

# АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научно-технический журнал

Основан в 1973 г.

Август 2013 г.

№ 8

Выходит 12 раз в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ, ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

- Семин С.В., Григорьев Л.И.* Анализ интегрированных решений на примере автоматизации сквозного учета углеводородов от скважины до реализации.....3
- Баилыков А.А.* Принципы построения перспективных корпоративных информационных систем интеллектуальной поддержки принятия решений в управлении и бизнесе транспорта нефти.....9
- Калашиник А.И., Максимов Д.А.* Автоматизация геостатистической обработки данных при проведении факторного анализа трасс линейно-протяженных объектов .....19

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИИ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ И СВЯЗИ

- Вольнский И.А., Кокуев А.Г.* Измерения расхода фаз многофазного газожидкостного потока.....22

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Соловьёв И.Г., Кожин А.Г., Субарев Д.Н.* Факторная модель динамики освоения ресурса ЭЦН .....25
- Хабиров Т.Р., Садретдинов А.А., Шарафутдинов Р.Ф.* Математическая модель для расчета термогидродинамических процессов в системе горизонтальная скважина – пласт.....29
- Шеришкова К.Л.* Расчет коэффициента снижения риска распределенной системы управления .....33
- Даев Ж.А.* О дополнительных составляющих неопределенности результата измерения расхода и количества газа стандартными соплами .....38

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

- Прозорова Г.Н., Гаврина А.Л.* Новый этап подготовки специалистов по нефти и газу на основе системно-квалиметрических компетенций .....39
- Информационные сведения о статьях.....43

### 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., Фафурин В.А.*

Ведущий редактор: *Г.В. Терехина*

Компьютерный набор: *В.В. Васина*

Компьютерная верстка: *Т.Д. Диатроптова*

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 рецензируемых 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@vniiioeng.ru>  
www.vniiioeng@mcn.ru

Подписано в печать 18.06.2013. Формат 84×108 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,04.  
Уч.-изд. л. 5,18. Тираж 1500 экз. Заказ № 56.  
Цена свободная. ОАО "ВНИИОЭНГ" № 5888.

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", 2013

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

---

# AUTOMATION, TELEMCHANIZATION AND COMMUNICATION IN OIL INDUSTRY

Scientific-Technical Journal

Founded in 1973

August 2013

No. 8

12 issues per year

---

## CONTENTS

### INFORMATIONAL, MEASURING, EXPERT, EDUCATIONAL SYSTEMS

- Semin S.V., Grigoriev L.I.* Analysis of integrated solutions on the example of automation hydrocarbons through accounting from a well till realization ..... 3
- Bashlykov A.A.* Principles of construction perspective corporate information systems intellectual support of decision-making in management and business by oil transport ..... 9
- Kalashnik A.I., Maksimov D.A.* Automation of geostatistical data processing at carrying out of factorial analysis of linear long-distance objects ..... 19

### MEASURING, AUTOMATION, TELEMCHANIZATION AND COMMUNICATION FACILITIES

- Volynskiy I.A., Kokuev A.G.* Phase flow-rate measurements of multiphase gas-liquid flow ..... 22

### MATHEMATICAL MODELING AND SOFTWARE

- Solovyev I.G., Kozhin A.G., Subarev D.N.* Factor model of dynamics estimation of esp operational life time ..... 25
- Khabiroy T.R., Sadretdinov A.A., Sharafutdinov R.F.* Mathematical model for calculation of thermal hydrodynamic processes in a "horizontal well-layer" system ..... 29
- Shershukova K.P.* Calculation of risk decrease coefficient in distributed control system ..... 33
- Daev Zh.A.* Some information about additional components of result uncertainty of gas flow-rate and volume measurement by standard nozzels ..... 38

### INNOVATIVE TECHNOLOGIES APPLIED FOR TRAINING OF THE PERSONNEL OF OIL AND GAS COMPLEX

- Prozorova G.N., Gavrina A.L.* New stage of oil and gas specialists' training on the basis of system and qualimetric competences ..... 39
- Information about the articles..... 45

### EDITORIAL BOARD:

*Abramov G.S. (Chief editor), Voronenko A.V., Grigoriev L.I. (Deputy Chief editor), Gurevich M.S., Dzhabadov 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., Fafurin V.A.*

Leading editor: *G.V. Terekhina*

Computer handling: *V.V. Vasina*  
Computer proof in pages: *T.D. Diatroptova*  
Corrector: *N.G. Evdokimova*

Certificate of mass media registration is PI (III) 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.

## Информационные сведения о статьях

УДК 681.5:622.276:622.279

### АНАЛИЗ ИНТЕГРИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ АВТОМАТИЗАЦИИ СКВОЗНОГО УЧЕТА УГЛЕВОДОРОДОВ ОТ СКВАЖИНЫ ДО РЕАЛИЗАЦИИ

С.В. Семин<sup>1</sup>, Л.И. Григорьев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tieto Energy Components

125047, г. Москва, ул. Лесная, 5С;

e-mail: sergey.semin@tieto.com;

<sup>2</sup>РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина

119991, г. Москва, Ленинский просп., 65,

тел.: (8-499) 135-71-56.

Рассмотрен вопрос автоматизации управления технологическими объектами нефтегазовой отрасли на примере системы учета углеводородов, перечислены основные процессы учета углеводородов и определено место подобных систем в общей ИТ инфраструктуре предприятия. Рассмотрены некоторые аспекты интеграции программных систем предприятия, приведен пример комплексного подхода к автоматизации нефтегазового предприятия и обозначены решаемые таким способом задачи.

**Ключевые слова:** сквозной учет углеводородов; информационные технологии; интегрированное решение; процесс интеграции.

УДК 681.5:622.692

### ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ И БИЗНЕСЕ ТРАНСПОРТА НЕФТИ

Александр Александрович Башлыков, канд. техн. наук, доцент

ЗАО "ВНИИСТ-Нефтегазпроект"

105187, Россия, г. Москва, ул. Щербаковская, 57а;

e-mail: BashlykovAA@vngp.ru.

В статье рассматриваются корпоративные информационные системы как средства автоматизации человеко-машинного управления. Под управлением понимается информационный процесс компьютерного анализа проблем и информационной поддержки принятия решений. Рассмотрены

этапы поддержки принятия решений и их программные компоненты. Описана архитектура подобного класса систем.

**Ключевые слова:** интеллектуальный анализ данных; управление документами; хранилища данных; хранилища знаний; оперативная аналитическая обработка данных; оперативная обработка транзакций; корпоративные информационные системы (КИС); системы поддержки принятия решений; витрины данных; семиотические модели; когнитивная графика; системы поддержки принятия решений; информационно-аналитические системы; информационно-расчетные задачи; информационно-логические задачи; интеллектуальные технологии, основанные на знаниях.

УДК 622.353.4:519.237.7

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ТРАСС ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Анатолий Ильич Калашник, канд. техн. наук, Дмитрий Анатольевич Максимов, мл. науч. сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук

184209, Россия, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24,

тел.: (81555)79-664;

e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru.

Предложен алгоритм статистической обработки геоданных при проведении факторного анализа трасс линейно-протяженных объектов. Алгоритм реализован в виде программного комплекса, что позволяет автоматизировать обработку и анализ данных и тем самым значительно снизить соответствующие трудозатраты и время. Созданный авторами инструментарий использован для анализа основных вариантов трассы магистрального газопровода на Кольском полуострове, рассматриваемых в проекте "Штокман".

**Ключевые слова:** линейно-протяженные объекты; факторный анализ; алгоритм; программы; автоматизация.

УДК 681.5:622.276

### ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ФАЗ МНОГОФАЗНОГО ГАЗОЖИДКОСТНОГО ПОТОКА

**Илья Александрович Волынский,**  
**Андрей Геннадьевич Кокуев,** канд. техн. наук, доцент

*ФГБОУ ВПО "Астраханский государственный технический университет"*

414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16;  
e-mail: [ilya.volynskiy@mail.ru](mailto:ilya.volynskiy@mail.ru); [kokuevag@gmail.com](mailto:kokuevag@gmail.com).

В статье рассматриваются проблемы технологического контроля дебита нефтяной скважины, а также способы измерения расхода многофазного газожидкостного потока. Предложен метод определения расхода фаз, объединяющий в себе корреляционный и оптический способы измерения. А именно, на горизонтальном участке трубопровода, на фиксированном расстоянии друг от друга, устанавливаются два оптических датчика. Получая информацию с этих датчиков, можно определить по функции корреляции расход фаз. Приведена блок-схема системы измерения.

**Ключевые слова:** система измерения; расходомер многофазных потоков; функция корреляции; оптический датчик.

УДК 681.5:622.276

#### **ФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСА ЭЦН**

**Илья Георгиевич Соловьёв**<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник,  
**Артём Геннадьевич Кожин**<sup>2</sup>, главный специалист,  
**Дмитрий Николаевич Субарев**<sup>3</sup>, аспирант

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

<sup>2</sup>*ЗАО "Тиронг-Эком";*  
e-mail: [kozhin\\_ag@mail.ru](mailto:kozhin_ag@mail.ru);

<sup>3</sup>*Тюменский государственный нефтегазовый университет*  
625027, Россия, Тюмень, ул. 50 лет Октября, 38;  
e-mail: [milanec.88@mail.ru](mailto:milanec.88@mail.ru).

Предложена модель оценки динамики освоения ресурса работающего электронасоса в режиме реального времени. Конструируемая модель представляет собой линейную форму факторных показателей, определяющих интенсивность износа погружной системы в процессе монтажа и последующей эксплуатации. Приводятся результаты вычислительного анализа динамики износа в условиях действия осложняющих факторов.

**Ключевые слова:** ресурс; наработка на отказ; износ; электронасос; погружное оборудование; перегрев; повторные пуски; кривизна ствола; уровень заглубления.

УДК 532.546

#### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕРМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СКВАЖИНА – ПЛАСТ**

**Тимур Раильевич Хабиров,** аспирант,  
**Александр Александрович Садретдинов,** канд. физ.-мат. наук, ассистент,  
**Рамиль Фаизырович Шарафутдинов,** профессор

*Башкирский государственный университет*  
450074, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32,  
тел.: (347)222-60-56;  
e-mail: [gframil@inbox.ru](mailto:gframil@inbox.ru).

Приведены результаты математического моделирования и расчеты термогидродинамических процессов, которые протекают в системе горизонтальная скважина – пласт.

**Ключевые слова:** математическая модель; система горизонтальная скважина – пласт; термогидродинамические исследования.

УДК 681.5

#### **РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА СНИЖЕНИЯ РИСКА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

**Ксения Петровна Шершукова**

*РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина*  
119991, г. Москва, Ленинский просп., 65.

В статье предлагаются формулы для расчета коэффициентов снижения риска распределенной системы управления как слоя защиты опасных технологических объектов и метод, позволяющий определить необходимые исходные данные для применения этих формул. Также рассматривается пример расчета коэффициента снижения риска.

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

УДК 681.121.84

#### **О ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ГАЗА СТАНДАРТНЫМИ СОПЛАМИ**

**Жанат Ариккулович Даев,** канд. техн. наук, доктор

*Казахстанско-Российский международный университет*  
030002, Казахстан, г. Актобе, ул. Айтеке би, 52,  
тел./факс: (713) 257-89-75/274-14-63;  
e-mail: [zhand@yandex.ru](mailto:zhand@yandex.ru).

При измерении расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления за преобразователем расхода возникает неизбежное изменение плотности, вызванное расширением газа. В рамках данной статьи рассматриваются дополнительные возмущающие воздействия, которые связаны со скоростью звука в газе и ранее не учитывались. Автором делается анализ данных возмущающих воздействий и предлагаются уравнения для оценки неопределенности результатов измерения расхода и количества газа соплами. Рассматривается уточненный бюджет неопределенностей при измерении расхода газа стандартными соплами.

**Ключевые слова:** расходомеры; сопла Вентури; трубы Вентури; газ; перепад давления.

УДК 681.5:50

## НОВЫЙ ЭТАП ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО НЕФТИ И ГАЗУ НА ОСНОВЕ СИСТЕМО-КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Г.Н. Прозорова<sup>1</sup>, А.Л. Гаврина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42;

<sup>2</sup>НП "Газовые предприятия Дона"

344033, г. Ростов-на-Дону, ул. Всесоюзная, 111/13.

Приоритет педагогической парадигмы образования – готовность выполнить действия профессионала в нефтегазовом деле, приобрести компетенции специальности. Целями и задачами обучения установлено овладение системой компетенций, которые сформируют современного профессионала. В качестве ключевой принимается компетенция готовности к познавательной деятельности, к усвоению способов приобретения знаний, к использованию информационных и телекоммуникационных технологий для сбора и обработки информации. Предлагается системная иерархическая организация компетенций; профессиональные специализированные компетенции представлены в порядке уменьшения объема решаемых задач.

**Ключевые слова:** компетенции; информационные и телекоммуникационные технологии для сбора и обработки информации; нефтегазгеологическое образование.

## Information about the articles

UDC 681.5:622.276:622.279

### ANALYSIS OF INTEGRATED SOLUTIONS ON THE EXAMPLE OF AUTOMATION HYDROCARBONS THROUGH ACCOUNTING FROM A WELL TILL REALIZATION

S.V. Semin<sup>1</sup>, L.I. Grigoriev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tieto Energy Components

5С, Lesnaya str., 125047, Moscow, Russian Federation;

e-mail: sergey.semin@tieto.com;

<sup>2</sup>I. Gubkin Russian State University of Oil and Gas

65, Leninsky prosp., 119991, Moscow, Russian Federation,

tel.: (8-499) 135-71-56.

The article considers the problem of automation of control over technological objects of oil and gas industry by the example of hydrocarbon accounting system, enumerates the main processes relating to hydrocarbons accounting and determines the location of such systems in the overall IT infrastructure of a company. Some aspects of integration of a company's software systems are discussed, some example of an integrated approach to automation of an oil and gas company is given and problems, solved in such a way, are identified.

**Key words:** hydrocarbons through accounting; informational technologies; integrated solution; integration process.

UDC 681.5:622.692

### PRINCIPLES OF CONSTRUCTION PERSPECTIVE CORPORATE INFORMATION SYSTEMS INTELLECTUAL SUPPORT OF DECISION-MAKING IN MANAGEMENT AND BUSINESS BY OIL TRANSPORT

Alexander Alexandrovich Bashlykov, Candidate of technical sciences, assistant professor

CJSC "VNIIST-Neftegazproekt"

57a, Tcherbakovskaya str., 105187, Moscow, RF;

e-mail: BashlykovAA@vngp.ru.

In article corporate information systems as means of automation of man-machine management are considered. Management is understood as information process of the computer analysis of problems and information support of decision-making. Stages of support of decision-making and their program components are considered. The architecture of a similar class of systems is described.

**Key words:** data mining; document management system (DMS); data warehouse; knowledge warehouse; online analytical processing (OLAP); operative processing of transactions (OLTP); corporate information systems; systems of support of decision-making; show-windows of the data; semiotics models; cognitive graphics; systems of support of decision-making; information and analytical systems; information calculating tasks; datalogical tasks; the intellectual technologies based on knowledge.

UDC 622.353.4:519.237.7

### AUTOMATION OF GEOSTATISTICAL DATA PROCESSING AT CARRYING OUT OF FACTORIAL ANALYSIS OF LINEAR LONG-DISTANCE OBJECTS

Anatoly Ilich Kalashnik, Candidate of technical sciences, Dmitry Anatolievich Maksimov, junior researcher

Mining Institute of the Kola Science Centre of RAS

24, Fersman str., 184209, Apatity, Murmansk region, RF,

tel.: (81555)79-664;

e-mail: kalashnik@goi.kolasc.net.ru.

Some algorithm of statistical processing of geological data is offered while carrying out factorial analysis of linear long-distance objects is suggested in the article. The algorithm is realized in the form of a software complex that allows automating of the data processing and analysis, thus providing considerable lowering of corresponding labor and time contribution. The toolkit created by the authors of the present article is used for basic variants analysis of the route of the main gas pipeline on Kola peninsula, considered by the "Shtokman" project.

**Key words:** linear and long-distance objects; factorial analysis; algorithm; software; automation.

UDC 681.5:622.276

### PHASE FLOW-RATE MEASUREMENTS OF MULTI-PHASE GAS-LIQUID FLOW

**Ilya Alexandrovich Volynskiy,**  
**Andrey Gennadievich Kokuev,** Candidate of technical sciences, assistant professor

*Astrakhan State Technical University*  
16, Tatischeva str., Astrakhan, 414025, RF;  
e-mail: ilya.volynskiy@mail.ru; kokuevag@gmail.com.

This article considers problems of technological control of oil wells flow-rate as well as measurement techniques of gas-liquid multiphase flow. Some new method of phase flow-rate determination, which combines correlation and optical measurement techniques, is proposed. That is, two optical sensors are installed at the fixed distance from each other on the horizontal pipe. Information, received from these sensors, provides possibility of determining phase flow-rate by correlation function. Some block-diagram of the measurement system is shown.

**Key words:** system of measurement; multiphase flow-meter; correlation function; optical sensor.

UDC 681.5:622.276

### FACTOR MODEL OF DYNAMICS ESTIMATION OF ESP OPERATIONAL LIFE TIME

**Iliа Georgievich Solovyev**<sup>1</sup>, Candidate of technical sciences, assistant professor, senior researcher,  
**Artem Gennadievich Kozhin**<sup>2</sup>, Chief specialist,  
**Dmitry Nikolaevich Subarev**<sup>3</sup>, post graduate student

<sup>1</sup>*The North Development Institute of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences*

86, Malygin str., 625028, Tyumen, Russian Federation;  
e-mail: solovyev@ikz.ru;

<sup>2</sup>*CJSC "Giprong-Ekom"*

e-mail: kozhin\_ag@mail.ru;

<sup>3</sup>*Tyumen State Oil and Gas University*

38, 50-let Oktyabrya str., 625027, Tyumen, Russian Federation;  
e-mail: milanec.88@mail.ru.

The model of dynamics estimation of electric pump service life (the pump is being in operation) in real time is offered. The designed model is a linear form of factorial indicators, defining intensity of submersible system wear-out in the course of installation and further operation. The results of computational analysis of wear-out dynamics of wear under the action of complicating factors are given.

**Key words:** resource; time to failure; wear-out; electric pump; submersible equipment; overheating; re-launching; hole curvature; deepening level.

UDC 532.546

### MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATION OF THERMAL HYDRODYNAMIC PROCESSES IN A "HORIZONTAL WELL – LAYER" SYSTEM

**Timur Railevich Khabirov,** post graduate student,  
**Alexander Alexandrovich Sadretdinov,** Candidate of physical-mathematical sciences, assistant professor,  
**Ramil Faizyrovich Sharafutdinov,** Professor

*Bashkir State University*  
32, Zaki Validi str., 450074, Ufa, Republic of Bashkortostan, RF;  
tel.: (347)222-60-56;  
e-mail: gframil@inbox.ru.

Results of mathematical modeling and calculations of thermal hydrodynamic processes which take place in the "horizontal well – layer" system are presented.

**Key words:** mathematical model; "horizontal well – layer" system; thermal hydrodynamic researches.

UDC 681.5

### CALCULATION OF RISK DECREASE COEFFICIENT IN DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM

**Ksenia Petrovna Shershukova**

*I. Gubkin Russian State University of Oil and Gas*  
65, Leninsky prosp., 119991, Moscow, Russian Federation

The article suggests formulas for calculation of risk decrease coefficients of a distributed control system as a protective layer of dangerous technological objects and some method allowing definition of the required initial data for these formulas application. The example of calculation of risk decrease coefficients is considered as well.

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

UDC 681.121.84

### SOME INFORMATION ABOUT ADDITIONAL COMPONENTS OF RESULT UNCERTAINTY OF GAS FLOW-RATE AND VOLUME MEASUREMENT BY STANDARD NOZZELS

**Zhanat Arikkulovich Daev,** Candidate of technical sciences

*Kazakh-Russian International University*  
52, Aiteke bi str., 030007, Aktobe-city, Republic of Kazakhstan;  
tel./fax: (713) 257-89-75/274-14-63;  
e-mail: zhand@yandex.ru.

When measuring liquids and gases flow rate and volume behind flow-rate transducer by applying differential pressure method there appears inevitable change of density caused by gas expansion. The article discusses additional disturbing effects that are related to the sound speed in gas and were not taken into consideration prior. The author of the article analyzes disturbing effects data and proposes equations for estimating uncertainty of

---

gas flow-rate and volume measurements by nozzles. The revised budget of uncertainties while gas flow-rate measurement by standard nozzles is considered.

**Key words:** flow-meters; Venturi nozzle; Venturi tubes; gas; pressure drop.

UDC 681.5:50

## NEW STAGE OF OIL AND GAS SPECIALISTS' TRAINING ON THE BASIS OF SYSTEM AND QUALIMETRIC COMPETENCES

G.N. Prozorova<sup>1</sup>, A.L. Gavrina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The South Federal University  
105/42, Bolshaya Sadovaya str., 344006, Rostov-on-Don, Russian Federation;

<sup>2</sup>NP "Gas Enterprises of Don"  
111/13, Vsesoyuznaya str., 344033, Rostov-on-Don, Russian Federation.

Priority of a pedagogical paradigm of education is readiness to execute actions of a professional specialist in oil and gas business, acquire competences of specialty. The purposes and problems of training envisage mastering of the system of competences which will create a modern professional specialist. Competence of readiness for informative activity, for mastering of knowledge acquisition techniques, for information and telecommunication technologies application to collect and process the data is considered the key one. The system hierarchical organization of competences is offered; professional specialized competences are presented as reduction of amount of problems to be solved.

**Key words:** competences; information and telecommunication technologies for information collecting and processing; oil and gas geological education.