

**Научный совет РАН по проблемам геологии и разработки
месторождений нефти и газа
(НСПГРМНГ РАН)
Нанотехнологическое общество России
(НОР)
Парламентский Центр «Наукоемкие технологии,
интеллектуальная собственность» ФС РФ
(ПЦ «НТИС» ФС РФ)
Российский государственный университет нефти и газа
(Национальный исследовательский университет)
имени И.М.Губкина
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина)
Фонд инноваций имени Н.К.Байбакова
(Байбаков-Фонд)**

НАНОЯВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ: ОТ НАНОМИНЕРАЛОГИИ И НАНОХИМИИ К НАНОТЕХНОЛОГИЯМ

В основе миллиардного бизнеса – «нано»

**Материалы VI Международной Конференции
«NANOTECHOILGAS-2018»**

Москва, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, 20-21 ноября 2018г.



МОСКВА – 2018

«Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям» / под ред. Хавкина А.Я. // Материалы VI Международной Конференции в г. Москва 20-21 ноября 2018г., НСПГРМНГ РАН, НОР, ПЦ ФС РФ «НТИС», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Байбаков-Фонд, М.: ОАО «Творческая Мастерская, 2018, 310с.

ISBN 978-5-91961-276-6

Представлены материалы VI Международной Конференции, показывающие определяющее влияние наноявлений в нефтегазовых пластах и промышленном оборудовании на эффективность добычи нефти и газа.

В числе докладчиков Конференции представители России, Франции, Азербайджана, Израиля, Казахстана, Китая из городов Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Краснодара, Уфы, Ижевска, Новосибирска, Самары, Сколково, Альметьевска, Парижа, Баку, Пекина, Холона, Актау. Доклады представили ученые из ведущих университетов России: МГУ имени М.В. Ломоносова, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Санкт-Петербургского горного университета, Казанского (Приволжского) федерального университета, Башкирского государственного университета, Удмуртского государственного университета, Ижевского государственного технического университета, Самарского университета, из ряда институтов Российской академии наук и производственных организаций.

На Конференции прошли заседания Пленарные и по тематическим секциям: NC – Нанохимия нефтегазовых систем, NP – Наноявления в нефтегазовой сфере, NM – Наноминералогия коллекторов и флюидоупоров нефти и газа, NT – Нефтегазовые нанотехнологии, NE – Наноматериалы и охрана окружающей среды при добыче нефти и газа, а также NA – стендовые доклады в рамках вышеуказанных тематических секций.

Для организаторов научной деятельности, специалистов по нанотехнологиям и разработке месторождений нефти и газа.

«Nanophenomena at the hydrocarbon fields development: from nanomineralogy and nanochemistry to nanotechnologies»® / under ed. Khavkin A.Ya. // Materials of the VI International Conference, Moscow, November 20-21, 2018, SCGDOGFRAS RNS, PC «НТИР» FA RF, Gubkin University, Baybakov-found, M.: JSC «Creative Workshop, 2018, 310p.

It is presented the materials the VI International Conference, showing determining influence nanophenomena in oil-and-gas layers and in the trade equipment on efficiency of an oil and gas recovery.

Among lecturers of Conference representatives the lecturers from of Russia, France, Azerbaijan, Israel, Kazakhstan, China from cities of Moscow, Sankt-Petersburg, Kazan, Krasnodar, Ufa, Izhevsk, Novosibirsk, Samara, Skolkovo, Almetjevsk, Paris, Baku, Beijing, Holon, Aktay.

The reports were presented by scientists from leading universities of Russia and from a number of institutes of the Russian Academy of Sciences and production organizations.

At Conference have passed sessions Plenary and thematic: NC – Nanochemistry of petroleum systems, NP – Nanophenomena and nanofluidics in oil & gas fields, NM – Nanomineralogy of oil & gas reservoirs and seals, NT – Petroleum nanotechnologies, NE – Nanomaterials and environmental protection in oil & gas industry, and also NA – posters session within the framework of above-stated thematic sessions.

For organizers of scientific activity, experts on nanotechnologies and on development of oil and gas fields.

ISBN 978-5-91961-276-6

© – авторы докладов, 2018 – свои доклады (authors of reports, 2018 - the own reports)

© – Хавкин А.Я., 2018 – редактирование, составление, макет (Khavkin A.Ya., 2018, – editing, drawing up, design)

© – Хавкин А.Я., Изотов В.Г., 2010 – эмблема (Khavkin A.Ya., Izotov V.G., 2010 – an emblem)

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

20 ноября 2018 г., вторник

09.00-	<u>Регистрация участников, получение материалов конференции,</u>	
10.00	<u>обсуждение тем докладов конференции</u>	
	Подача заявлений на вступление в секцию «Нанотехнологии для нефтегазового комплекса» (НГК) Нанотехнологического общества России (НОР)	
10.00-	<u>Пленарное заседание</u>	
13.00	Сопредседатели заседания:	
	Калюжный В.И. – Президент НП «Консорциум «Союзнефтегазинвест»	
	Шмаль Г.И. – Президент Союза нефтегазопромышленников РФ	
	Мартынов В.Г. – Ректор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, д.э.н., проф.	
	Быков В.А. – Президент НОР, Генеральный директор НТ-МДТ, д.т.н., проф., лауреат Медали ЮНЕСКО «За вклад в развитие нанонауки и нанотехнологий»	
10.00-	Приветствие Сопредседателя Программного Комитета Конференции	
10.20	Е.П.Велихова, Председателя Президиума РАН, д.ф.-м.н., проф., академика РАН ...	10
10.20-	Современные проблемы нефтегазовой отрасли	11
10.40.	Калюжный В.И.	
	(Президент НП «Консорциум «Союзнефтегазинвест», Министр топлива и энергетики РФ (1999-2000гг.), Чрезвычайный и полномочный посол РФ, Москва)	
10.40-	Будущие специалисты отрасли – главный вопрос сегодняшнего дня	14
11.00	Шмаль Г.И. (Президент Союза нефтегазопромышленников России, Москва)	
11.00-	Сырьевая база нефтегазовых ресурсов РФ	18
11.20	Шпуров И.В. (Генеральный директор Государственного комитета по запасам природных ресурсов РФ, Москва)	
11.20-	Open innovation for nanotechnology solution development	24
11.40	(Нанотехнологии для добычи и разработки в компании Тоталь)	
	Dauboin P. (TOTAL E&P, Innovation Manager, Former Director of Moscow Research and Innovation Centre, France, Paris)	
11.40-	Зондовая микроскопия и спектроскопия для исследования поверхностных	
12.00	структур аморфных и кристаллических материалов: измерения и технологии нанометрового масштаба	30
	Быков В.А. (Президент НОР, Генеральный директор НТ-МДТ, Кафедра микроэлектроники ФФКЭ МФТИ, Москва)	
12.00-	Organic water soluble silicates for the protective nanostructured coatings &	
12.20	covering	33
	Figovsky O L. (Association of Israeli Inventors, Israel)	
12.20-	Катализаторы и технологии гидрогенизационных процессов	35
12.40	Малышев Н., Логинов С., Смирнов В.К.	
	(ООО «Компания КАТАХИМ», ООО «Сервис Катализаторных Систем», Москва)	
12.40-	Металлические наноматериалы и лазеры для нефтегазовой отрасли	43
13.00	Карпюк Л.А., Парфенов А.А., Шамин Д.В.	
	(АО «ВНИИНМ», Москва)	
13.00-	Обеденный перерыв	
14.00		
14.00-	<u>Продолжение Пленарного заседания</u>	
16.40	Сопредседатели заседания:	
	Фахретдинов Р.Н. – Генеральный директор ООО МПК «ХимСервисИнжиниринг», д.х.н., проф.	
	Рогачев М.К. – Зав. кафедрой Санкт-Петербургского горного университета, д.т.н., проф.	
14.00-	Российский опыт добычи газа из нанокolleкторов	52
14.20	Коротков С.В., Ивакин Р.А., Григулецкий В.Г.	
	(ООО «Газпром добыча Краснодар», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина)	
14.20-	Опыт использования нанотехнологий для повышения КИН	65
14.40	Фахретдинов Р.Н., Якименко Г.Х., Бобылев О.А., Тастемиров С.А.	
	(ООО МПК «ХимСервисИнжиниринг», Москва)	

14.40-16.00	Состояние метастабильных гидратов метана в глинах вечной мерзлоты	69
	<i>Якушев В.С.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
16.00-16.20	Влияние структуры порового пространства на недобор Россией 100 млн. т нефти в год	74
	<i>Хаевкин А.Я.</i> (НОР, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
16.20-16.40	Азербайджанский журнал по нанотехнологиям о нефтегазодобыче	78
	<i>Шахбазов Э.К.</i> (ГНКАР-SOCAR, Баку, Азербайджанская Республика)	
16.40-17.00	Нанотехнологическая кооперация академических институтов, вузов и производственных предприятий	80
	<i>Раткин Л.С.</i> (Главный специалист НИЦ «Курчатовский институт» РАН, Москва)	
17.00-17.20	Современные системы измерения объема и массы нефтепродуктов с использованием нанотехнологий	92
	<i>Павлов Б.П., Шашин С.Ю.</i> (Дирекция федеральных целевых и региональных программ, Казань)	
17.20-17.40	Проблемы и технологии обессеривания нефти	96
	<i>Чернышева Е.А., Кожевникова Ю.В., Смирнова Л.А.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
17.40-18.00	Актуальные проблемы инновационного развития нефтегазового комплекса	99
	<i>Севостьянов В.Л.</i> (Ученый секретарь ПЦ ФС РФ «Научное общество «Интеллектуальная собственность», Москва)	
18.00-19.00	Обсуждение пленарных докладов, предложений по Резолюции Конференции	

21 ноября 2016г., среда

9.00-10.20 Продолжение Пленарного заседания

10.20 Сопредседатели заседания:

Малинецкий Г.Г. – Вице-президент НОР, Зав. лабораторией Института прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, д.ф.-м.н., проф.

Хавкин А.Я. – Член Центрального Правления Нанотехнологического общества России, д.т.н., проф. РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина

9.00-9.20 **Наномодифицированные текстильные материалы для нефтегазовой отрасли** ... 100

Кричевский Г.Е. (Нанотехнологическое общество России, Москва)

9.20-9.40 **Комплекс космогеологических методов поисков углеводородного сырья**
 104 |

Туманов В.Р. (ООО Космические технологии, Москва)

9.40-10.00 **Шельф. Энергетика. Миропорядок**
 111 |

Бабкин В.И. (Эксперт Государственной думы РФ, Москва)

10.00-10.20 **Геополитика углеводородов. Геозкономика. Геокультура**
 115 |

Малинецкий Г.Г., Ахромеева Т.С., Иванов В.В.

(Институт прикладной математики имени М.В.Келдыша РАН, Президиум РАН, Москва)

10.20-10.30 Перерыв

10.30 Подача заявлений на вступление в секцию «Нанотехнологии для НГК» НОР

10.30-11.20 Секция НС «Нанохимия нефтегазовых систем»

11.20 Сопредседатели заседания:

Сафиева Р.З. – Зав. кафедрой РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина, д.т.н., проф.

Локтев А.С. – Профессор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, д.х.н., проф.

10.30-10.40 **Кислородная и углекислотная конверсия метана в синтез-газ, катализируемая никелем и кобальтом, нанодиспергированными в матрице цеолита MF1**
 126 |

Мухин И.Е., Караваев А.А., Локтев А.С., Роголева Е.В., акад. РАН А.Г.Дедов, акад. РАН И.И.Моисеев (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)

10.40-10.50 **Влияние кремнеземного модуля цеолитов MF1, синтезированных гидротермально-микроволновым методом, на их пористую структуру, кислотные и каталитические свойства**
 130 |

Митиненко А.С., Караваев А.А., Локтев А.С., акад. РАН Дедов А.Г.

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)

10.50-11.00 **Методы получения наноприфибриллярной целлюлозы**
 136 |

Аникушин Б.М., Новиков А.А., Гуцин П.А., Иванов Е.В., Винокуров В.А.

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)

6

11.00-	Модификация внутреннего пространства природных алюмосиликатных нанотрубок наночастицами Ru с использованием азинов в качестве лигандов ...	140
11.10	<i>Чудаков Я.А., Аникушин Б.М.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
11.10-	Влияние легких углеводородов на устойчивость структуры тяжелой нефти в термических процессах	143
11.20	<i>Косачев И.П., Борисов Д.Н., Якубов М.Р., Шамсуллин А.И., Айнуллов Т.С.</i> (ИОФХ им. А.Е.Арбузова КНЦ РАН, Казань, ПАО «Татнефть» им. В.Д.Шашина, Альметьевск)	
11.20-	Перерыв	
11.30	Подача заявлений на вступление в секцию «Нанотехнологии для НГК» НОР	
11.30-	<u>Секция НР «Наноявления и нанофлюидика в нефтегазовой сфере»</u>	
13.20	Сопредседатели заседания:	
	Кадет В.В. – Зав. кафедрой РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, д.т.н., проф.	
	Шевырёва Т.В. – Профессор ФГБОУ ВО «МПГУ», к.п.н.	
11.30-	Достижения квантовой физики для нефтегазовых технологий	147
11.40	<i>Серебряков С.Г.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
11.40-	Влияние структуры порового пространства на течение наноразмерных водонефтяных эмульсий	150
11.50	<i>Галечан А.М., Кадет В.В.</i> (ООО Шлюмберже Восток, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
11.50-	Гидродинамическое моделирование полимерного заводнения с использованием перколяционного подхода к описанию ФЕС	155
12.00	<i>Ярыш В.В., Кравченко М.Н., Кадет В.В.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
12.00-	Влияние неньютоновских свойств нефти на КИН при вытеснении нефти разноминерализованными полимерными растворами	159
✓ 12.10	<i>Хавкин А.Я., Хавкин Б.А.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
12.10-	Математическое моделирования распространения взрывной волны в пористой среде	163
12.20	<i>Кравченко М.Н., Рыбакин Б.П., Смирнов Н.Н.</i> (РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва)	
12.20-	Исследование влияния капиллярных эффектов на фильтрационные течения в пористых средах в условиях микрогравитации	168
12.30	<i>Скрылева Е.И., Никитин В.Ф., Смирнов Н.Н., Душин В.Р.</i> (МГУ имени М. В. Ломоносова, Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований РАН, Москва)	
12.30-	Экспериментальное изучение диффузии солей в водонасыщенных терригенных породах	179
12.40	<i>Шеляго Е.В., Язынина И.В., Йебоах Р.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
12.40-	Методика реологических исследований нефти для оценки фазового состояния в ней парафинов	184
12.50	<i>Александров А.Н., Рогачев М.К.</i> (Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург)	
12.50-	Экспериментальное исследование воздействия ВЧ и СВЧ электромагнитных полей на нефтяные сланцы	192
13.00	<i>Ковалева Л.А., Зиннатуллин Р.Р., Султангаужин Р.Ф., Сектаров Э.С., Спасённых М.Ю.</i> (Башкирский государственный университет, Уфа; Сколковский институт науки и технологий, Сколково)	
13.00-	Особенности образования газовых гидратов в морских осадках	198
13.10	<i>Суетнова Е.И.</i> (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва)	
13.10-	Применение численного моделирования для изучения теплового воздействия на газовые гидраты в пористой среде	201
13.20	<i>Повещенко Ю.А., Казакевич Г.И.</i> (Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва)	
13.20-	Обеденный перерыв	
14.20		

14.20-	Секция NM «Наноминералогия коллекторов и флюидоупоров нефти и газа»	
15.00	Сопредседатели заседания:	
	Постникова О.В. – Зав. лабораторией РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, д.г.-м.н., проф.	
	Якимов А.С. – Доцент РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, к.г.-м.н.	
14.20-	Мобильная геофизика при поисках и разведке месторождений углеводородов	
14.30	доманиковых отложений	204
	<i>Боровский М.Я., Успенский Б.В., Якимов А.С., Таеризов В.Е., Liang Xinping</i> (КФУ, ООО «Геофизсервис», Казань, Республика Татарстан; РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия; Научно-исследовательский институт по разведке и разработке нефти СИНОПЕК, Пекин, Китай)	
14.30-	Иерархическая структура пустотного пространства тонкодисперсных пород	
14.40	продуктивных отложений	211
	<i>Постникова О.В., Постников А.В., Сивальнева О.В., Антипова О.А., Пошибаев В.В.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
14.40-	Особенности вещественного состава пород баженовской свиты	214
14.50	<i>Ситдикова Л.М., Бондарев Е. В, Хасанова Н.М.</i> (КПФУ, Казань)	
14.50-	Проявление каталитической активности наноразмерных фаз глинистых	
15.00	минералов в пластовых условиях	216
	<i>Косачев И.П., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М., Косачева Э.М.</i> (ИОФХ им. А.Е.Арбузова КНЦ РАН, Казанский Приволжский федеральный университет, Казань)	
15.00-	Перерыв	
15.20	Подача заявлений на вступление в секцию «Нанотехнологии для НГК» НОР	
15.20-	Секция NT «Нефтегазовые нанотехнологии»	
17.20	Сопредседатели заседания:	
	Кошуг Д.Г. – Декан ВШИБ (факультет) МГУ имени М.В.Ломоносова, д.г.-м.н., проф.	
	Шахбазов Э.К. – Директор Департамента ГНКАР-SOCAR, д.т.н., проф., Азербайджанская республика	
✓ 15.20-	Наноразмерные механизмы обводнения скважин	220
15.30	<i>Хавкин А.Я.</i> (НОР, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
15.30-	Перспективы применения нанотехнологий для повышения эффективности	
✓ 15.40	разработки нефтяных месторождений (на примере пласта ЮВ11 Безымянного месторождения)	225
	<i>Хавкин А.Я., Оленина И.В.</i> (ВШИБ МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва)	
15.40-	Управление реологическими свойствами нефти электромагнитным полем	233
15.50	<i>Каримова Г.И., Ковалева Л.А.</i> (Башкирский государственный университет, Уфа)	
15.50-	Особенности применения бинарных смесей для интенсификации притока	
16.00	на месторождениях поздней стадии разработки	237
	<i>Кравченко М.Н., Диева Н.Н., Мурадов А.В., Лищук А.Н.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, ООО «Управляющая компания «Группа ГМС»)	
16.00-	Предупреждение осложнений при бурении на основе анализа фазового	
16.10	состояния пород в призабойной зоне	241
	<i>Васильева З.А.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
16.10-	Нанотехнологии подготовки буровых растворов для защиты нефтегазовых	
16.20	залежей на примере месторождений КНР	246
	<i>Хуа С., Кадет В.В., Оганов А.С.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, РФ, Китай))	
16.20-	Эффективность закачки полимер-гелевой системы «темпоскрин-люкс»	
16.30	в пласт с суперколлекторами	255
	<i>Чагиров П.С., Донских Д.А., Никулин К.А.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
✓ 16.30-	Планирования мероприятий по интенсификации добычи нефти	
✓ 16.40	на основе методики деревьев решений	262
	<i>Натаров А.Л., Борхович С.Ю., Колесова С.Б.</i> (АО «Белкамнефть» им. А.А.Волкова, УдГУ, Ижевск)	

16.40- 16.50	Повышение эффективности разработки сложнопостроенных залежей нефтегазовых месторождений с трещинными коллекторами с помощью нанотехнологий	270
	<i>Рыскин А.Ю., Долгополов М.В.</i> (ООО РИНГО ГРУПП, Самарский университет, МИП ООО ТП АиСТ, Самара)	
16.50-	Перерыв	
17.00	Подача заявлений на вступление в секцию «Нанотехнологии для НГК» НОР	
17.00-	<u>Секция НЕ «Наноматериалы и охрана окружающей среды в нефтегазовой сфере».</u>	
18.00	Сопредседатели заседания:	
	Плетнев М.А. – Директор НОЦ «Нанотехнологии для ТЭК» ИжГТУ, д.х.н., проф. Изотов В.Г. – Член бюро секции «НТНГК» НОР, к.г.-м.н.	
17.00-	Возможность использования металлизационного покрытия для защиты монтажных стыков нефтепромысловых трубопроводов	272
17.10	<i>Елагина О.Ю., Бурякин А.В., Буклаков А.Г., Волков И.В., Будникова Т.А.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва)	
17.10-	Использование таталовых чип конденсаторов в разработке и производстве оборудования для ТЭК	276
17.20	<i>Плетнев М.А., Рыбин С.В., Шукшин М.Н.</i> (НОЦ «Нанотехнологии для ТЭК» ИжГТУ имени М.Т. Калашникова ОАО «Элеконд», Ижевск)	
17.20-	Разработка технологии и установки плазменной импульсной резки	279
17.30	<i>Раденко А.В., Раденко В.В., Свирков В.Б., Долгополов М.В.</i> (ООО МИК «Квазар», ООО ТП АиСТ, Самарский университет, Самара)	
11.00-	<u>Секция НА «Стендовые доклады»</u>	
12.00	Сопредседатели секции:	
	Кравченко М.Н. – Доцент РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, д.ф. - м.н. Ситдикова Л.М. – Доцент Казанского Приволжского федерального университета, к.г.- м.н.	
NA1	Экспериментальные исследования роли ионнообмена при реализации полимерной технологии разработки месторождения Каламкас	281
✓	<i>Хавкин А.Я., Иманбаев Б.А.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва, АО «Мангистаумунайгаз», Актау, Казахстан)	
NA2	Анализ эффективности технологии пароциклической обработки пласта в качестве метода увеличения нефтеотдачи	285
	<i>Ахметшина А.М.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
NA3	Оценка эффективности использования установок парогазового цикла на компрессорных станциях магистральных газопроводов	288
	<i>Гупалов Р.С., Калинин А.Ф.</i> (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)	
✓ NA4	Применение технология Data mining в добычи нефти и газа	290
	<i>Борхович С.Ю., Натаров А.Л., Колесова С.Б.</i> (УдГУ, АО «Белкамнефть» им. А.А.Волкова, Ижевск)	
NA5	Образование нано-композитов Ru	295
	<i>Микаилова М.Р.</i> (Азербайджанский Государственный Нефтяной и Промышленный Университет, Баку)	
NA6	Нефтегазовые ориентиры РАН	297
	<i>Хавкин А.Я.</i> (Эксперт РАН, Москва)	
NA7	Шестая конференция «NANOTECHOILGAS»	306
	<i>Изотов В.Г., Севостьянов В.Л., Хавкин А.Я.</i> (НОР, Москва)	
17.30-	<u>Итоговое заседание</u>	
17.50	Сопредседатели заседания:	
	Мурадов А.В. – Проректор РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, д.т.н., проф. Хавкин А.Я. – Председатель Оргкомитета Конференции, д.т.н. <u>Выработка документов конференции, выдача сертификатов участникам</u>	
17.50- 18.00	<u>Заседание секции «Нанотехнологии для НГК» НОР, прием новых членов секции</u>	

ПЛАНИРОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДИКИ ДЕРЕВЬЕВ РЕШЕНИЙ

А.Л.Натаров*, С.Ю.Борхович**, С.Б.Колесова**

*АО «Белкамнефть» им.А.А.Волкова, Ижевск

** Институт нефти и газа им. М.С.Гуцериева, УдГУ, Ижевск

Показано, что применение методики деревьев решений позволило дать рекомендации по использованию метода кислотного гидроразрыва пласта (КГРП), что значительно упростило процесс подбора скважин под геолого-технологические мероприятия (ГТМ) и привело к увеличению их эффективности.

Стремительное развитие компьютерных технологий сбора, хранения и обработки информации, а также активное внедрение нанотехнологий в различные сферы жизнедеятельности человека привели к набору огромных объемов информации, обработка которой традиционными методами значительно усложняется. Ввиду того, что данные массивы информации могут иметь знания, обладающие значительной пользой, стали развиваться методы, позволяющие проводить анализ данных в автоматическом режиме с применением технологий управления наноявлениями. Применении нанотехнологий в нефтегазодобыче позволяют существенно повысить нефтеизвлечение на действующих месторождениях.

Весьма перспективным в направлении подбора технологии ГТМ видится использование деревьев решений (деревьев классификации) технологии Data Mining.

Data Mining – это математический инструментальный перспективных достижений в сфере информационных технологий, используемых с целью обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных для интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности.

Деревья решений – это метод, позволяющий отсортировать наблюдения по заранее определенным группам в зависимости от значений влияющих факторов. Цель построения деревьев решений заключается в предсказании (или объяснении) значений категориальной зависимой переменной.

Использование данного метода видится весьма актуальным также и в нефтегазовой отрасли, где за последние годы накоплен огромный опыт проведения геолого-технических мероприятий, который дает возможность применения формализованных подходов для извлечения правил и рекомендаций.

На практике часто встречаются такие задачи анализа данных, как классификация (принятие решения о принадлежности объекта к одному из множества непересекающихся классов) и регрессия (предсказание значения из непрерывного диапазона), а также прогнозирование необходимого параметра на основе проведенного анализа. С первой задачей отлично справляется метод деревьев решений, позволяющий представить правила классификации в иерархической, последовательной структуре.

Рассмотрим применение деревьев решений на каширо-подольском объекте Вятской площади Арланского месторождения, насчитывающая более 50 обработок кислотного гидроразрыва пласта (КГРП).

Зависимой переменной была принята переменная условной эффективности, определяющая эффективность (неэффективность) обработки на основе прироста среднего дебита нефти после обработки. Для условий данного месторождения обработки со среднесуточным приростом дебита нефти более 2,6 т/сут признавались успешными, а менее 2,6 т/сут – неуспешными. В качестве параметров, потенциально влияющих на эффективность геолого-технических мероприятий, были рассмотрены геологические и технологические параметры (эффективная толщина пласта, пластовое давление, дебиты нефти и жидкости до обработки и другие), параметры проведения ГРП (объемы и расходы жидкостей, пропантант и давления закачки и так далее).

Целью обработки массива данных являлось выявление факторов, оказывающих влияние на эффективность обработок, а также определение количественных критериев для подбора последующих скважин под КГРП.

Процесс построения дерева начинается с поиска наиболее селективного правила для корневой вершины (корня дерева) и далее продолжается для дочерних ветвей, пока не будут выполнены опре-

деленные терминальные условия [2]. В конечном счете, цель анализа с помощью деревьев классификации состоит в том, чтобы получить максимально точный прогноз. На практике можно считать, что наиболее точным будет такой прогноз, который связан с наименьшей ценой, то есть наименьшей долей неправильно классифицированных наблюдений [1].

Рассмотрим дерево решений для показанного на рис. 1 набора данных, о котором упоминалось ранее (программа STATISTICA 10, метод C&RT). Для этого набора данных наиболее селективным параметром будет дебит нефти по скважине до обработки. Корневая вершина разветвляется на две новых вершины. Под корнем дерева имеется текст, описывающий схему данного ветвления. Из него следует, что обработки на скважинах с дебитом нефти до 2,55 т/сут отнесены к вершине номер 2 (ID=2) и предварительно классифицированы как неэффективные (доля эффективных обработок (малиновый столбец) значительно ниже доли неэффективных (черный столбец)). В правом верхнем углу каждого параметра указывается количество входящих в эту подборку наблюдений.

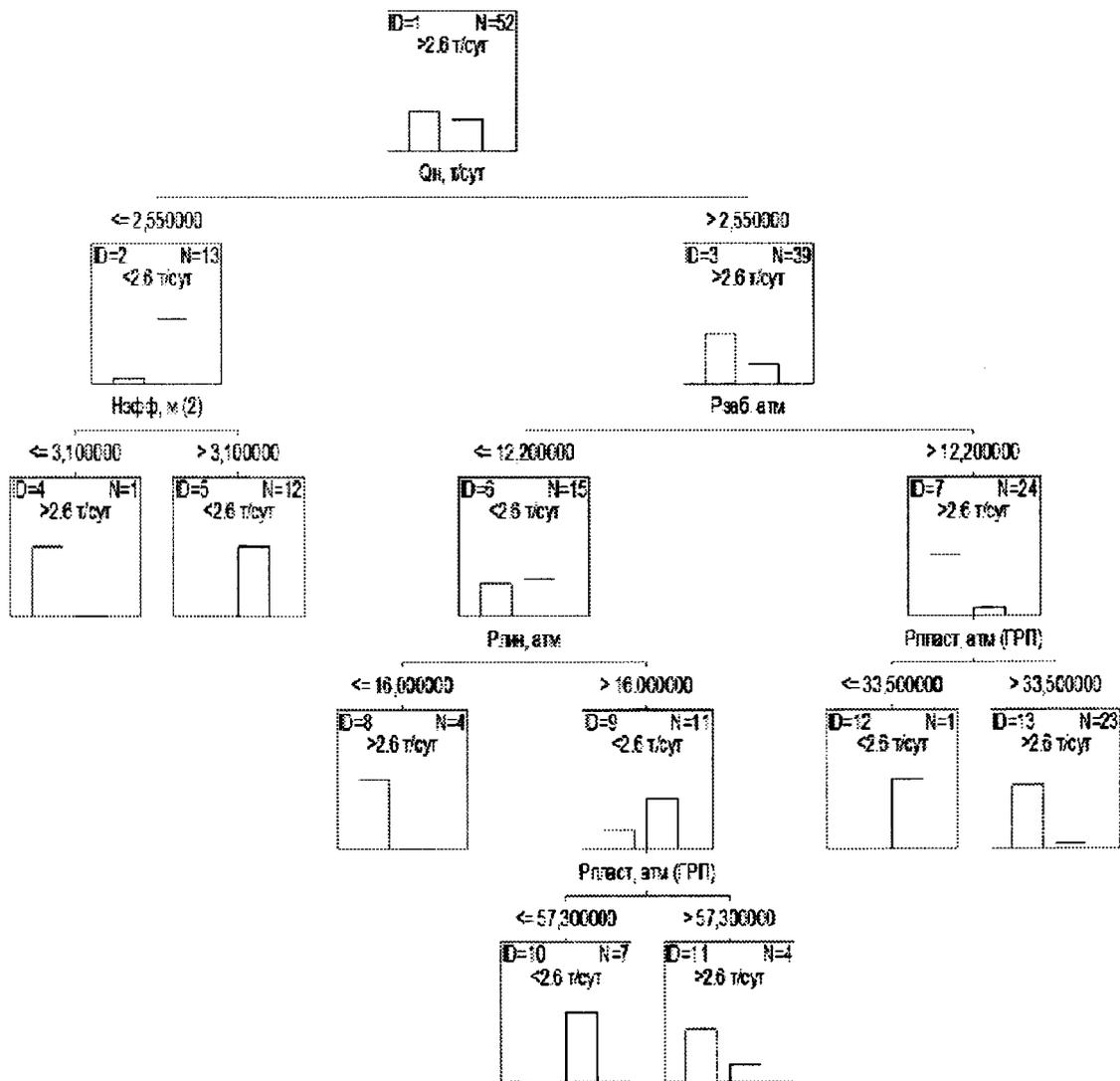


Рис. 1. Дерево решений для определения эффективности КГРП.

Полученное дерево решений должно отвечать на вопрос, будет ли эффективна обработка на данной конкретной скважине. Возможно, оно вполне может справиться с поставленной задачей. Однако анализ данных по данному дереву затруднен ввиду ряда причин.

Методика деревьев решений была применена для расчета суммарного ранга по 18 скважинам, на которых были запланированы работы по проведению КГРП. Скважины отсортированы в порядке убывания суммарного ранга.

Результаты КГРП приведены в табл. 1. Из табл. 1 видно, что из 13 обработок 3 были неэффективными (напомним, что критерий эффективности обработки – прирост дебита нефти на 2,6 т/сут и более), что в пересчете дает успешность обработок 77%. В обучении дерева решений также принимали скважины, где случаи недостижения эффективности обработки происходили, в том числе по вине технологического и человеческого факторов.

Таблица 1

Расчетное значение суммарного ранга и фактическая эффективность от КГРП

Скважина	R (ранг)	Дата обработки	Прирост дебита нефти, т/сут
13201	3.391	мар.18	8.2
8233	3.324	мар.18	10.9
13225	3.098	фев.18	7.4
13242	3.098	фев.18	10.6
13338	3.098	фев.18	5.1
13357	3.098	фев.18	-1.4
13266	3.098	фев.18	4.6
13297	3.098	фев.18	5.1
13322	3.098	дек.17	6.1
13158	3.075	янв.18	11.2
6640	2.839	янв.18	1.6
13041	2.839	мар.18	14.3
8658	2.743	дек.17	1.5
13503	2.552	-	-
13291	1.903	-	-
13175	1.880	-	-
13252	1.587	-	-
6681	1.329	-	-

Успешность КГРП на скважинах данного месторождения составляла 64%, что означает прирост на 13% (рис. 2). В указанное улучшение эффективности, кроме прочих факторов, вносит вклад и тот факт, что при выборе кандидатов на проведение КГРП учитывались значения суммарного ранга по скважине и обработки не проводились на скважинах, суммарный ранг для которых меньше 2,7 (табл. 1).

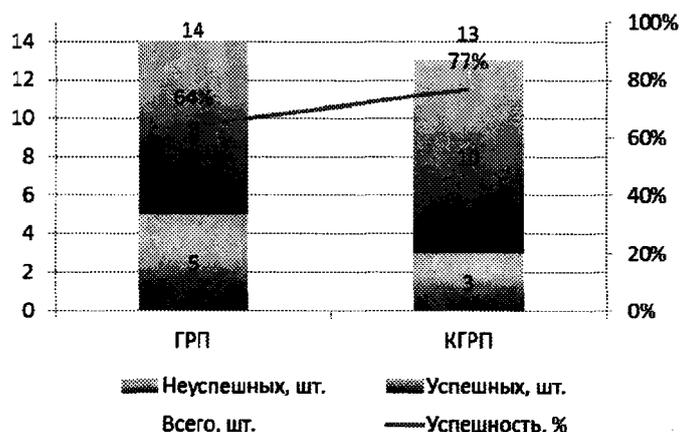


Рис. 2. Изменение эффективности обработок до и после внедрения методики подбора скважин для ГТМ с применением деревьев решений.

Остановимся подробнее на скважинах, на которых наблюдается недостижение критерия эффективности обработки – прироста дебита нефти на 2,6 т/сут.

Суммарный ранг по скважине на момент проектирования КГРП составлял 3,1, базовый дебит жидкости перед обработкой 8,5 м³/сут, нефти – 3,8 т/сут (обводненность 49%). Согласно карте суммарного ранга (рисунок 3), скважина находится в зоне, благоприятной для проведения КГРП. Благоприятность зоны подтверждается эффективностью КГРП на соседних скважинах 8233 и 13338 (таблица 1), на момент проектирования вблизи скважины КГРП не проводился.

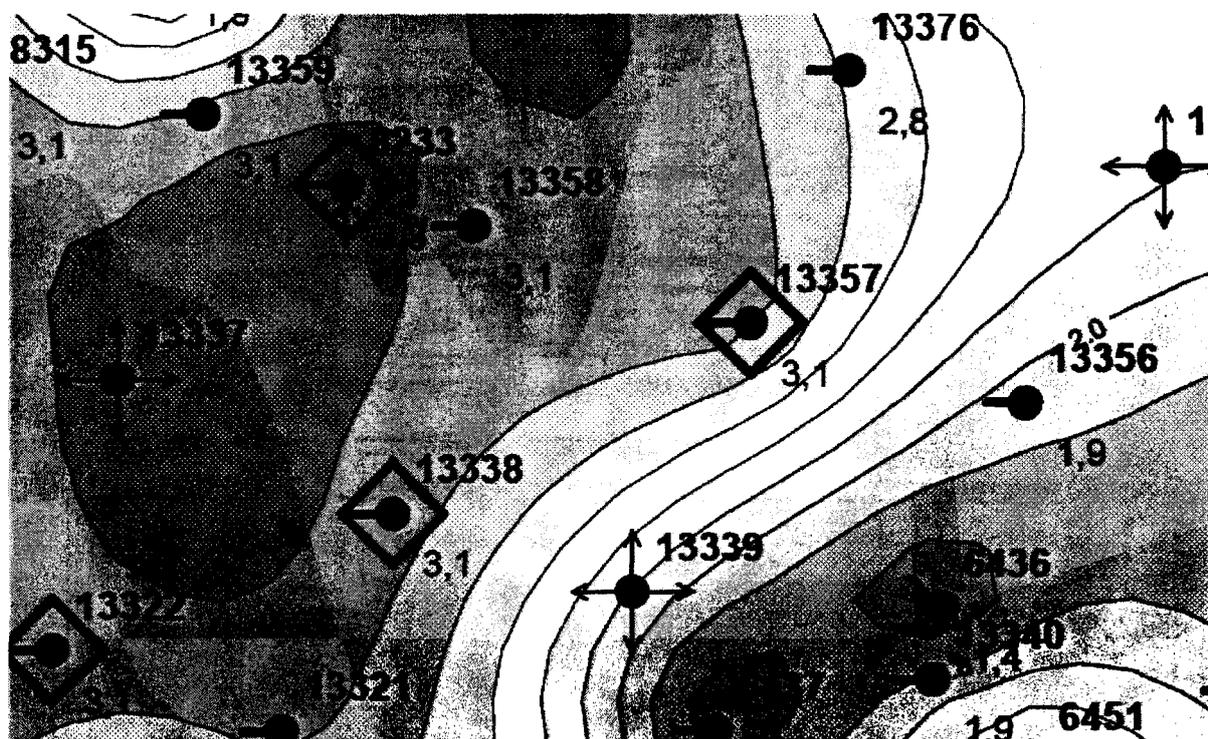


Рис. 3. Фрагмент карты суммарного ранга для окружения скважины 13357 (здесь и далее красные ромбы – эффективные обработки по табл. 1, синие – неэффективные).

После КГРП запускной дебит жидкости в среднем составлял 56 м³/сут, обводненность – 100%. Причиной высокой обводненности послужила негерметичность цементного моста и пакера, установленного в интервале между К1в и К1ср. Кроме того, формирование трещины происходило преимущественно в пластах подольского горизонта, характеризующихся в данной зоне достаточно большой выработанностью (рисунок 4). После выполнения работ по изоляции притока воды дебит нефти составил в среднем 2,4 т/сут при обводненности 92%. Таким образом, недостижение эффекта на скважине 13357 носит преимущественно технологический характер.

Скважина 6640 на момент проектирования находилась в благоприятной зоне, что подтверждается эффективностью КГРП на скважине 6639 на сентябрь 2017г. (рис. 5). Базовый дебит жидкости 8,6 м³/сут, нефти – 3,2 т/сут (обводненность 57%).

КГРП проведен согласно дизайну (рисунок 6), скважина 6640 запущена с параметрами: дебит жидкости 19,4 м³/сут, дебит нефти 4,6 т/сут, обводненность 73%. Исследования показали, что основная причина низкой эффективности – низкая нефтенасыщенность подольского горизонта по сравнению со скважиной 6639.

Скважина 8658 на момент проектирования находилась в благоприятной зоне, что подтверждается эффективностью КГРП на скважинах 8660 (январь 2017) и 8684 (февраль 2017), тем не менее, значение суммарного ранга 2,743, что практически находится на границе неэффективных обработок указывало на наличие повышенного риска проведения КГРП (рис. 7). Базовый дебит жидкости 7,7 м³/сут, нефти – 2,6 т/сут (обводненность 62%).

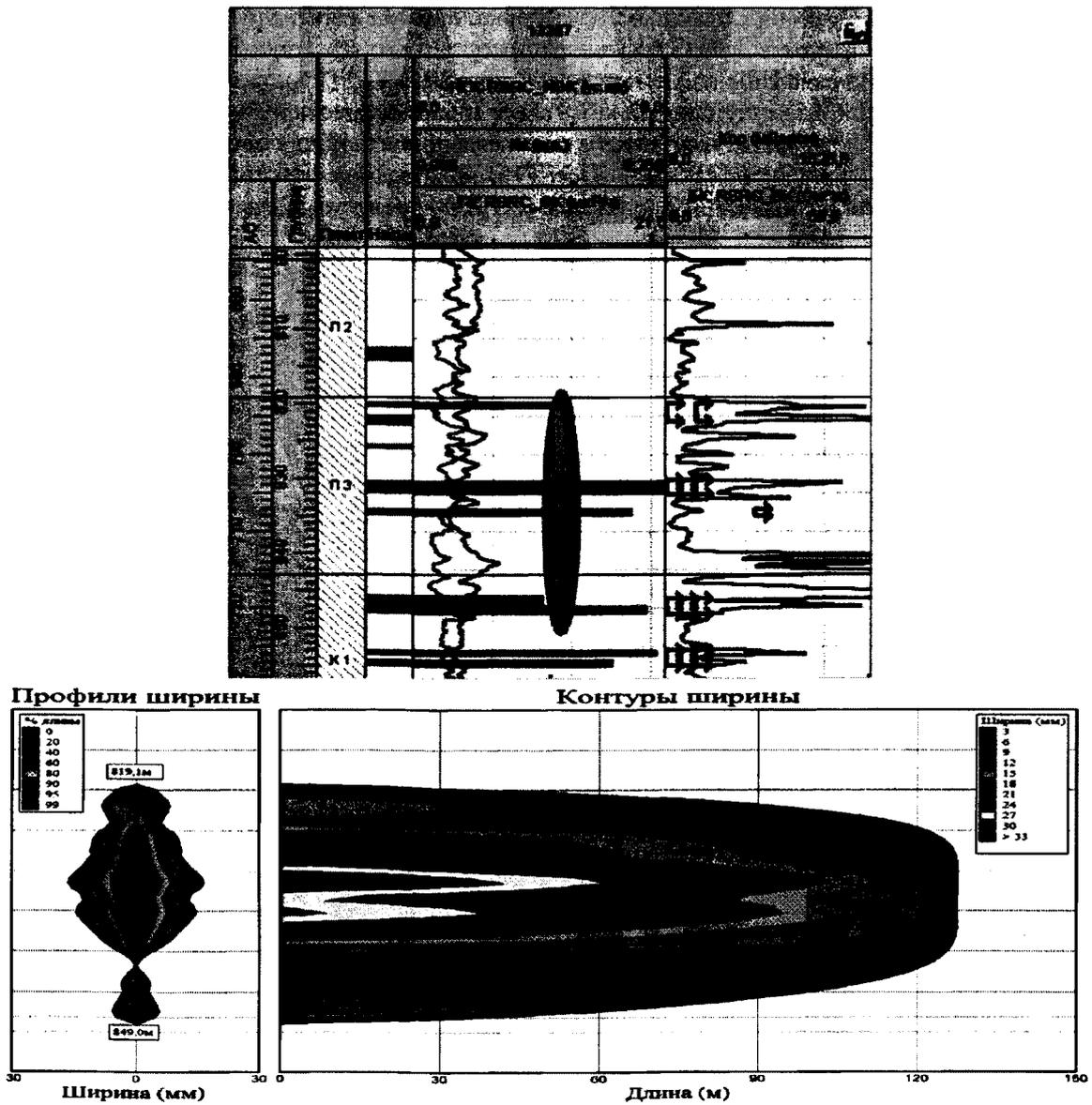


Рис. 4. Характеристики трещины КГРП на скв. 13357.

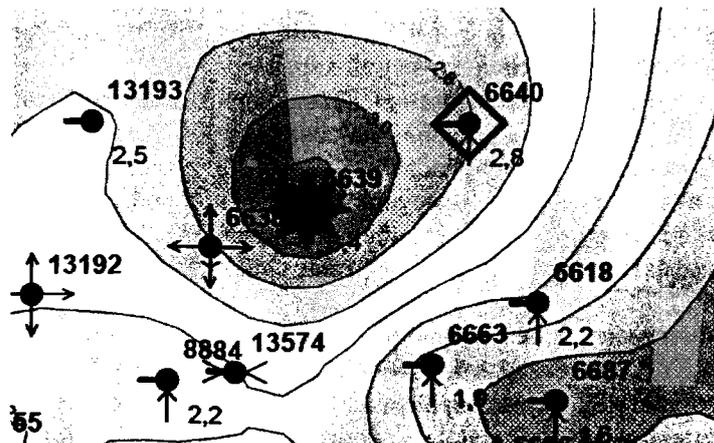


Рис. 5. Фрагмент карты суммарного ранга для окружения скважины 6640.

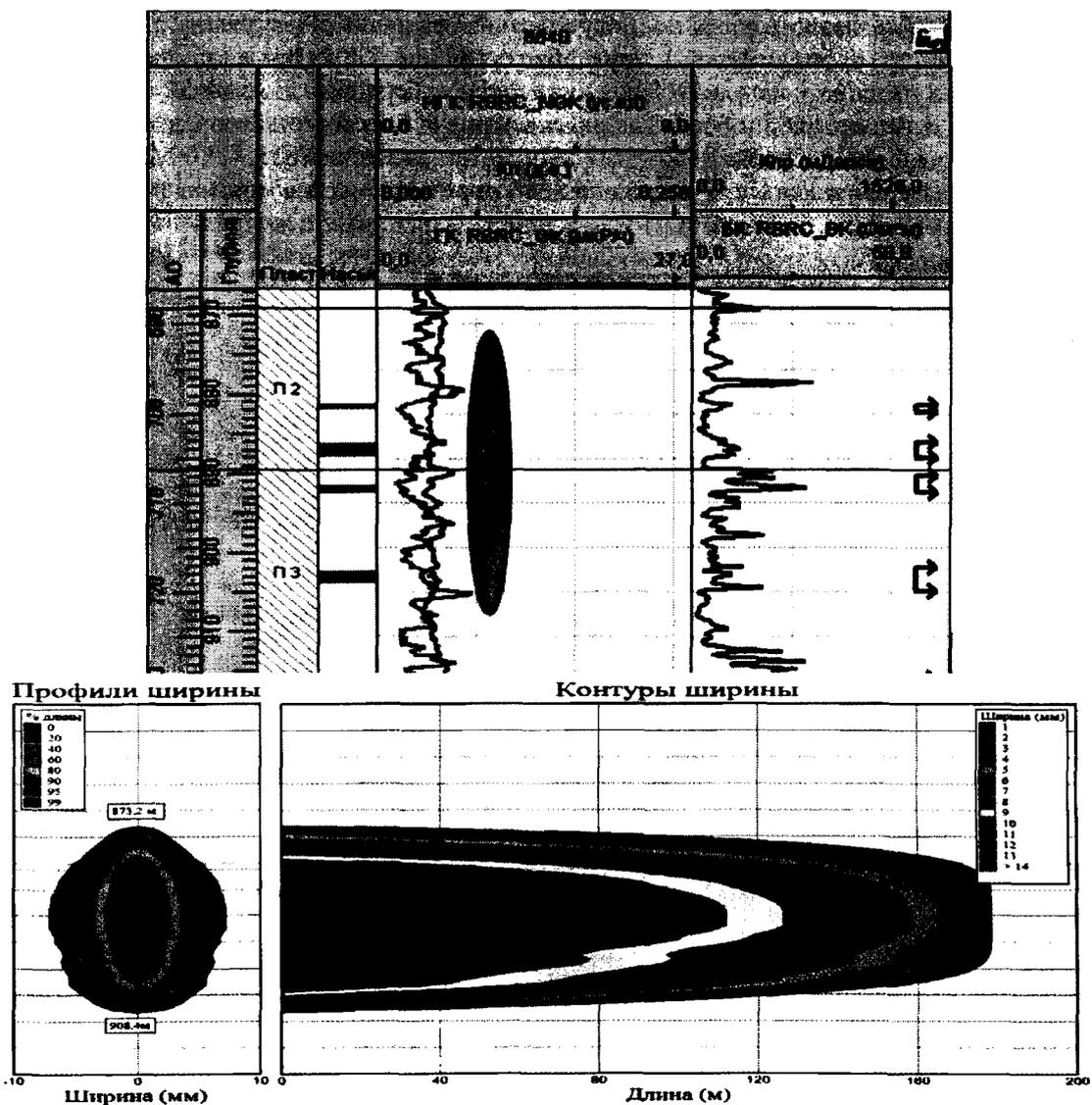


Рис. 6. Характеристики трещины КГРП на скв. 6640.

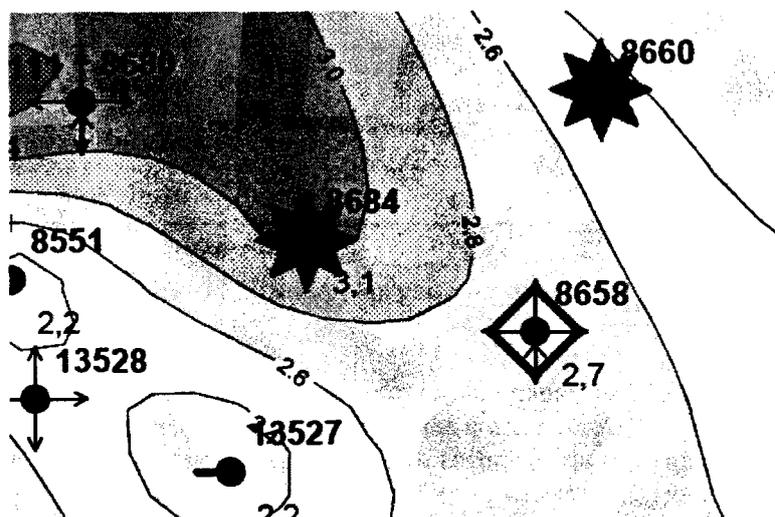


Рис. 7. Фрагмент карты суммарного ранга для окружения скважины 8658.

КГРП проведен согласно редизайна (рисунок 8), скважина 8658 запущена с параметрами: дебит жидкости 15,7 м³/сут, дебит нефти 4,1 т/сут, обводненность 71%. Основной причиной снижения эффективности стало падение пластового давления в зоне отбора скважины 8658 после проведения КГРП на соседних скважинах 8684 и 8660. Так, на скважине 8684 в момент проведения КГРП пластовое давление составляло 6,1 МПа, на 8660 – 5,3 МПа, а на скважине 8658 – 3,6 МПа. Ввиду значительного падения пластового давления скважина 8658 через два месяца добычи переведена под закачку в фонд ППД.

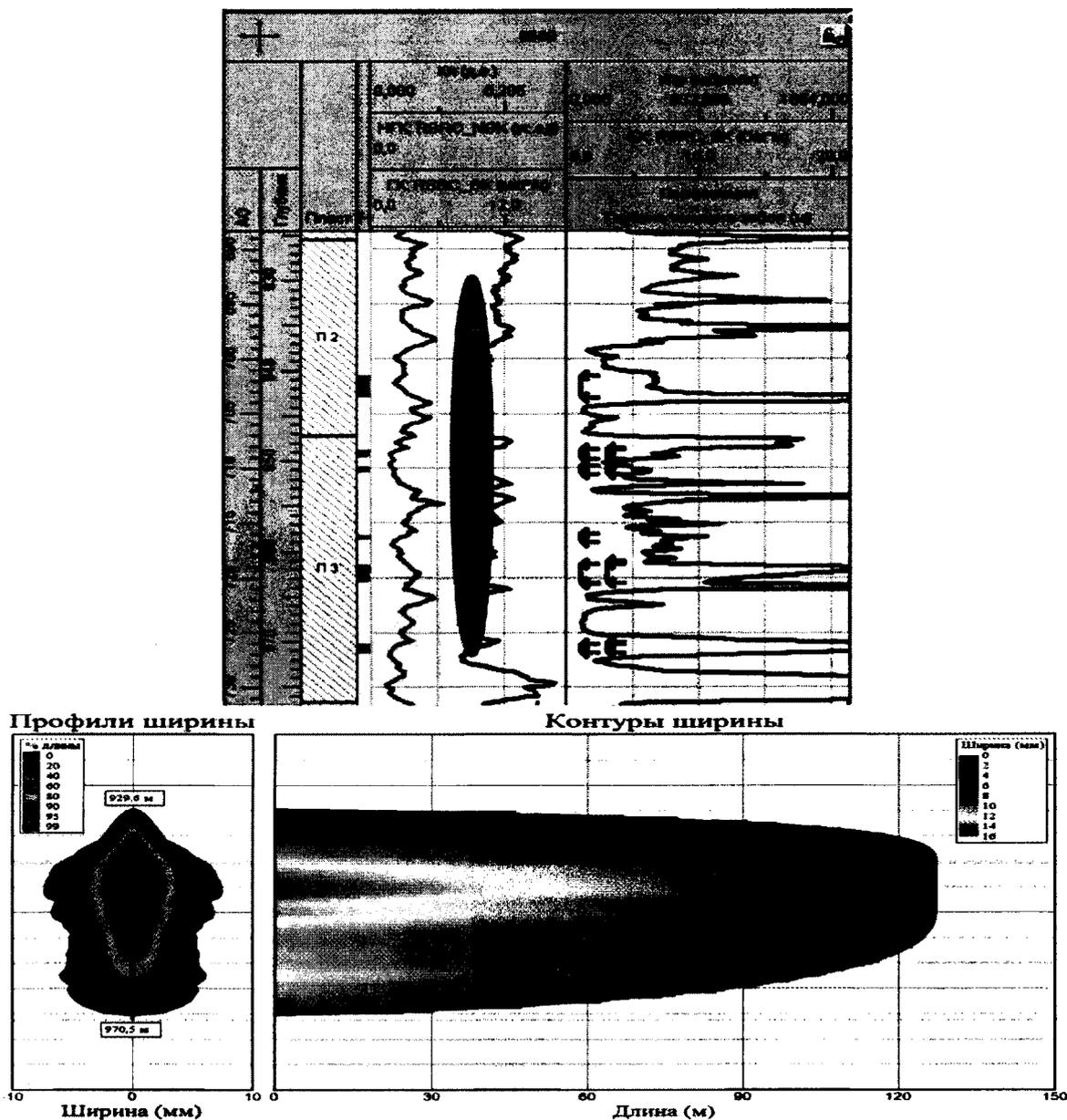


Рис. 8. Характеристики трещины КГРП на скв. 8568.

Таким образом, из вышеперечисленных трех неэффективных скважин только для одной предлагаемая в данной работе методика дала неверное предсказание эффективности КГРП, остальные две по объективным причинам не являются виной методике (технологический фактор и суммарный ранг, близкий к граничному). Таким образом, можно считать, что методика дала верное предсказание для 12 из 13 случаев, что в пересчете дает 92% эффективности.

В качестве рекомендации для дальнейшего использования методики возможно исследование таких критериев подбора скважин под КГРП, как пластовое давление, дальность до соседних скважин (в том числе до тех скважин, на которых уже проводился КГРП).

Таким образом, применение методики деревьев решений позволило дать рекомендации по использованию метода КГРП, что значительно упростило процесс подбора скважин под ГТМ и привело к увеличению эффективности обработок на 13% за счет отказа от проведения вероятно неэффективных обработок. Рассматриваемая в работе методика планирования ГТМ показала на практике свою эффективность и в дальнейшем может быть рекомендована к использованию в нефтедобывающих предприятиях.

Литература

1. Демичев, С.С. Экспериментальные исследования по закреплению проппанта в трещинах ГРП / С.С. Демичев, О.Г. Отрадных, С.С. Демичев, Н.А. Мозутов, И.И. Клещенко, А.А. Хайруллин // Бурение и нефть. – 2008. – №12. – С. 23-25.

2. Пирвердян, А.М. К вопросу о прогнозе добычи нефти и попутной воды при разработке слоисто-неоднородных коллекторов / А.М. Пирвердян, П.И. Никитин, Л.Б. Листенгартен, М.Г. Данелян // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1970. – №11. – С. 19-22.