

# АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научно-технический журнал

Основан в 1973 г.

Ноябрь 2012 г.

№ 11

Выходит 12 раз в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИИ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ И СВЯЗИ

*Исаев И.А., Хакимов Д.Р., Горчев А.И.* Исследование метрологических характеристик ультразвукового счетчика газа на эталонных расходоизмерительных установках .....3

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ, ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Баилюков А.А.* Принципы построения динамических экспертных систем для оперативной диагностики состояния технологических объектов трубопроводных систем.....12

*Бурцева А.Е.* Прогнозирование безопасности функционирования трубопроводов для управления рисками при транспортировке нефтегазовой продукции .....26

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

*Абдульмянов С.Х., Хазов С.И., Велиев М.М., Владимиров И.В., Щекин А.И.* Оптимальное размещение нагнетательной скважины в послойно и зонально неоднородном по проницаемости пласте.....30

*Гильманова Р.Х., Хафизов Р.М., Щеглов А.В., Фирсов В.В., Кызыма К.Ю.* О некоторых особенностях построения геологической модели пластов окского надгоризонта Сорочинско-Никольского месторождения Оренбургской области.....35

*Шаймарданов М.Н.* Оценка влияния глинистости коллектора на КИН при разработке залежи системой вертикальных скважин .....40

*Кучумов Р.Я., Колев Ж.М.* Экспертная оценка качества гидродинамических моделей методом ELECTRE .....44

*Орлов С.А.* Определение способности восстановления проницаемости загрязненных пластов.....48

*Фаттахов И.Г., Кадыров Р.Р., Никифоров А.А., Мингазов И.Р.* Принципиальная возможность программного расчета естественной конвенции в теплообменнике .....50

Аннотации статей.....53

### 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: *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 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@mcn.ru>  
<vniiioeng@vniiioeng.ru>  
www.vniiioeng.mcn.ru

Подписано в печать 10.10.2012. Формат 84×108<sup>1/16</sup>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,88.  
Уч.-изд. л. 6,1. Тираж 1500 экз. Заказ № 77.  
Цена свободная. ОАО "ВНИИОЭНГ" № 5834.

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

November 2012

No. 11

12 issues per year

---

## CONTENTS

### MEASURING, AUTOMATION, TELEMECHANIZATION AND COMMUNICATION FACILITIES

*Isaev I.A., Khakimov D.R., Gorchev A.I.* The study of metrological properties of ultrasonic gas meter using standard flow-metering facilities ..... 3

### INFORMATIONAL, MEASURING, EXPERT, EDUCATIONAL SYSTEMS

*Bashlykov A.A.* Building principles of dynamic expert systems for rapid diagnosis of technological objects state of pipeline systems ..... 12  
*Burtseva A.E.* Predicting of pipelines operational safety to control risks while transporting oil and gas ..... 26

### MATHEMATICAL MODELING AND SOFTWARE

*Abdulmyanov S.Kh., Khazov S.I., Veliev M.M., Vladimirov I.V., Schekin A.I.* Optimal placement of an injection well in a formation layer-by-layer and zonally heterogeneous by permeability ..... 30  
*Gilmanova R. Kh., Khafizov R.M., Scheglov A.V., Firsov V.V., Kyzyma K. Yu.* Some specific aspects of geological model building of oksky superhorizon formations of sorochinsky-nikolsky field located in orenburg region ..... 35  
*Shaimardanov M.N.* Assessment of a collector's shaliness effect on oil recovery coefficient in case of a deposit development by means of verical wells system ..... 40  
*Kuchumov R. Ya., Kolev Zh.M.* Expert quality assessment by hydrodynamic models ELECTRE ..... 44  
*Orlov S.A.* Determination of permeability recovery of contaminated formations ..... 48  
*Fattakhov I.G., Kadyrov R.R., Nikiforov A.A., Mingazov I.R.* Principal possibility of computing calculation of natural convection in a heat-exchanger ..... 50

Abstracts of articles ..... 53

## 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., Fafurin V.A.*

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 (ПИ) 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

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВОГО СЧЕТЧИКА ГАЗА НА ЭТАЛОННЫХ РАСХОДОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

**Илья Александрович Исаев**, ведущий инженер  
**Дамир Рашидович Хакимов**, инженер первой категории  
**Александр Иванович Горчев**, канд. техн. наук, начальник научно-исследовательского отдела

*Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии" (ФГУП ВНИИР)  
420088, Россия, г. Казань, ул. 2-я Азинская, 7 а,  
тел.: (843)272-11-24;  
e-mail: vniir@list.ru.*

Исследованы метрологические характеристики ультразвукового счетчика газа на эталонных расходоизмерительных стендах лабораторий теплотехнических измерений Pigsar и завода-изготовителя, а также на эталонной установке ЭУ-2 в составе Государственного первичного эталона объемного расхода газа ГЭТ 118. Обнаружено, что при использовании счетчика с калибровочными коэффициентами, рассчитанными при условиях, отличных от условий измерений, происходит увеличение относительной погрешности измерений объемного расхода газа. Анализ полученных данных позволил установить, что причиной этого является влияние паразитных акустических шумов, избыточного давления на отдельные компоненты счетчика и его корпус, и изменение коэффициента усиления акустического сигнала. Приведены рекомендации по компенсации погрешности.

*Ключевые слова:* ультразвуковой преобразователь расхода; ультразвуковой расходомер; калибровка меры; эталонная расходоизмерительная установка.

### THE STUDY OF METROLOGICAL PROPERTIES OF ULTRASONIC GAS METER USING STANDARD FLOW-METERING FACILITIES

**Ilya Alexandrovich Isaev**, leading engineer  
**Damir Rashidovich Khakimov**, 1<sup>st</sup> category engineer  
**Alexander Ivanovich Gorchev**, Candidate of technical sciences, Head of Scientific-Research Department

*Federal State Unitary Enterprise "All-Russian Scientific-Research Institute of Flowmetry  
7a, Vtoraya Azinskaya str., 420088, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation  
tel.: (843)272-11-24;  
e-mail: vniir@list.ru.*

"Pigsar" standard flow-metering benches of thermo-technical laboratories and manufacturing factory as well as standard "ЭУ-2" unit entering State Primary Standard Facility for Volumetric Gas Flow "ГЭТ 118" were used for studying metrological properties of an ultrasonic gas meter. It is found out that while using the meter with calibration coefficients calculated under conditions, different from measurement conditions, there occurs an increase of relative measurement error of volumetric gas flow. The analy-

sis of the data obtained proves the fact that this happens due to influence of spurious acoustic noise, excessive pressure on separate components of the meter and its housing and change of coefficient of acoustic signal enhancement. Some recommendations on error compensation are presented in the article.

*Key words:* ultrasonic flow transducer; ultrasonic flowmeter; calibration of an actual measure; standard flow metering installation.

---

УДК 681.5:622.692

### ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

**Александр Александрович Башлыков**, канд. техн. наук, доцент

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

Рассматривается технология построения диагностических экспертных систем реального времени для оценки состояния сложных технологических объектов. В качестве примера сложного объекта рассматривается трубопроводная система транспорта нефти. Выделяются и описываются две компоненты экспертных систем неоперативного и оперативного контуров диагностирования. Показываются принципы декомпозиции оборудования магистральных нефтепроводов. Приводится описание архитектуры экспертной диагностической системы. Описываются пользовательские интерфейсы экспертов и диспетчеров системы управления магистральными нефтепроводами.

*Ключевые слова:* интеллектуальная поддержка принятия решений; объект управления; экспертные диагностические системы; реальное время; диагностические модели; базы диагностических знаний; нештатная ситуация; интерфейс эксперта; интерфейс диспетчера; модель знаний; модель данных; оперативно-диспетчерский интерфейс; интеллектуальный интерфейс.

### BUILDING PRINCIPLES OF DYNAMIC EXPERT SYSTEMS FOR RAPID DIAGNOSIS OF TECHNOLOGICAL OBJECTS STATE OF PIPELINE SYSTEMS

**Alexander Alexandrovich Bashlykov**, Candidate of technical sciences, assistant professor

*CJSC "VNIIST-Neftegazproekt"  
57a, Tcherbakovskaya str., 105187, Moscow, RF;  
e-mail: BashlykovAA@vngp.ru.*

Building technology of diagnostic expert systems of real time to assess the state of complex technological facilities is discussed. Oil pipeline system is taken as an example for a complex object consideration. Two components of expert systems of non-operational and operational diagnosing paths are identified and described. Principles of decomposition of trunk pipelines equipment are shown. Description of expert diagnostic system

architecture is presented. Users' interfaces of experts' and dispatchers' providing control over trunk pipeline system operation are described.

*Key words:* intellectual support of decision-making; object of management; expert diagnostic systems; real time; diagnostic models; diagnostic knowledge bases; emergency situation; expert's interface; dispatcher's interface; model of knowledge; model of data; operative-dispatching interface; intelligent interface.

УДК 681.5:622.276:622.279

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОДУКЦИИ

**А.Е. Бурцева**

*РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина  
119991, ГСП-1, В-296, г. Москва, Ленинский просп., 65;  
e-mail: annaburceva@yandex.ru.*

В статье приведен пример применения методики прогнозирования безопасности функционирования трубопроводов (элемент магистрального трубопровода) с учетом инновационной составляющей развития технических средств и технологий, которая позволяет составлять прогноз фрагментарной и комплексной безопасности и проводить обоснованное управление рисками.

*Ключевые слова:* управление рисками; безопасность системы; анализ безопасности.

## PREDICTING OF PIPELINES OPERATIONAL SAFETY TO CONTROL RISKS WHILE TRANSPORTING OIL AND GAS

**А.Е. Burtseva**

*Gubkin Russian State University of Oil and Gas  
65, Leninsky prospect, GSP-1, V-296, 119991, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: annaburceva@yandex.ru.*

The article describes an example of methodology applied for pipeline safety prediction (an element of a trunk pipeline) with account of innovative component of technical tools and technologies development, which allows making fragmented and complex safety projections and implementing sound risks management.

*Key words:* risk management; system safety; safety analysis.

УДК 622.276:681.5

## ОПТИМАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ В ПОСЛОЙНО И ЗОНАЛЬНО-НЕОДНОРОДНОМ ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ ПЛАСТЕ

**С.Х. Абдульмянов<sup>1</sup>, С.И. Хазов<sup>1</sup>, М.М. Валиев<sup>2</sup>,  
И.В. Владимиров<sup>2</sup>, А.И. Щекин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ОАО "ТНК-Нижневартовск"

*626440, Ханты-Мансийский АО, г. Нижневартовск, ул. Индустриальная, 67;  
<sup>2</sup>ООО НПО "Нефтегазтехнология";  
450070, г. Уфа, ул. Революционная, 96/2,  
тел.: (83472) 28-18-75.*

В работе рассмотрены вопросы оптимального размещения нагнетательной скважины в системе добывающих скважин в зонально и послойно неоднородном по проницаемости пласте. Показано, что размещение нагнетательной скважины в низкопроницаемой зоне послойно однородного пласта приводит к существенному снижению темпов отбора нефти, что соответствует промысловым данным. Однако стремление разместить скважину в высокопроницаемой зоне не приводит к существенному увеличению конечного КИН. В то же время расчлененность и послойная неоднородность поля проницаемости коллектора вносит значительные коррективы в выводы, полученные для послойно однородного пласта. Результаты показывают, что в ряде случаев размещение нагнетательной скважины в области пониженной проницаемости (в среднем по разрезу) является более предпочтительным, если это позволит ограничить поступление воды в высокопроницаемый пропласток и в некоторой степени выровнять фронт заводнения послойно-неоднородного по проницаемости пласта.

*Ключевые слова:* моделирование; нагнетательные скважины; зонально и послойно неоднородный по проницаемости пласт; КИН.

## OPTIMAL PLACEMENT OF AN INJECTION WELL IN A FORMATION LAYER-BY-LAYER AND ZONALLY-HETEROGENEOUS BY PERMEABILITY

**S.Kh. Abdulmyanov<sup>1</sup>, S.I. Khazov<sup>1</sup>, M.M. Veliev<sup>2</sup>,  
I.V. Vladimirov<sup>2</sup>, A.I. Schekin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>JSC "TNK-Nizhnevartovsk"  
67, Industrialnaya str., 626440, Nizhnevartovsk, Khanty-Mansi autonomous territory, Russian Federation;  
<sup>2</sup>"NPO Neftegaztehnologiya, Ltd."  
96/2, Revoliutsionnaya str., 450070, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation  
tel.: (83472) 28-18-75.

The paper considers problems of optimal placement of an injection well in a system of producing wells in a formation permeably heterogeneous zonally and layer-by-layer. Placement of an injection well in a low-permeable zone of a layer-by-layer homogeneous formation is shown to bring essential decrease of oil extraction speed, thus corresponding to field data. However, intention to place a well in a highly-permeable zone doesn't lead to sufficient increase of final oil recovery coefficient. At the same time partitioning and layer-by-layer heterogeneity of a collector's permeability field rather essentially corrects conclusions made for a layer-by-layer homogeneous formation. The results witness the fact that in a number of cases placement of an injection well in the area of decreased permeability (along the section, averagely) appears more preferable in case it allows limiting of water coming into a highly-permeable interlayer and, in a certain degree, leveling of water-flooding front of a formation layer-by-layer heterogeneous by permeability.

*Key words:* modeling; injection wells; formation zonally and layer-by-layer heterogeneous; oil recovery coefficient.

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЛАСТОВ ОКСКОГО НАДГОРИЗОНТА СОРОЧИНСКО-НИКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Р.Х. Гильманова<sup>1</sup>, Р.М. Хафизов<sup>1</sup>, А.В. Щеглов<sup>1</sup>,  
В.В. Фирсов<sup>2</sup>, К.Ю. Кызыма<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО НПО "Нефтегазтехнология"  
450070, г. Уфа, ул. Революционная, 96/2,  
тел.: (83472) 28-18-75;  
<sup>2</sup>ОАО "Оренбургнефть"  
460002, г. Оренбург, ул. Терешковой, 33,  
тел.: (3532) 77-54-01.

В статье содержится описание проблем, встреченных при построении геологической модели пластов окского надгоризонта Сорочинско-Никольского месторождения Оренбургской области, а также методы их решения. Кроме того, показан общий ход построения геологической модели. В заключении отмечено, что построенная геологическая модель пригодна для дальнейшего построения гидродинамической модели и использовании в промысловых условиях.

*Ключевые слова:* геологическая модель пластов; проблемы построения геологической модели; гидродинамическая модель.

## SOME SPECIFIC ASPECTS OF GEOLOGICAL MODEL BUILDING OF OKSKY SUPERHORIZON FORMATIONS OF SOROCHINSKY-NIKOLSKY FIELD LOCATED IN ORENBURG REGION

R.Kh. Gilmanova<sup>1</sup>, R.M. Khafizov<sup>1</sup>, A.V. Scheglov<sup>1</sup>,  
V.V. Firsov<sup>2</sup>, K.Yu. Kyzyma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>"NPO "Neftegaztehnologia, Ltd"  
96/2, Revolutsionnaya str., 450070, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation  
tel.: (83472) 28-18-75;  
<sup>2</sup>JSC "Orenburgneft"  
33, Tereshkova str., 460002, Orenburg, Russian Federation  
tel.: (3532) 77-54-01.

The article describes problems which arose during building of formations' geological model of Oksky superhorizon of Sorochinsky-Nikolsky fields located in Orenburg region. Methods applied for these problems salvation are presented as well. Besides, the article shows common procedure of a geological model development. The article concludes that the developed geological model can be applied for further development of a hydro-dynamic model as well as used in field conditions.

*Key words:* formations' geological model; problems of a geological model development; hydro-dynamic model

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЛИНИСТОСТИ КОЛЛЕКТОРА НА КИН ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАЛЕЖИ СИСТЕМОЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН

М.Н. Шаймарданов

ООО НПО "Нефтегазтехнология"  
450070, г. Уфа, ул. Революционная, 96/2,  
тел.: (83472) 28-18-75.

В статье на принципиально новой синтетической модели проводится исследование процессов выработки запасов нефти при различном содержании глинистых частиц в песчаном коллекторе. Показано, что с повышением  $K_{гп}$  на 10 % дебит по жидкости уменьшается на 30...50 %, а конечный коэффициент извлечения нефти снижается по экспоненциальному закону.

*Ключевые слова:* моделирование; вертикальные скважины; глинистый коллектор; КИН.

## ASSESSMENT OF A COLLECTOR'S SHALINESS EFFECT ON OIL RECOVERY COEFFICIENT IN CASE OF A DEPOSIT DEVELOPMENT BY MEANS OF VERTICAL WELLS SYSTEM

M.N. Shaimardanov

"NPO "Neftegaztehnologia, Ltd."  
96/2, Revolutsionnaya str., 450070, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation;  
tel.: (83472) 28-18-75.

The article describes principally new synthetic model applied for carrying out scientific research relating to some processes of oil extraction out of a sand collector with various content of clay particles. It is shown that 10 % increase of  $K_{гп}$  brings 30...50 % reduction of liquid flow rate while final oil recovery coefficient reduces in accordance with exponential law.

*Key words:* modeling; vertical wells; clayish collector; oil recovery coefficient.

## ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДОМ ELECTRE

Р.Я. Кучумов<sup>1</sup>, Ж.М. Колев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг"  
127055, г. Москва, ул. Суцеский Вал, 2;  
e-mail: kuchumov.r.ya@gmail.com;  
<sup>2</sup>ГОУ ВПО Тюменский государственный нефтегазовый университет  
625027, Россия, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, 38;  
e-mail: jackkolev@gmail.com.

Предложен новый алгоритм оценки качества реализаций геолого-технологических и гидродинамических моделей, основанный на методе ELECTRE. Разработана методика и программный продукт, реализующие вычисления и дающие количественную оценку каждой из рассматриваемых реализаций. Приведено описание программного продукта MethELEC и численный пример вычислительного эксперимента.

*Ключевые слова:* экспертная оценка; многокритериальные методы; метод ELECTRE; алгоритмизация; гидродинамическое моделирование; трехмерные модели.

## EXPERT QUALITY ASSESSMENT BY HYDRODYNAMIC MODELS ELECTRE

R.Ya. Kuchumov<sup>1</sup>, Zh.M. Kolev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО "LUKOIL-Engineering"  
e-mail: kuchumov.r.ya @ gmail.com;

<sup>2</sup>Tyumen State Oil and Gas University  
38, 50-let Oktyabrya str., 625027, Tyumen, Russian Federation;  
e-mail: jackkolev@gmail.com.

A new algorithm for assessing the quality of implementations of geotechnical and hydrodynamic models based on the method ELECTRE is proposed. The technique and the software implementing the calculations and give a quantitative estimate of each of the considered implementations. A description of the product MethELEC and a numerical example of computer simulation is conducted.

*Key words:* peer assessment; multicriteria methods; the method ELECTRE; algorithmization; hydrodynamic modeling; three-dimensional models.

УДК 622.276.5.001.42

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЛАСТОВ

Сергей Александрович Орлов, аспирант

ГОУ ВПО Тюменский государственный нефтегазовый университет  
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38;  
e-mail: xtioxinx@mail.ru.

В статье рассматривается изменение скин-эффекта на кривых восстановления давления при испытаниях пластов. Учет влияния эффекта самоочищения призабойной зоны пласта позволяет наиболее достоверно оценивать фильтрационные параметры.

*Ключевые слова:* исследование скважин; депрессия; газ; давление.

## DETERMINATION OF PERMEABILITY RECOVERY OF CONTAMINATED FORMATIONS

Sergei Alexandrovich Orlov, post-graduate student

Tyumen State Oil and Gas University  
38, Volodarskogo str., 625000, Tyumen, Russian Federation;  
e-mail: xtioxinx@mail.ru.

This article considers skin-effect change on pressure recovery curves while formations testing. Accounting of self-cleaning effect of a formation bottomhole zone provides the most reliable assessment of filtration parameters.

*Key words:* well testing; depression; gas; pressure.

УДК 622.276:681.5

## ПРИНЦИПАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГРАММНОГО РАСЧЕТА ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ В ТЕПЛОБМЕННИКЕ

Ирик Галиханович Фаттахов<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент  
Рамзис Рахимович Кадыров<sup>2</sup>, д-р техн. наук  
Алексей Александрович Никифоров<sup>1</sup>,  
Ильшат Ришатович Мингазов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО "Уфимский государственный нефтяной технический университет" филиал в г. Октябрьский  
452600, Республика Башкортостан, г. Октябрьский,  
ул. Девонская, 54а,  
тел.: (34767) 66-030;  
e-mail: i-fattakhov@rambler.ru;

<sup>2</sup>Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти (ТатНИПИнефть) открытого акционерного общества "Татнефть" имени В.Д. Шашина  
423236, Республика Татарстан, г. Бузульма, ул. М. Джа-  
лия, 32;

<sup>3</sup>ГБОУ ВПО Альметьевский государственный нефтяной институт  
423450, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, 2.

В статье рассмотрены возможные переходы тепла из одной части пространства в другую посредством теплопроводности, излучения и конвекции. Рассмотрена естественная конвекция, при которой нижние слои вещества нагреваются, становятся легче и всплывают, а верхние слои, наоборот, остывают, становятся тяжелее и погружаются вниз, после чего процесс повторяется. В работе представлено программное обеспечение, показывающее графическое распределение температур в противоточном теплообменнике. Приведен пример расчета для фреона и воды.

*Ключевые слова:* конвекция; нагревание; трубы; теплообмен; противоточный процесс; программа.

## PRINCIPAL POSSIBILITY OF COMPUTING CALCULATION OF NATURAL CONVECTION IN A HEAT-EXCHANGER

Irik Galikhanovich Fattakhov<sup>1</sup>, Candidate of technical sciences, docent  
Ramzis Rakhimovich Kadyrov<sup>2</sup>, Doctor of technical sciences  
Alexei Alexandrovich Nikiforov<sup>1</sup>  
Ilshat Rishatovich Mingazov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>"Ufa State Petroleum Technical University", affiliate in Oktyabrsk city  
54a, Devonskaya str., 452600, Oktyabrsk, Republic of Bashkortostan, Russian Federation,  
tel.: (34767) 66-030;  
e-mail: i-fattakhov@rambler.ru;

<sup>2</sup>"Tatar Scientific-Research and Project Institute of Oil (Tat-NIPIneft) of JSC "Tatneft" named after V. Shashin  
32, M. Jalil str., 423236, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

<sup>3</sup>"Almetievsk State Petroleum Institute"  
2, Lenin str., 423450, Almetievsk, Republic of Tatarstan, Russian Federation

The article considers possible transfer of heat from one part of space into another one by means of heat conductivity, radiation and convection. Natural convection when low strata of a substance are heated, become lighter and float up, while high strata, quite opposite, cool off, become heavier and dip down, followed by repetition of the process, is discussed as well. The article presents software providing graphical distribution of temperatures in a reverse-flow heat exchanger. Calculation example for Freon and water is submitted.

*Key words:* convection; heating; tubing; heat exchange; reverse flow; software.