

# АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научно-технический журнал

Основан в 1973 г.

Июль 2012 г.

№ 7

Выходит 12 раз в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИИ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ И СВЯЗИ

*Волков К.А., Борхович С.Ю., Волков А.Я., Миловзоров Г.В.*  
Управление забойными электронагревателями в технологии  
термоциклического воздействия на пласт..... 3

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ, ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Башлыков А.А.* Средства интеллектуальной поддержки принятия  
решений для задач стабилизации частоты в локальной энерго-  
системе ..... 7

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

*Соловьёв И.Г., Субарев Д.Н.* Управление параметрами обу-  
стройства и режимом эксплуатации скважины с погружным элект-  
ронасосом..... 15

*Шериукова К.П., Телюк А.С.* Модель распределенной системы  
управления как слоя защиты технологических объектов..... 21

*Абдуллина В.А., Фатыхов М.А.* Электромагнитный способ плав-  
ления парафина в трубе..... 25

*Данцевич И.М.* Оценивание вибрационно-акустических сигна-  
лов, измеренных на теле трубопроводов, по декомпозиции во  
всплесках Добеши..... 29

*Гасумов Р.А., Толтаев В.А., Ахмедов К.С., Винниченко И.А.*  
Среднесрочный прогноз дебитов добывающих скважин в среде  
MS Excel..... 32

### ВЫСТАВКИ • СИМПОЗИУМЫ • КОНФЕРЕНЦИИ

*Кизина И.Д.* Итоги XX Юбилейной научно-практической кон-  
ференции "Автоматизация и метрология в нефтегазовом ком-  
плексе" ..... 37

Аннотации статей..... 42

### ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Поздравления Н.Н. Файзуллину..... 45

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Абрамов Г.С.** (главный редактор),  
*Вороненко А.В., Григорьев Л.И.* (зам. главного  
редактора), *Гуревич М.С., Джавадов Н.Г.,*  
*Кизина И.Д., Костогрызов А.И., Лачков А.Г.*  
(зам. главного редактора), *Панарин В.В.,*  
*Пимкин М.А., Сабиров А.И., Сидоров В.В.,*  
*Слепян М.А., Терехина Г.В.*

Ведущий редактор: *Г.В. Терехина*

Компьютерный набор: *В.В. Васина*

Компьютерная верстка: *Е.А. Панкратьева*

Корректор: *Н.Г. Евдокимова*

## Индекс журнала

58504 — по каталогу Агентства "Роспечать".

10338 — по объединенному каталогу

10339 "Пресса России".

Свидетельство о регистрации средства массовой  
информации ПИ № 77-12331 от 10.04.2002 г.

Журнал по решению Президиума ВАК Минобразования  
и науки РФ входит в "Перечень ведущих рецензиру-  
емых научных журналов и изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные научные результаты  
диссертаций на соискание ученых степеней кандидата  
и доктора наук".

Журнал включен в Российский индекс научного  
цитирования.

Адрес редакции: 117420 Москва,  
ул. Наметкина, д. 14, корп. 2, ОАО "ВНИИОЭНГ".  
Тел. ред.: 332-00-35, 332-00-49.

Адрес электронной почты: <[vniiioeng@mcn.ru](mailto:vniiioeng@mcn.ru)>

<[vniiioeng@vniiioeng.ru](mailto:vniiioeng@vniiioeng.ru)>

[www.vniiioeng.mcn.ru](http://www.vniiioeng.mcn.ru)

Подписано в печать 16.05.2012. Формат 84×108<sup>1/16</sup>.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,46.

Уч.-изд. л. 5,6. Тираж 1500 экз. Заказ № 47.

Цена свободная. ОАО "ВНИИОЭНГ" № 5802.

Печатно-множительная база ОАО "ВНИИОЭНГ".

117420 Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2.

ОАО "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ  
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"

© ОАО "ВНИИОЭНГ", 2012

При перепечатке материала ссылка на издание обязательна.  
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением автора материала.

---

# AUTOMATION, TELEMECHANIZATION AND COMMUNICATION IN OIL INDUSTRY

Scientific-Technical Journal

Founded in 1973

Julie 2012

No. 7

12 issues per year

---

## CONTENTS

### MEASURING, AUTOMATION, TELEMECHANIZATION AND COMMUNICATION FACILITIES

*Volkov K.A., Borhovich S.Yu., Volkov A.Ya., Milovzorov G.V.* Control of bottomhole electric heaters while applying technology of thermal stimulation ..... 3

### INFORMATIONAL, MEASURING, EXPERT, EDUCATIONAL SYSTEMS

*Bashlykov A.A.* Some means of intellectual support of decision-making for problems relating to stabilization of frequency in a local power supply system ..... 7

### MATHEMATICAL MODELING AND SOFTWARE

*Solovyev I.G., Subarev D.N.* Control over parameters of a well infrastructure construction and operational mode of a well with deep-well electric pump ..... 15

*Shershukova K.P., Telyuk A.S.* Model of distributed control system developed for protection of technological objects ..... 21

*Abdullina V.A., Fatykhov M.A.* Electric-magnetic method of wax melting in a pipe ..... 25

*Dantsevisch I.M.* Evaluation of vibration-acoustic signals measured on a pipeline body by decomposition in Dobeshy bursts ..... 29

*Gasumov R.A., Tolpaev V.A., Akhmedov K.S., Vinnichenko I.A.* Medium-term prognosis for producing wells flow-rates in MS Excell ..... 32

### EXHIBITIONS • SIMPOSIUMS • CONFERENCES

*Kizina I.D.* Final results of the XXth jubilee scientific-practical conference "Automation and metrology in oil and gas complex" ..... 37

Abstracts of articles ..... 42

### JUBILEE DATES

Congratulations to N.N. Faizullin ..... 45

### EDITORIAL BOARD:

*Abramov G.S. (Chief editor), Voronenko A.V., Grigoriev L.I. (Deputy Chief editor), Gurevich M.S., Dzhavadov N.G., Kizina I.D., Kostogryzov A.I., Lachkov A.G. (Deputy Chief editor), Panarin V.V., Pimkin M.A., Sabirov A.I., Sidorov V.V., Slepyan M.A., Terekhina G.V.*

Leading editor: *G.V. Terekhina*

Computer handling: *V.V. Vasina, N.A. Asposova*

Computer proof in pages: *E.A. Pankratieva*

Corrector: *N.G. Evdokimova*

Certificate of mass media registration is PI (ПН) No. 77-12331 dated April 10, 2002.

With respect to solution of the Highest Certifying Commission of the RF Ministry of Education and Science the Journal enters "The List of leading reviewed scientific journals and editions where general scientific results of scientific papers nominated for Candidate degree and Doctor of Science degree should be published".

The Journal enters the Russian Index of Scientific Quotation (RISO).

Address of the editorial house: 14/2, Nametkin str., 117420, Moscow, Russia, JSC "VNIOENG".  
Phone: 332-00-35, 332-00-49

e-mail: <vnioeng@mcn.ru>, <vnioeng@vnioeng.ru>  
www.vnioeng.mcn.ru

Printing-copying base of VNIOENG:  
14/2, Nametkin str., 117420, Moscow, Russia.

УДК 681.5:622.276

### УПРАВЛЕНИЕ ЗАБОЙНЫМИ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЯМИ В ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

**К.А. Волков** – аспирант,  
**С.Ю. Борхович** – канд. техн. наук, профессор,  
**А.Я. Волков** – канд. экон. наук, профессор,  
**Г.В. Миловзоров** – д-р техн. наук, профессор

*Удмуртский Государственный Университет  
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1,  
тел.: +7(3412) 916-228;  
e-mail: SYBorhovich@udsu.ru.*

Традиционные технологии добычи высоковязкой нефти с использованием теплового воздействия на пласт сопряжены с рядом существенных недостатков. Применение наземных парогенераторов в экономическом отношении повышает капитальные вложения и эксплуатационные затраты на его обслуживание. Кроме того, процесс сжигания топлива для выработки пара относится к технологиям, выбрасывающим в атмосферу большое количество загрязняющих веществ. В работе приведена технология, обеспечивающая воздействие теплом непосредственно в призабойной зоне добывающих скважин, что способствует рациональному использованию тепловой энергии для интенсификации добычи нефти.

*Ключевые слова:* тепловая энергия; коэффициент извлечения нефти; компоновка эксплуатационной колонны; структура управления; паронефтяной фактор.

### CONTROL OF BOTTOMHOLE ELECTRIC HEATERS WHILE APPLYING TECHNOLOGY OF THERMAL STIMULATION

**K.A. Volkov**, post-graduate student,  
**S.Yu. Borhovich**, Candidate of Technical Sciences, Professor,  
**A.Ya. Volkov**, Candidate of Economic Sciences, Professor,  
**G.V. Milovzorov**, Doctor of Technical Sciences, Professor

*Udmurt State University  
1, Universitetskaya str., 462034, Izhevsk, Russian Federation.*

Conventional technologies of high-viscous oil extraction by means of a formation thermal stimulation involve a number of significant drawbacks. Usage of on-ground steam-generators increases capital investments and high operating costs for its maintenance, in addition, the process of fuel burning to generate steam refers to technologies that emit large quantities of pollutants. The paper shows the technology, providing impact of heat directly on producing bottom hole zones, which promotes rational use of thermal energy for intensification of oil production.

*Key words:* thermal energy; oil recovery factor; the layout of the production string; management structure; steam-oil ratio.

УДК 681.5:622.276.012:621.311

### СРЕДСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ СТАБИЛИЗАЦИИ ЧАСТОТЫ В ЛОКАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

**А.А. Башлыков**

*ЗАО "ВНИИСТ-Нефтегазпроект"  
105187, Россия, г. Москва, ул. Щербаковская, 57а;  
e-mail: BashlykovAA@yngp.ru.*

В статье рассмотрены принципы интеллектуализации процессов решения задачи стабилизации частоты в энергосистемах. Предложена и рассмотрена экспертная модель описания области решения задачи и алгоритмы поиска управляющих решений. Алгоритм поиска управляющих решений реализуется на основе принципа резолюций и декомпозиционного метода. Изложен алгоритм декомпозиционного поиска управляющих решений. Приведена архитектура системы поддержки принятия решений для задачи контроля частоты в локальной энергосистеме.

*Ключевые слова:* интеллектуальная поддержка принятия решений; человеко-машинная система; контроль частоты в энергосистеме; стабилизация частоты в энергосистеме; логика предикатов первого порядка; принцип резолюций; стратегии поиска управляющего решения; дерево вывода; модель знаний; модель данных; управляющие решения – команды управления; интеллектуальный советчик диспетчера.

### SOME MEANS OF INTELLECTUAL SUPPORT OF DECISION-MAKING FOR PROBLEMS RELATING TO STABILIZATION OF FREQUENCY IN A LOCAL POWER SUPPLY SYSTEM

**A.A. Bashlykov**

*CJSC "VNIIST-Neftegazproekt"  
57a, Tcherbakovskaya str., 105187, Moscow, RF.*

The article considers principles of intellectualization of processes relating to solution of frequency stabilization problem in power supply systems. The expert model describing the area of a problem solution and algorithms of operating decisions search are offered and considered. The algorithm of operating decisions search is realized on the basis of resolutions principle and a decomposition method. The algorithm of decomposition search of operating decisions is stated. The architecture of decision-making support system developed for solving problems of frequency control in a local power supply system is given.

*Key words:* intellectual support of decision-making; man-machine system; frequency control in a power supply system; frequency stabilization in a power supply system; logics of predicates of the first order; principle of resolutions; strategy of the operating decision search; conclusion tree; model of knowledge; model of data; operating decisions – management commands; a dispatcher intellectual adviser.

## УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ОБУСТРОЙСТВА И РЕЖИМОМ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИНЫ С ПОГРУЖНЫМ ЭЛЕКТРОНАСОСОМ

**Илья Георгиевич Соловьёв**<sup>1</sup> – канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник,  
**Дмитрий Николаевич Субарев**<sup>2</sup> – аспирант

<sup>1</sup>*Институт проблем освоения Севера СО РАН  
625026, Россия, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86;  
e-mail: solovyev@ikz.ru;*

<sup>2</sup>*Тюменский государственный нефтегазовый университет  
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38;  
e-mail: milanec.88@mail.ru.*

Оптимизация обустройства и режима эксплуатации скважины с электронасосом связана с определением взвешенных пропорций между продуктивностью, динамикой износа и вызванной деструкцией притока.

*Ключевые слова:* нефтяная скважина; электронасос; приток; глубина подвески; эксплуатационный ресурс; продуктивность; производительность; срыв подачи.

## CONTROL OVER PARAMETERS OF A WELL INFRASTRUCTURE CONSTRUCTION AND OPERATIONAL MODE OF A WELL WITH DEEP-WELL ELECTRIC PUMP

**I.G. Solovyev**<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, docent, senior staff scientist,  
**D.N. Subarev**<sup>2</sup>, post-graduate student

<sup>1</sup>*The North Development Institute of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences  
86, Malugin str., 625028, Tyumen, Russian Federation;*

<sup>2</sup>*Tyumen State Oil and Gas University  
38, Volodarsky str., 625000, Tyumen, Russian Federation.*

Optimization of a well infrastructure construction and operational mode of a well with deep-well electric pump depends on definition of balanced proportions of productivity, abrasion dynamics and the caused decomposition of inflow.

*Key words:* oil-well; electric pump; inflow; depth of a lug; operational resource; productivity; production rate; delivery breakdown.

УДК 681.5:622.276:622.279

## МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАК СЛОЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**К.П. Шершукова, А.С. Телюк**

*РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина  
119991, ГСП -1, В-296, г. Москва, Ленинский проспект, 65.*

В статье анализируется процесс функционирования распределенной системы управления как слоя защиты технологических объектов. Приводятся математическая модель и процедура расчета коэффициента снижения риска распределенной системы управления, представлен пример расчета.

*Ключевые слова:* распределенная система управления; коэффициент снижения риска; показатели безопасности; слой защиты; марковский процесс.

## MODEL OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM DEVELOPED FOR PROTECTION OF TECHNOLOGICAL OBJECTS

**K.P. Shershukova, A.S. Telyuk**

*I.M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas  
65, Leninsky prospect, GSP-1, V-296, 119991, Moscow,  
Russian Federation.*

The article analyzes functioning of distributed control system acting as protection of technological objects. Mathematical model and procedure of calculation of risk reduction coefficient of a distributed control system are presented. Example of calculation is submitted.

*Key words:* distributed control system; risk reduction coefficient; safety indicators; protection layer; Markovian process.

УДК 537.868:537.874

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПОСОБ ПЛАВЛЕНИЯ ПАРАФИНА В ТРУБЕ

**Венера Ахметовна Абдуллина** – аспирант,  
**Миннехан Абузарович Фатыхов** – д-р ф.-м. наук

*Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы  
450000, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа,  
ул. Октябрьской Революции, 3а,  
тел.: 8(917) 409-00-22;  
e-mail: aveneraa@mail.ru.*

Проводятся расчеты процесса нагрева и расплавления пробки из твердых отложений в трубопроводе воздействием одного из типов электромагнитных волн, способных распространяться в нем, как в круглом волноводе. Полагается, что источник электромагнитных волн движется. Это позволяет избежать перегрева среды в одних точках и расплавлять твердые отложения по всей длине пробки. При воздействии на среду рассмотренным типом волн получают сложные конфигурации распределения тепловых источников и температуры, особенно в случае движущегося источника электромагнитных волн.

*Ключевые слова:* электромагнитные волны; трубопровод; парафиновые отложения.

## ELECTRIC-MAGNETIC METHOD OF WAX MELTING IN A PIPE

**V.A. Abdullina**, post-graduate student  
**M.A. Fatykhov**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences

*Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmullah  
3-A, Otyabrsky Revolutsia str., 450000, Ufa, Bashkortostan,  
Russian Federation.*

Calculations of the process of heating and melting of plugs from solid sediments in a pipeline by means of influence of one of electromagnetic waves types capable of distributing in it as in a circular waveguide, are being carried out. It is believed that the source of electromagnetic waves is subject to moving. This allows avoiding media overheating in some points melting solid sediments along the length of the plug. Complex configurations of heat sources and temperature distribution, especially in case of a moving source of electromagnetic waves, arise under the impact of waves, considered in the present article, on the medium.

*Key words:* electromagnetic waves; pipeline; paraffin sediments.

УДК 534.833.524:621.643

### ОЦЕНИВАНИЕ ВИБРАЦИОННО-АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ, ИЗМЕРЕННЫХ НА ТЕЛЕ ТРУБОПРОВОДОВ, ПО ДЕКОМПОЗИЦИИ ВО ВСПЛЕСКАХ ДОБЕШИ

**Игорь Михайлович Данцевич** – начальник ОНТИ и ПНИР, доцент

ФГБОУ ВПО "Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова"  
353918, Россия, г. Новороссийск, пр. Ленина, 93,  
e-mail: danzewitsch@rambler.ru.

Статья обобщает методику применения всплесков Добеши при определении параметров сигнала, полученных в результате диагностирования линейной части нефтепроводов. В результате анализа показано преимущество вейвлет-анализа по сравнению с методами оконных преобразований.

*Ключевые слова:* кратномасштабный анализ; система; вибродиагностика; спектральная плотность мощности; масштабированная функция.

### EVALUATION OF VIBRATION-ACOUSTIC SIGNALS MEASURED ON A PIPELINE BODY BY DECOMPOSITION IN DOBESHY BURSTS

**I.M. Dantsevich**, Head of Scientific-Technical Information Department, docent

Admiral F.F. Ushakov State Marine University  
93, Lenin str., 353918, Novorossisk, RF.

The article generalizes some technique of Dobeshy surges application while determining parameters of signals received as a result of diagnosing of the linear part of oil pipelines. Analysis results witnessed the advantage of the wavelet-analysis as compared with methods of window conversions.

*Key words:* multiple-scale analysis; system; vibration monitoring; capacity spectral density; scaling function.

УДК 681.5:622.276

### СРЕДНЕСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ДЕБИТОВ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН В СРЕДЕ MS EXCEL

**Рамиз Алиджавад оглы Гасумов** – Генеральный директор, д-р техн. наук, профессор,

**Владимир Александрович Толпаев** – зав. лабораторией подземной гидродинамики, д-р физ.-мат. наук, профессор,

**Курбан Сапигуллаевич Ахмедов** – Директор научного центра по информационным технологиям, канд. техн. наук, академик АГН РФ, МАИ,

**Игорь Александрович Винниченко** – мл. науч. сотрудник лаборатории прикладной математики

ОАО "СевКавНИПИгаз"

355035, г. Ставрополь, ул. Ленина, 419,

тел. (8652) 35-96-75; 35-94-11; 94-40-58; 56-70-03;

e-mail: svnipigz@gazprom.ru.

Предложены простые методики расчетов прогнозных среднегодовых дебитов скважин. Если исходные промышленные данные охватывают историю наблюдения за скважиной не менее 12 последовательных лет, то предложенная методика достаточно точно прогнозирует среднегодовые дебиты на 3...4 года вперед.

*Ключевые слова:* эксплуатационные рапорты; скважина; дебит; MS Excel; модуль "Поиск решения"; аппроксимация; экстраполяция; прогноз.

### MEDIUM-TERM PROGNOSIS FOR PRODUCING WELLS FLOW-RATES IN MS EXCELL

**R.A. Gasumov**, General Director of JSC "SevKavNIPIGaz", Doctor of Technical Sciences, Professor

**V.A. Tolpae v**, Head of Subsurface Hydrodynamics Laboratory, Doctor of Physical-Mathematical Sciences

**K.S. Akhmedov**, Director of IT Scientific Center, Candidate of Technical Sciences, Academician of the RF AGN, MAI

**I.A. Vinnichenko**, junior staff scientist of Applied Mathematics Laboratory

JSC "SevKavNIPIGaz"

419, Lenin str., 355035, Stavropol, Russian Federation.

The paper suggests simple methods for calculation of predictive average-annual flow rates of wells. If initial field data cover well history supervision no less than 12 serial years, then the proposed method provides quite reliable prognosis for average annual flow rates for 3...4 years ahead.

*Key words:* operational reports; well; flow rate; MS Excel; "Search for solution" module; approximation, extrapolation, prognosis.