ситуации со всеми противоречивыми обстоятельствами. Это позволяет отойти от сложившихся стереотипов и способствует изменению взглядов, пониманию строения и организации исследуемых объектов (процессов) и дает возможность оперативно оценить ситуацию, в том числе в условиях неполноты информации, и принимать оптимальные решения.

В психолого-педагогической литературе отражены разные аспекты развития системного мышления с помощью: изучения и использования системного подхода, его понятий и закономерностей (Н.В. Городецкая, Д. Медлоуз), решения исследовательских задач (Г.С. Атьтшулер, Л.И. Шрагина), построения и исследования разного вида моделей (Д.Ю. Каталевский, И.А. Сычев). Отметим, что использование одного из приведенных аспектов является недостаточным для эффективного развития системного мышления. Требуется их взаимопроникающее сочетание: владение методологией системного подхода и ее использование в процессе решения задач, в том числе и исследовательских, а так же разработка моделей на основе методологии и принципов системного подхода и ее внедрение в образовательный процесс вуза.

Было установлено, что умение разрабатывать и анализировать *модели*, заменяющие исследуе-

мый объект (систему), отличается от других групп умений системного мышления, таких как выделение системы, описание ее структуры, функций, взаимоотношений со средой и динамики [2]. В то же время, в процессе моделирования, при системном мышлении, предполагается рассмотрение объектов как систем, что подразумевает использование указанных групп умений. При этом, обязательным является выделение объекта-системы из среды, его рассмотрение в виде некоторой части, подсистемы другой системы. Устанавливаются все взаимосвязи, которые, в процессе моделирования заменяются соответствующими воздействиями. Это, с одной стороны, упрощает исследование, изолируя модель в соответствии с необходимым кругом рассматриваемых задач. С другой стороны, не исключает получения противоположных результатов, которые учитываются при исследовании большей системы, включающей данную систему и ей тождественные.

Моделирование рассматривается как метод познания реальных объектов путем исследования создаваемых на их основе моделей [3]. Для целей нашего исследования важно компьютерное моделирование (исследующее модели средствами информационных технологий), графическое моделирование (рассматривающее графические модели), вербальное моделирование (описывающее объект на естественном языке) и математическое моделирование (исследующее объекты средствами математики).

Отметим, сходство этапов системного мышления и любого вида моделирования. Системное исследование на начальном этапе предполагает выделение объекта из среды, что подразумевает выполнение анализа имеющихся условий. Первым этапом при моделировании является анализ условий в соответствии с целью поставленной задачи. На следующем этапе, при системном мышлении, согласно А.Н. Аверьянову, необходимо определить состав, структуру и организацию элементов и частей системы, установить взаимодействие между ними [3]. На этом этапе моделирования, согласно Н.В. Макаровой, элементам и взаимодействиям, выраженным в качестве воздействий придаются соответствующие параметрические значения или их графические представления [4]. В обоих случаях исследуется функциональное назначение элементов и динамика состояний. Завершением обоих процессов является анализ полученных результатов. В соответствии с этим, моделирование, учитывающее принципы системного подхода, происходит по схеме, соответствующей системному мышлению. Организуемая таким образом познавательная деятельность имеет системную ориентацию, позволяет выделить ее этапы соотносить их с этапами формирования системного мышления и ее алгоритм.

Итак, учитывая, что моделирование, рассматривающее объект как систему, позволяет овладеть другими группами умений системного мышления и организовать системно-ориентированную познавательную деятельность. Согласно З.А. Решетовой, одним из дидактических условий развития системного мышления является системная ориентация познавательной деятельности [5], следовательно моделирование обладает значительными возможностями в вопросе развития системного мышления.

Показано, что большинство вариантов моделирования (графическое, компьютерное) исключают процесс математической обработки информации, используют лишь результаты выполненных ранее математических исследований. Это обусловлено возможностью переноса результатов одной модели на тождественные, но может приводить к затруднениям процесса исследования с позиции конкретного исследователя и снижению эффективности процесса развития системного мышления ввиду неосознанного использования «готовых рецептов», заучивания фактов, а не их понимание. Как отметил В.И. Арнольд, исследователи, не понимающие математических идей исследования окружающего мира, запутываются в словесных определениях и делают, вследствие этого, ошибочные выводы, поиск ошибок в которых стоит огромных трудов [6]. В.И. Арнольд указывает на необходимость умения составлять адекватные математические модели реальных ситуаций, которые возможно дополнить умениями исследования математическими методами.

Таким образом, математическое моделирование обладает значительными возможностями в процессе формирования системного мышления благодаря сочетанию возможностей моделирования, осознанному пониманию принципов системного подхода, обоснование которых основано на математических исследованиях.

Библиографический список

1. Атлас новых профессий// Агенство стратегических инициатив – Сколково М: 2015: - 288с.
2. Комарова Э.П., Сапожкова Н.А. Формирование системного мышления педагога как педаго-

гическая проблема // Вестник Воронежского Государственного Университета №4. «Проблемы высшего образования». – 2018. – С.93-96.

3. Аверьянов А.Н. Системное познание мира: Методологический проблемы / А.Н.Аверьянов.- М.:Политиздат, 1985.-263с.

4. Макарова, Н.В. Развитие системного мышления на уроках информатики [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.bytic.ru/cue99M/ce6nkl81o.html>.

5. Формирование системного мышления в обучении: учеб. Пособие / Под ред. З.А. Решетовой. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.- 344с.

6. Арнольд В.И. «Жесткие» «мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2004: - 32с.

УДК 539.3:624.073.2

*Воронежский государственный технический университет
д-р физ.-мат. наук, доцент А.А. Седаев, e-mail: sed@vmail.ru
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh state technical University
Dr. Phys. - Mat. associate Professor A.A. Sedaev, e-mail: sed@vmail.ru
Russia, Voronezh*

А.А. Седаев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНДАМЕНТА И ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ

Аннотация: рассмотрена модель Алейникова-Снитко взаимодействия неоднородного упругого полупространства (основания) и фундамента (штампа), базирующаяся на преобразования Ганкеля. Предложена эффективная методика нахождения преобразования Ганкеля на основе аппроксимации оригинала в гильбертовом пространстве функций на полуоси неограниченных в нуле (нелинейная регрессия) функциями из подпространства, натянутого на базис, составленный из табличных функций преобразования Ганкеля

Ключевые слова: неоднородное линейно-деформируемое полупространство, функция влияния, ядро основания, трансформанта, функция неоднородности основания, квазитрансформанта, функции Бесселя, преобразование Ганкеля

A.A. Sedaev

MATHEMATICAL MODELING OF INTERACTION BETWEEN THE FOUNDATION AND THE GROUND BASE

Abstract: the Aleynikov-Snitko model of interaction of an inhomogeneous elastic half-space (base) and a Foundation (stamp) based on the Hankel transform is Considered. An effective method is proposed for finding the Hankel transform based on the approximation of the original in the Hilbert space of functions on the half-axis unbounded at zero (nonlinear regression) by functions from a subspace stretched on a basis made up of tabular functions of the Hankel transform

Keywords: inhomogeneous linearly deformable half-space, influence function, base core, transformant, base inhomogeneity function, quasitransformant, Bessel functions, Hankel transform

Ниже мы будем применять общепринятую модель линейно деформируемого основания (полупространства), согласно которой осадка w и распределенная по области Ω на дневной поверхности полупространства нагрузка q , связаны между собой соотношением

$$w(x, y) = \iint_{\Omega} G(x, y, u, v) q(u, v) du dv, \quad (1)$$

где $G(x, y, u, v)$ есть так называемое *ядро упругого основания*. Последнее представляет собой функцию влияния, равную перемещению точки $P(x, y)$ дневной поверхности упругого полупространства, вызванному единичной вертикальной сосредоточенной силой, приложенной в точке $Q(u, v)$ этой поверхности.

Пусть единичная нагрузка сосредоточена в начале системы координат XOY на дневной поверхности и, следовательно, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$. Применение методов теории упругости и преобразования Фурье приводят при отыскании функции влияния к следующей формуле [1].

$$w(x, y) = \omega(r) = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty sc(s)J_0(sr)ds, \quad (2)$$

где $J_0(x)$ — функция Бесселя первого рода нулевого порядка, а $c(s)$ есть так называемая *трансформанта*, удовлетворяющая (согласно обратному преобразованию Фурье) равенству

$$c(s) = 2\pi \int_0^\infty r\omega(r)J_0(sr)dr. \quad (3)$$

Отметим, что входящие в формулы (2) и (3) интегралы есть не что иное как прямое и обратное преобразования Ганкеля, которые для функции Бесселя k -го порядка J_k задаются формулой

$$H_k(f)(r) = \int_0^\infty sf(s)J_k(sr)ds. \quad (4)$$

Следуя работе Н.К. Снитко [4], С.М. Алейниковым[2,3,5] была разработана альтернативная методика нахождения функции ω , определяющей ядро для изотропного, неоднородного линейно деформируемого полупространства. Пусть $E(z)$ — модуль упругости основания, зависящий от глубины z , и ν — коэффициент Пуассона полупространства, который будем считать постоянным. Тогда, согласно [2,3], осадка дневной поверхности от единичной нагрузки может быть задана равенством

$$\Omega(r) = \frac{(1-\nu^2)}{2\pi} \int_0^\infty \frac{z^3 dz}{e(R)R^5}, \quad R = \sqrt{r^2 + z^2}, \quad (5)$$

где функция

$$e(R) = \int_0^1 E(Rt)t^2 dt = \frac{1}{R^3} \int_0^R E(z)z^2 dz = \frac{1}{3R^3} \int_0^R E(z)dz^3, R \geq 0 \quad (6)$$

порождается законом изменения $E(z)$ и называется *функцией неоднородности основания*.

При этом найден аналог функции $c(s)$. По заданной функции $e(R)$ найдена функция $C(s)$, что применение к ней формулы (2) дает тот же результат, что и формула (5). Такую функцию $C(s)$ будем называть *квзитрансформантой*. Ее выражение [5]

$$C(s) = \frac{2(1-\nu^2)}{s^2} \int_0^\infty \frac{J_2(sR)}{e(R)R^2} dR. \quad (7)$$

Задача нахождения преобразований Ганкеля является трудной и не имеет универсального решения. Для нахождения квзитрансформанты будем приближать

$$f(t) = \frac{1}{e(t)t^2} \quad (8)$$

набором таких функций, для которых преобразование Ганкеля, порожденное функцией Бесселя $J_2(u)$, выражается через элементарные или специальные функции. В свою очередь это позволит получить формулы для (квази)трансформанты и ядра, удобные для численно-аналитического решения краевых задач контактного взаимодействия фундамента с упругим неоднородным основанием.

Мы будем использовать аппроксимацию, основанную на методах нелинейной регрессии. Однако, ввиду неограниченности как самой функции, так и области ее определения, применение данного подхода требует предварительного преобразования функции вблизи нуля и на бесконечности.

Аппроксимация $f(t) = \frac{1}{e(t)t^2}$ *вблизи нуля.*

Пусть у функции $h(t) = 1/e(t)$ в нуле существуют несколько первых производных. Тогда вбли-

зи $t = 0$ справедлива приближенная формула

$$f(t) = \frac{1}{e(t)t^2} \approx g(t) = \sum_1^m a_k t^k e^{-p_k t} + [h(0)t^{-2} + h'(0)t^{-1} + 1/2h''(0)e^{-p}]. \quad (9)$$

Слагаемые в (9) подобраны так, чтобы интеграл в формуле (7) легко вычислялся через элементарные функции и гамма-функцию Эйлера (см. формулы в книге [6] Б.Г. Коренева (1971), глава 2 параграф 21, а также формулу 6.621.4 из справочника И.С. Градштейна, И.М. Рыжика).

Аппроксимация $f(t) = \frac{1}{e(t)t^2}$ *при больших t .*

Приближение по формуле (9) часто оказывается неэффективным, если разность $f(t) - g(t)$ содержит величины, имеющие на бесконечности порядок t^{-k} , $k \in N$. В этом случае для аппроксимации выгодно привлечь функции вида $t^{-k} e^{-b/t}$, для которых применима формула (Корн Г. и Корн Т., 1973), (8.6-8) [13] понижения степени k

Для практической реализации изложенного подхода требуется выбрать оптимальные параметры a , b , p_k , a_k , $k = 0, 1, \dots, m$, так, чтобы приближенное равенство

$$f(t) = \frac{1}{e(t)t^2} \approx \frac{a}{t^m} e^{-b/t} + \sum_1^m a_k t^k e^{-p_k t} + [h(0)t^{-2} + h'(0)t^{-1} + 1/2h''(0)e^{-p}] \quad (10)$$

было как можно более точным. Этого можно добиться с помощью метода нелинейного регрессионного анализа, применимого для функций из гильбертова пространства L_2 .

Заключение

1. В работе получены новые формулы вычисления функции степени неоднородности и квазицентра изотропного, неоднородного линейно деформируемого основания.
2. Разработан эффективный метод приближенного вычисления преобразований Ганкеля от неограниченных в нуле функций методом нелинейной регрессии.
3. Данный подход применен к нахождению квазитрансформант комбинированного линейного и квадратичного законов изменения модуля упругости основания.

Библиографический список

1. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А., Соломин В.И. Расчет конструкций на упругом основании. – М.: Стройиздат, 1984. – 679 с.
2. Алейников С.М. Пространственная контактная задача для жесткого фундамента на упругом неоднородном основании // Изв. вузов. Строительство. – 1997. – № 4. – С. 52-59.
3. Алейников С.М. Метод граничных элементов в контактных задачах для упругих пространственно неоднородных оснований. – М.: Изд-во "АСВ", 2000. – 754 с.
4. Снитко Н.К. О действии сосредоточенной силы на неоднородное упругое полупространство // Строительная механика и расчет сооружений. – 1980. № 2. – С. 76-78.
5. Алейников С.М., Седаев А.А. Моделирование деформации поверхности упругого неоднородного основания // Матем. моделирование и краев. задачи, Труды шестой Всероссийской научной конференции с международным участием (1–4 июня 2009 г.). Часть 1 (2009), 13–15.
6. Корнев Б.Г. Введение в теорию бесселевых функций. –М.:Наука, 1971. –287с.
7. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. –М.-Л.: Физматгиз, 1963.—358 с.
8. George A. F. Seber, Nonlinear Regression, Wiley series in probability and statistics, Wiley, 2003.

УДК 517.93

Воронежский государственный технический университет
канд. техн. наук, доцент А.Б. Кущев, тел.: 8-473-252-7480
Россия, г. Воронеж

Voronezh state technical University
Cand. Tech. Sciences, associate Prof. A.B. Kushchev, tel.: 8-473-252-7480
Russia, Voronezh

А.Б. Кущев

**О СУЩЕСТВОВАНИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ШЕСТОГО ПОРЯДКА В СЛУЧАЕ
ОТСУТСТВИЯ ТРЕТЬЕЙ ПРОИЗВОДНОЙ И ОДИНАКОВОСТИ ЗНАКОВ
ДРУГИХ НЕЧЕТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ**

Аннотация: рассматривается обыкновенное дифференциальное уравнение шестого порядка с существенной нелинейностью и периодическим возмущением, для которого методом направляющих функций доказывается новая теорема о существовании периодических режимов. На основе принципа родственности полученный результат обобщается на соответствующее дифференциальное уравнение шестого порядка с запаздывающим аргументом

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, метод направляющих функций, нелинейность, периодические режимы

A.B. Kushchev

**ON THE EXISTENCE OF PERIODIC SOLUTIONS OF THE SAME CLASS
SIXTH-ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS IN THE CASE OF
ABSENCE OF THE THIRD DERIVATIVE AND SIMILARITY OF SIGNS
OTHER ODD DERIVATIVES IN THE LINEAR PART**

Abstract: the article deals with an ordinary differential equation of the sixth order with significant nonlinearity and periodic perturbation, for which a new theorem on the existence of periodic modes is proved by the method of directing functions. Based on the principle of relatedness the result is generalized to the corresponding sixth order differential equation with a lagging argument

Keywords: differential equation, method of guiding functions, nonlinearity, periodic modes

Рассмотрим дифференциальное уравнение шестого порядка.

$$x^{(6)} + a_5x^{(5)} + a_4x^{(4)} + a_3x''' + a_2x'' + a_1x' + f(x) + \varphi(t, x, x', x'', x''', x^{(4)}, x^{(5)}) = 0, \quad (1)$$

где функции $f(x)$, $\varphi(t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ непрерывны по совокупности переменных $(-\infty < t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 < \infty)$, а функция $\varphi(t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = \varphi(t, X)$ ω – периодична по t :

$$\varphi(t + \omega, X) = \varphi(t, X). \quad (2)$$

Нас будет интересовать вопрос о существовании ω – периодических решений у уравнения (1). Исследование будет проводиться методом направляющих функций.

Всюду ниже мы будем предполагать, что

$$k_1 < f(x)/x < k_2 \quad (|x| > R_1, \quad k_1 k_2 > 0), \quad (3)$$

и равномерно относительно t

$$\lim_{\|X\| \rightarrow \infty} \frac{\varphi(t, X)}{\|X\|} = 0, \quad (4)$$

где $\|X\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_6^2}$.

Положим $x_1 = x$, $x_2 = \dot{x}_1$, $x_3 = \dot{x}_2$, $x_4 = \dot{x}_3$, $x_5 = \dot{x}_4$, $x_6 = \dot{x}_5$ и перейдем от уравнения (1) к эквивалентной системе

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \quad \dot{x}_2 = x_3, \quad \dot{x}_3 = x_4, \quad \dot{x}_4 = x_5, \quad \dot{x}_5 = x_6, \\ \dot{x}_6 &= -f(x_1) - a_1x_2 - a_2x_3 - a_3x_4 - a_4x_5 - a_5x_6 - \varphi(t, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6). \end{aligned} \quad (5)$$

Наряду с системой рассмотрим «укороченную» систему

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2, \dot{x}_2 = x_3, \dot{x}_3 = x_4, \dot{x}_4 = x_5, \dot{x}_5 = x_6, \\ \dot{x}_6 &= -f(x_1) - a_1 x_2 - a_2 x_3 - a_3 x_4 - a_4 x_5 - a_5 x_6. \end{aligned} \tag{6}$$

Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть выполнены соотношения (2) - (4). Пусть справедливо условие

$$a_3 = 0, a_1 a_5 > 0; \tag{7}$$

Тогда у уравнения (1) есть хотя бы одно ω – периодическое решение.

Доказательство. В силу достаточного признака существования правильной направляющей функции аналогично тому, как это было доказано в работе [3], достаточно найти функцию $V(x)$ ненулевого индекса вида «квадратичная форма плюс интеграл от нелинейности», производная \dot{V} которой в силу «укороченной» системы (6) удовлетворяет неравенству

$$\dot{V} > \frac{\|X\|^2}{2} \quad (\|X\| \geq R_0). \tag{8}$$

Пусть сначала $k_1 > 0$. Положим

$$\begin{aligned} V &= -\alpha a_1 \frac{x_1^2}{2} + (\alpha a_3 + \gamma a_2) \frac{x_2^2}{2} - (2a_2 + \gamma a_4 + \alpha a_5) \frac{x_3^2}{2} + (2a_3 + \gamma) \frac{x_4^2}{2} + a_5 x_5^2 + \\ &+ \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} \right) x_1 x_2 - \alpha a_3 x_1 x_3 - \alpha a_4 x_1 x_4 - \alpha a_5 x_1 x_5 - \alpha x_1 x_6 + \\ &+ \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 \right] x_2 x_3 + (2a_2 + \gamma a_4 + \alpha a_5) x_2 x_4 + (\alpha + \gamma a_5) + \gamma x_2 x_6 + \\ &+ \left[1 + \beta^2 + (3 + a_4^2)^2 \right] x_3 x_4 - \gamma x_3 x_5 + (3 + a_4^2) x_4 x_5 + 2x_5 x_6 + \gamma \int_0^{x_1} f(x) dx, \end{aligned} \tag{9}$$

где

$$\alpha = \frac{2 + k_2^2}{k_1}, \tag{10}$$

$$\beta = 1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 - \alpha a_4, \tag{11}$$

$$\gamma = \frac{2a_2 - 1 - \beta^2 - (3 + a_4^2)^2 - \alpha}{a_5}. \tag{12}$$

Производная \dot{V} функции V в силу системы (6) равна

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \alpha x_1 f(x_1) + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} - \alpha a_1 \right) x_2^2 + \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 \right] x_3^2 + \\ &+ \left[1 + \beta^2 + (3 + a_4^2)^2 \right] x_4^2 + (3 - 2a_4 + a_4^2) x_5^2 + 2x_6^2 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) x_1 x_3 + \\ &+ \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 - \alpha a_4 \right] x_2 x_4 + \left[\alpha + \gamma a_5 + 1 + \beta^2 + (3 + a_4^2)^2 - 2a_2 \right] x_3 x_5 + \\ &+ (3 + a_4^2) x_4 x_6 - 2f(x_1) x_5. \end{aligned}$$

Подставив γ из (12), и наоборот, заменим из (11) выражение из скобки перед x_2x_4 на β , получим

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \alpha x_1 f(x_1) + \left[3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} - \frac{a_1}{a_5} (2a_2 - 1 - \beta^2 - (3 + a_4^2) - \alpha) \right] x_2^2 + \\ & \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 \right] x_3^2 + \left[1 + \beta^2 + (3 + a_4^2)^2 \right] x_4^2 + (3 - 2a_4 + a_4^2) x_5^2 + 2x_6^2 + \\ & + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) x_1 x_3 + \beta x_2 x_4 + (3 + a_4^2) x_2 x_6 - 2f(x_1) x_5 = \\ & = \alpha x_1 f(x_1) + x_2^2 + \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 \right] x_3^2 + x_4^2 + 2x_5^2 + x_6^2 + \\ & + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) x_1 x_3 - 2f(x_1) x_5 + \\ & + \left\{ \left[1 - 2 \frac{a_1 a_2}{a_5} + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} \right] x_2^2 + \left[\frac{a_1}{a_5} (1 + \beta^2 + (3 + a_4^2)^2 + \alpha) \right] x_2^2 \right. \\ & + [x_2^2 + \beta x_2 x_4 + \beta^2 x_4^2] + \left. \left[(3 + a_4^2)^2 x_4^2 + (3 + a_4^2) x_4 x_6 + x_6^2 \right] + \right. \\ & \left. [1 - 2a_4 + a_4^2] x_5^2 \right\}. \end{aligned}$$

Воспользовавшись тем, что из (7) a_1 и a_5 одного знака, а из (10) при предположении $k_1 > 0$ тоже будет $\alpha > 0$, то выражение в фигурных скобках неотрицательно и, следовательно, справедлива оценка

$$\begin{aligned} \dot{V} &\geq \alpha x_1 f(x_1) + x_2^2 + \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 \right] x_3^2 + x_4^2 + 2x_5^2 + x_6^2 + \\ & + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) x_1 x_3 - 2f(x_1) x_5. \end{aligned} \tag{13}$$

Пусть сначала $|x| > R_1$. Тогда из (13), (3) и условия $k_1 > 0$ вытекает, что

$$\begin{aligned} \dot{V} &\geq k_1 \frac{2 + k_2^2}{k_1} x_1^2 + x_2^2 + \left[1 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right)^2 \right] x_3^2 + x_4^2 + 2x_5^2 + x_6^2 + \\ & + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) x_1 x_3 - 2k_2 |x_1 x_5| = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + \\ & + \left\{ \left[x_1^2 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) x_1 x_3 + \left(3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right) \right] x_3^2 + \right. \\ & \left. + [k_2^2 x_1^2 - 2k_2 |x_1 x_5| + x_5^2] \right\} \geq \|X\|^2. \end{aligned}$$

Пусть теперь $|x_1| \leq R_1$. Положим $M_1 = \max_{|x_1| \leq R_1} |f(x)|$. Так как $x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 \geq \|X\| - R_1^2$, $|x_3| \leq \|X\|$, $|x_5| \leq \|X\|$, то из (13)

$$\dot{V} \geq -\alpha R_1 M_1 + \|X\|^2 - R_1^2 - \left| 3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right| \cdot R_1 \|X\| - 2M_1 \|X\|.$$

Выберем теперь R_0 настолько большим, чтобы при $\|X\| \geq R_0$ выполнялось неравенство

$$\alpha R_1 M_1 + R_1^2 + \|X\| \cdot \left(\left| 3 + \frac{a_1^2 a_2^2}{a_5^2} + \alpha a_2 \right| \cdot R_1 + 2M_1 \right) < \frac{\|X\|^2}{2}.$$

Тогда $\dot{V} > \frac{\|X\|^2}{2}$ при $|x_1| \leq R_1$ и $\|X\| \geq R_0$.

Следовательно, функция V удовлетворяет неравенству (8). Рассмотрим теперь подслучай $k_2 < 0$. В качестве правильной направляющей функции возьмем функцию (9), где $\alpha = \frac{2+k_1^2}{k_2}$. В результате мы получим функцию $V(k_2, k_1) = V(k_1, k_2)$, которая также удовлетворяет условию (8)

Рассмотрим дифференциальное уравнение шестого порядка с простейшим запаздыванием

$$\begin{aligned} x^{(VI)} + a_5 x^{(V)} + a_4 x^{(IV)} + a_3 x^{(III)} + a_2 x^{(II)} + a_1 x^{(I)} + f(x) + \varphi(t, x(t), x'(t), x''(t), x'''(t), \\ x^{(IV)}(t), x^{(V)}(t), x(t-h), x'(t-h), x''(t-h), x'''(t-h), x^{(IV)}(t-h), x^{(V)}(t-h)) = 0, \end{aligned} \tag{14}$$

где функции $f(x), \varphi(t, x, y, z, u, v, w, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1, w_1)$ непрерывны по совокупности переменных $(-\infty < t, x, y, z, u, v, w, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1, w_1 < \infty)$, а функция $\varphi(t, x, y, z, u, v, w, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1, w_1)$ ω – периодична по t и равномерно относительно $t, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1$.

$$\lim_{\sqrt{x^2+y^2+z^2+u^2+v^2+w^2} \rightarrow \infty} \frac{\varphi(t, x, y, z, u, v, w, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1, w_1)}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2 + u^2 + v^2 + w^2}} = 0. \tag{15}$$

Нас будут интересовать ω – периодические решения уравнения (14). С помощью принципа родственности [2] результаты, полученные для уравнения (1) могут быть распространены на уравнение (14). Имеет место

Теорема 2. Пусть справедливо соотношение (15) для ω – периодической функции $\varphi(t, x, y, z, u, v, w, x_1, y_1, z_1, u_1, v_1, w_1)$ и выполнены условия теоремы 1. Тогда у уравнения (14) есть хотя бы одно ω – периодическое решение.

Библиографический список

1. Красносельский М.А., Забрейко П.П. Геометрические методы нелинейного анализа. – М.: Наука, 1975. – 512 с.
2. Кушев А.Б. Достаточный признак существования правильной направляющей функции для одного класса систем дифференциальных уравнений. // Прикл. методы функц. анализа. – Воронеж: изд-во ВГУ, 1985. С. 100-110.
3. Кушев А.Б. О вынужденных колебаниях нелинейных систем пятого порядка. // Application of Topology and Nonlin. Analisis in Texnologdy and Building Engineering. – Gdansk University Press, 1997. С. 37-45.

Правила оформления рукописей, направляемых в редакцию

1. Журнал публикует оригинальные статьи (объемом 3-7 страниц) по проблемам научных исследований и научно-технических разработок в области создания и применения современных информационных технологий и высокоэффективных систем управления в строительных, социальных, экономических и др. областях.

2. Рукописи статей рецензируются. Тематика предоставляемых статей должна соответствовать секции журнала (предполагаемая секция указывается авторами).

3. Статья предоставляется в виде одного файла формата MS Word-2007 или MS Word-2010, (.docx).

4. Статья должна содержать: индекс УДК; название, ключевые слова, инициалы и фамилии авторов; название организации, в которой выполнена работа, аннотацию (до 5 строк) – **все на русском и английском языках**; текст статьи; список литературы.

5. Количество соавторов в статье не должно превышать трех человек.

6. В отдельном файле должны содержаться сведения (**на русском и английском языках**) об авторах и организации, в которой выполнена работа: фамилия, имя, отчество; ученая степень, ученое звание, почетные степени и звания, должность; место работы; почтовый адрес с указанием индекса; телефон с указанием кода города; электронный адрес; полное и сокращенное название организации, в которой выполнена работа.

7. При наборе текста должны использоваться только стандартные шрифты размера 12 пт - Times New Roman и Symbol. Одинарный интервал и отступом красной строки 1 см. Размер бумаги А4 (210*297 мм), портретная ориентация. Поле: верхнее поле – 2 см, нижнее – 3 см, левое – 2,0 см, правое поле – 2,0 см.

8. Все иллюстрации сопровождаются подрисуночными подписями, включающими в себя номер, название иллюстрации и при необходимости - условные обозначения.

9. Формулы должны выполняться только во встроенном "Редакторе формул". Формулы необходимо набирать прямым шрифтом (основной размер символа 12 pt) и нумеровать справа в круглых скобках. **Размер формул не должен превышать 7,5 см.**

10. Литературные ссылки по тексту статьи необходимо указывать в квадратных скобках, нумерация литературы должна быть произведена в порядке упоминания.

11. Количество литературных источников не должно превышать 15 (пятнадцати) наименований.

12. Не допускается «Альбомная» ориентация страницы в статье.

13. Рукописи, в которых не соблюдены данные требования, не рассматриваются. Рукописи не возвращаются. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять материалы рекламного характера.

Материалы предоставляются на E-Mail: itcses@yandex.ru