

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРОВ  
(БИОПОЛИМЕРОВ) – РЕАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ  
УВЕЛИЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  
НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ ЗАЛЕЖЕЙ,  
РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ В РЕЖИМЕ ЗАВОДНЕНИЯ.**

*С.В. Брезицкий, исполнительный вице-президент ОАО «ТНК-ВР»*

*С.А. Власов\*, к.т.н., директор (НТО «ИТИН»,*

*[itinmsk@itinmsk@gmail.com](mailto:itinmsk@itinmsk@gmail.com)*

*Я.М. Каган, д.т.н., Президент, (ЗАО «Нефтегазтехнология»)*

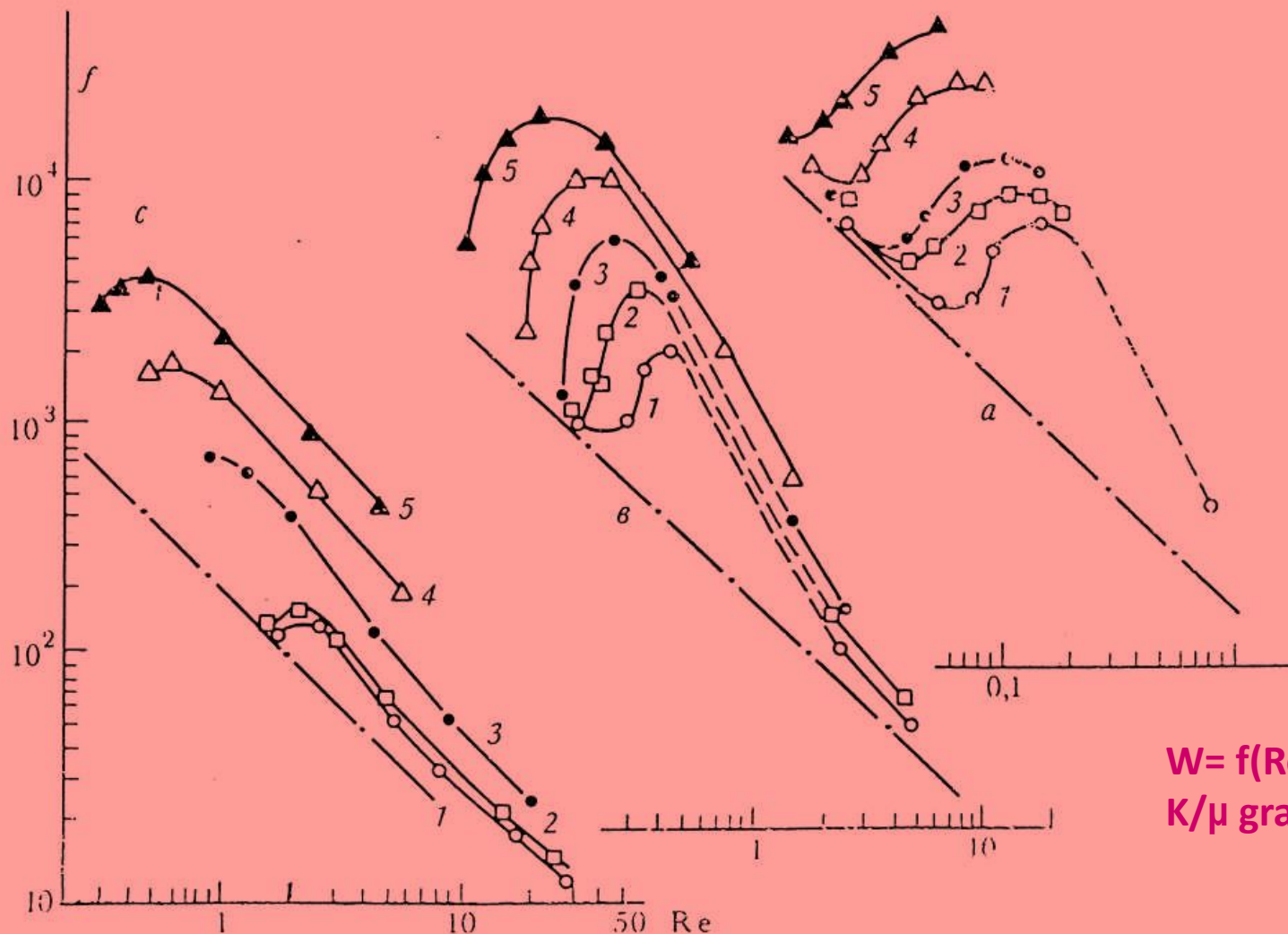
# *Мотивация для представления доклада*

- Приращение запасов углеводородного сырья в регионах России с развитой инфраструктурой за счет геологоразведочных работ не покрывает их сокращения в результате интенсивной добычи, необходимой для поддержания экспортного потенциала. Освоение же новых месторождений в удаленных районах и на шельфе требует огромных инвестиций, нереальных в условиях продолжающегося кризиса.
- Широкомасштабное внедрение инновационных технологий повышения нефтеотдачи, основанных на эффекте снижения остаточной нефтенасыщенности при вытеснении нефти вязкоупругими жидкостями, обеспечит длительное поддержание уровней добычи из подавляющего большинства нефтяных месторождений России, находящихся на поздней стадии разработки. В немалой степени, по крайней мере, на десятки лет это отложит необходимость решения социальных проблем, так называемых, моногородов.

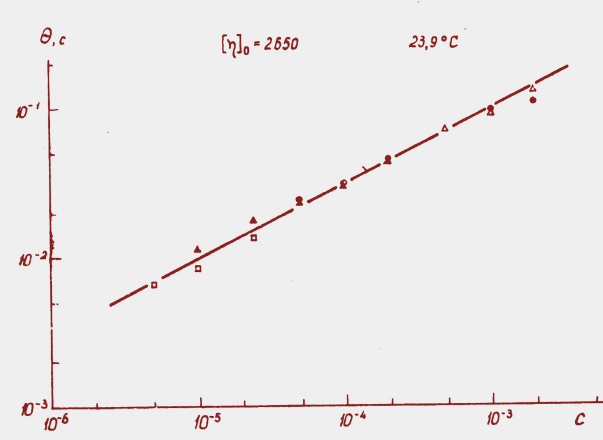
***Визуализация вытеснения нефти водой в прозрачных моделях пласта при различных соотношениях вязкостей вытесняющей и вытесняемой жидкостей***  
***Графики над фотографиями – распределение водонасыщенности вдоль модели.***

**Обзор действующих проектов по физико-химическим МУН в мире  
(по состоянию на апрель 2008 года, Oil and Gas Journal. Apr. 21, 2008)**

Оператор	Месторождение	Страна	Дата начала проекта	Проницаемость, мД	Глубина залегания, м	Вязкость сПз	Температура, град
CNRL	Pelican Lake	Канада	2006	1000-4000	457	1000-4000	15,6
Tecpetrol	El Tordillo	Аргентина	11.2005	500	1661	5	85
ONGC	Jhalora	Индия	06.1993	300-15000	762-823	175	38
Daquin Oilfield Ltd.	Daqing	Китай	12.2003	611	950	9,3	45
Daquin Administration Bureau	Daqing		06.1999	600	996	9	45
Xinjiang Petroleum Adm. Bureau	Karamay		05.1996	198	324	17	23
CNPC-Daqing	Lamadian-2		01.1994	580	979	10	42
CNPC-Daqing	Sarto		01.1993	871	1029	9	46
CNPC-Daqing	Lamadian-1		06.1994	622	980	10	42
CNPC-Henan	Shuanghe		02.1996	173	1392	7	72
CNPC-Jilin	Fuyu		06.1993	180	400	32	31
CNPC-Liaohe Bureau	Huanxiling-16		03.1993	908	1410	17	56
CNPC- Shengli Bureau	Guodao, Pilpt		09.1992	875	1192	46	68
CNPC- Shengli Bureau	Guodong		01.1991	901	1195	80	65
CNPC- Shengli Bureau	Guodao		12.1994	875	1192	46	70
CNPC-Daqang	Gangxi 3-2, West		12.1991	412	986,9	19	53
CNPC-Daqang	Dagang-West		10.1991	538	1020	22	51
CNPC, Liupukang	Daqing		07.1996	-	-	-	-
CNPC, Liupukang	Daqing		01.1997	-	-	-	-
CNPC, Liupukang	Shengli		08.1996	-	-	-	-
CNPC, Liupukang	Shengli		09.1996	-	-	-	-
CNPC, Liupukang	Henan	09.1996	-	-	-	-	



Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса для растворов полиэтиленоксида WSR-301 при тчении через слой сферических частиц с диаметром 0,11 мм (а), 0,22 мм (б), 0,45 мм (с). Цифры около кривых – концентрация полимера в ppt: 1-10, 2-20, 3-40, 4- 80, 5-160.(James, McLaren, 1975)



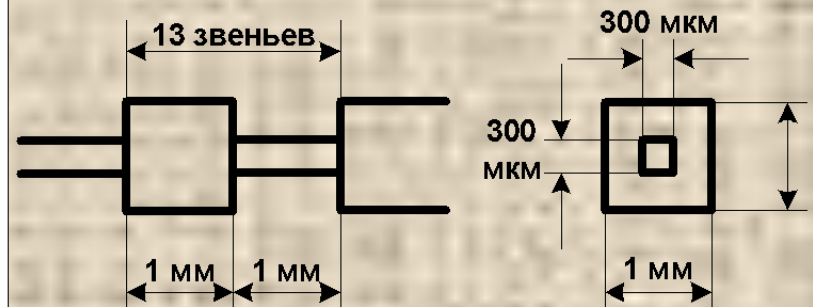
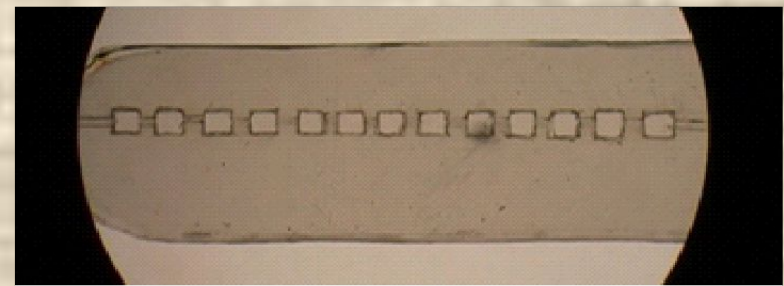
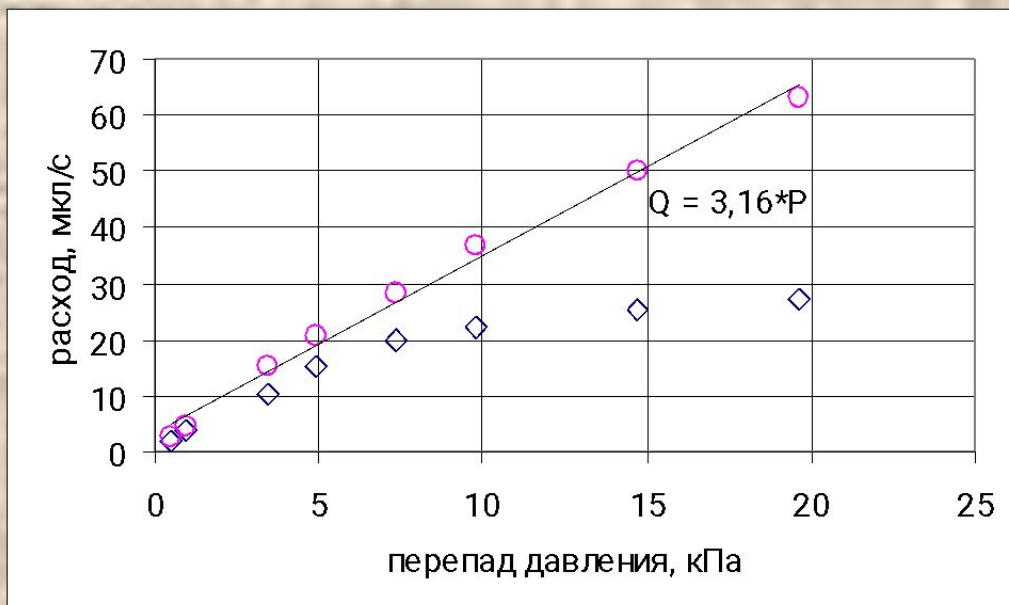
Зависимость времени релаксации упругих напряжений при течении растворов полиоксиэтилена WSR-301 от концентрации

Результат обработки экспериментальных данных Джеймса и Макларена

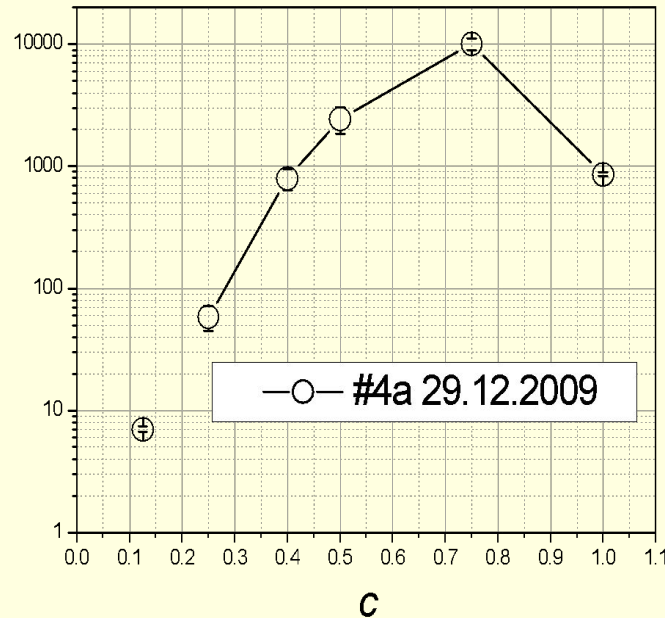
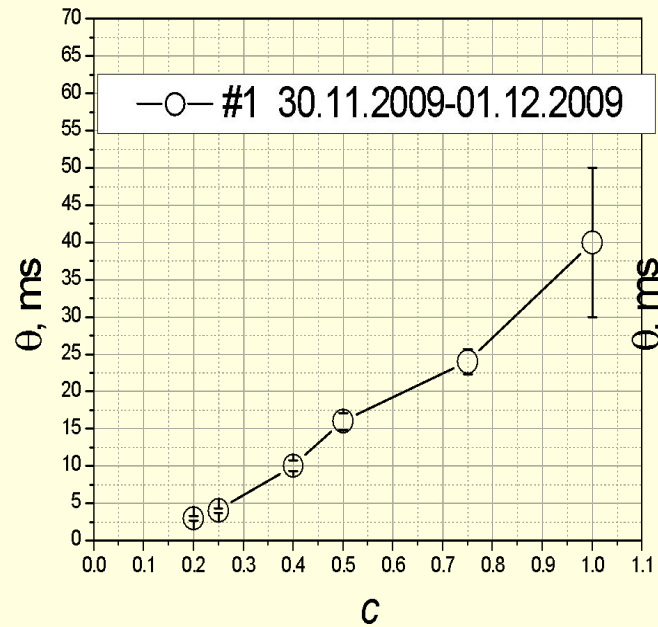
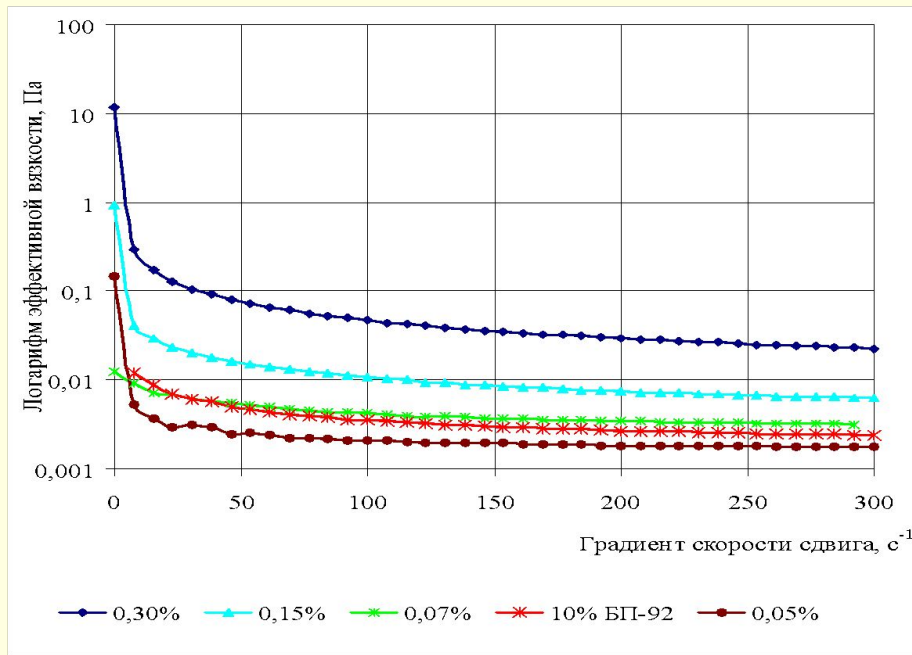
№	D шарика, мм	C, ppm	Re <sub>кр.</sub>	$Re\mu/D_{ш}^2 \approx \kappa_1 x \partial u / \partial x$	$(\kappa_1 x \partial u / \partial x) \times (\theta)$
1	0,45	10	1,8	9,06	$9,06 \times 10^{-2}$
2	0,45	20	1,2	6,28	$8,7 \times 10^{-2}$
3	0,45	80	0,3	1,87	$7,48 \times 10^{-2}$
4	0,22	10	0,4	8,47	$8,47 \times 10^{-2}$
5	0,22	20	0,25	5,17	$8,89 \times 10^{-2}$
6	0,22	80	0,08	2,07	$8,28 \times 10^{-2}$
7	0,11	10	0,09	7,59	$7,59 \times 10^{-2}$
8	0,11	20	0,04	3,47	$6,94 \times 10^{-2}$
9	0,11	80	0,02	2,07	$8,28 \times 10^{-2}$

# ФИЛЬМ

- Течение полимерных растворов в каналах переменного сечения, моделирующих процесс фильтрации (пора – поровый канал)



**Сравнение вязкости растворов Ксантана и продукта БП-92.  
(Концентрация экзополисахарида в 10% р-ре продукта БП-92 – 0,1%)**

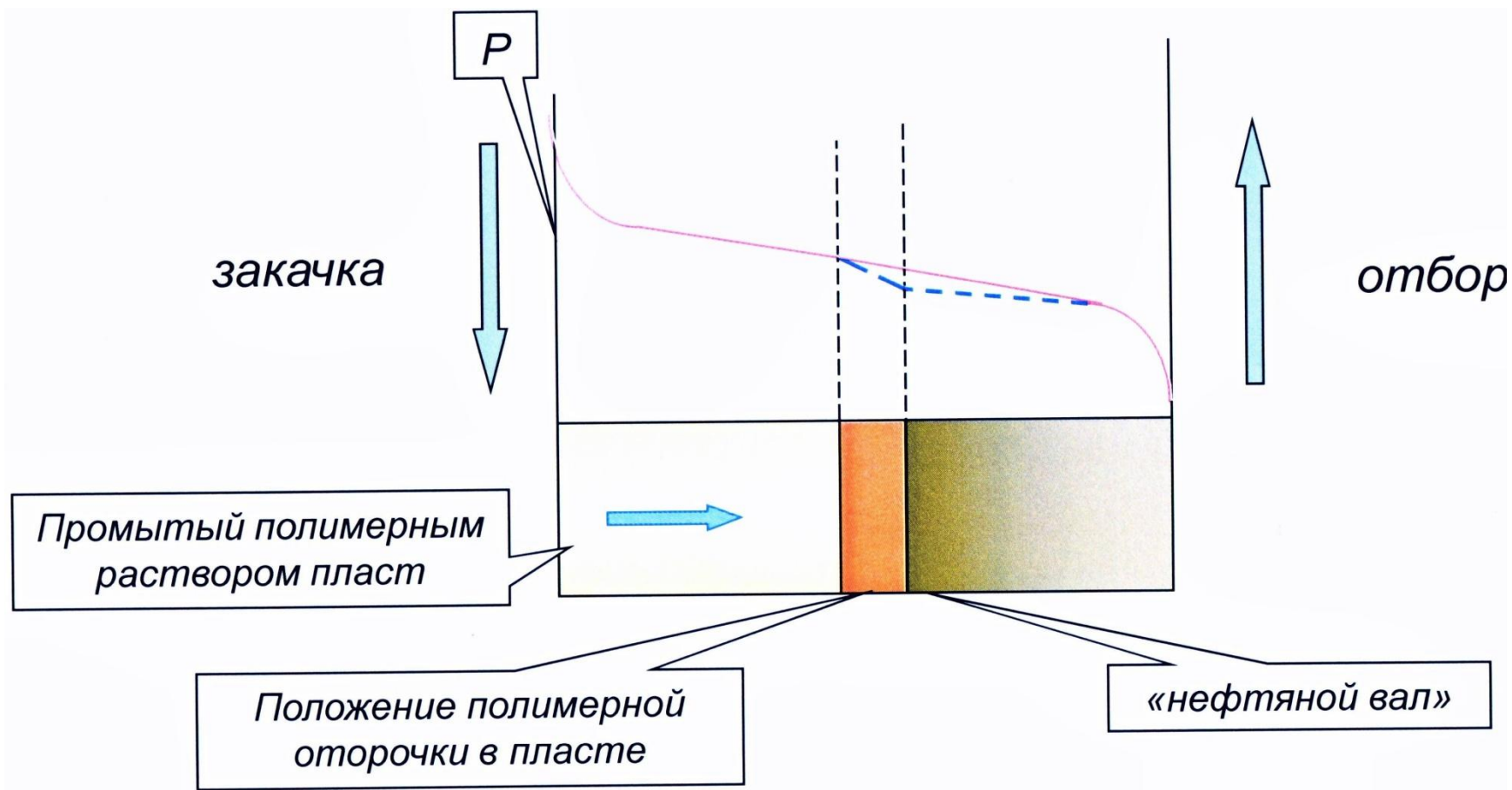


**Результаты измерения времени релаксации растворов Ксантана (слева) и продукта БП-92 (справа); C - концентрация экзополисахарида в %**

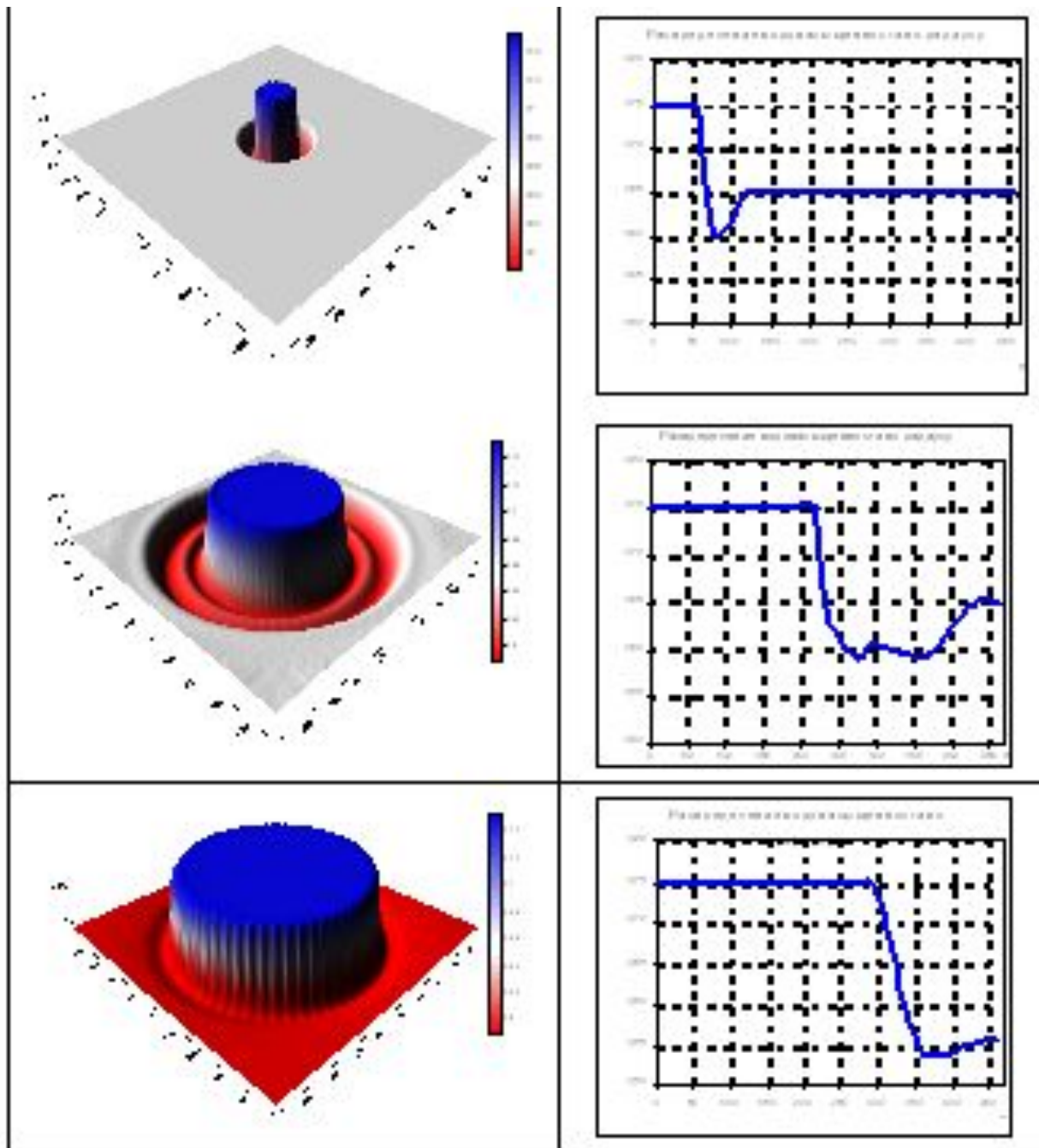


# Схема продвижения оторочки полимерного раствора в пласте и образования нефтяного вала.

( Синим пунктиром отмечено изменение градиента давления в зоне продвижения оторочки.)

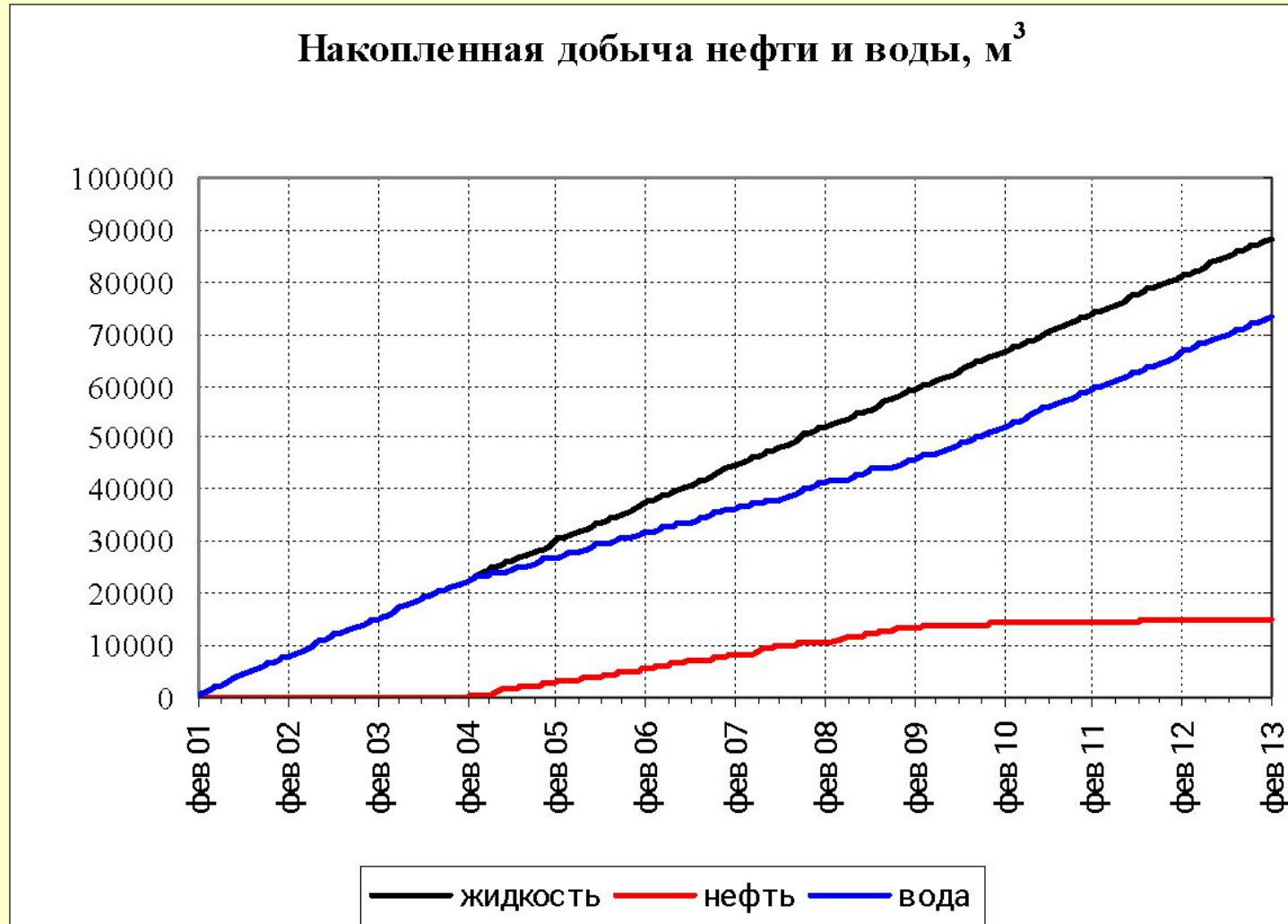


**Результаты  
компьютерного  
моделирования  
вытеснения  
нефти из про-  
мытого водой  
пласта отороч-  
кой биополимер-  
ного раствора с  
модифициро-  
ванными фазо-  
выми проница-  
емостями.**



# Довытеснение нефти оторочкой раствора

Продукт БП-92 после полной промывки коллектора водой.



**Динамика среднесуточной добычи нефти и обводненности продукции на Ватинском месторождении (пласт АВ<sub>1</sub>).**

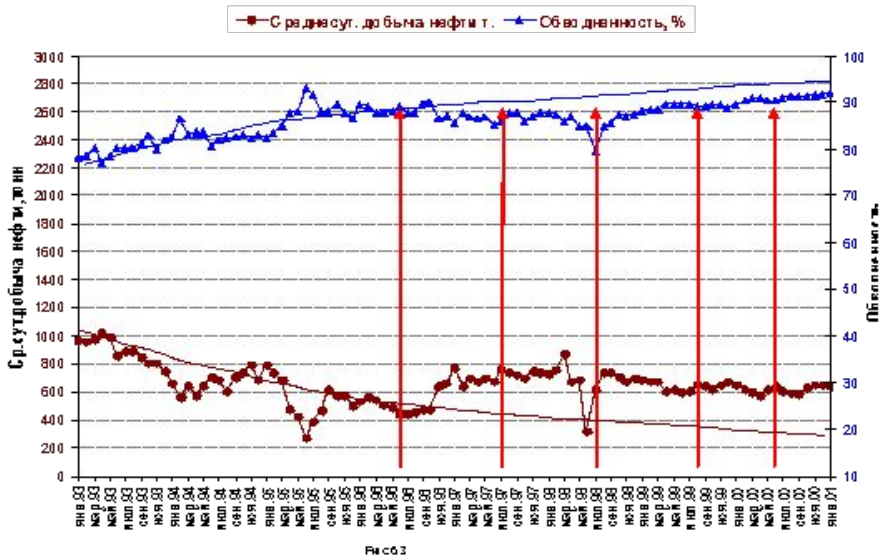
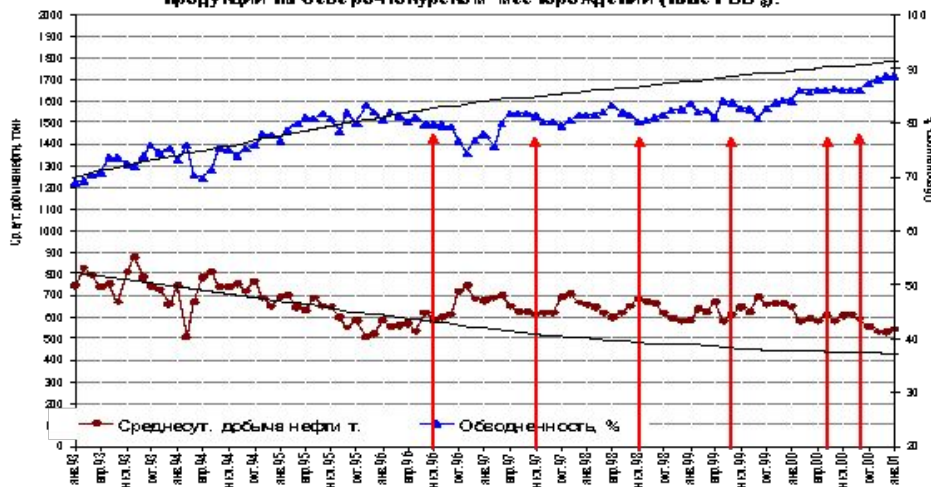
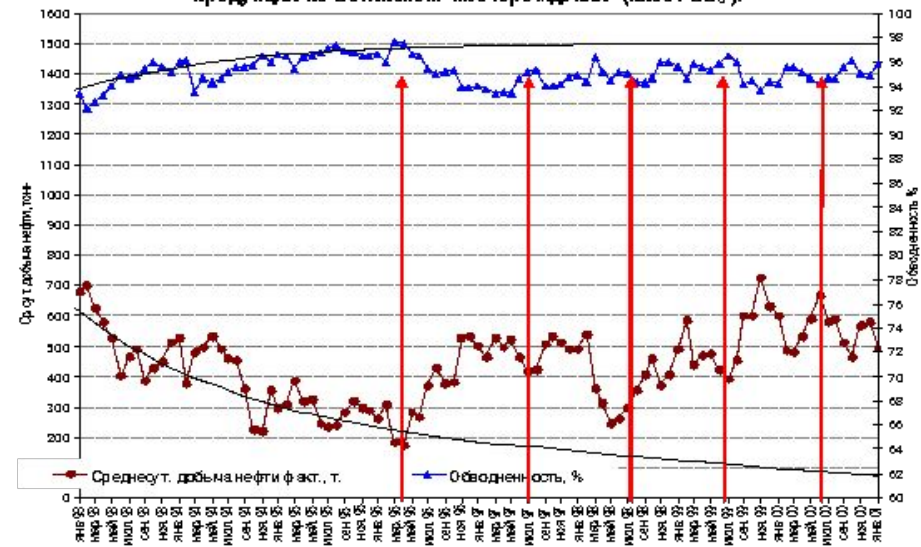


Рис.33

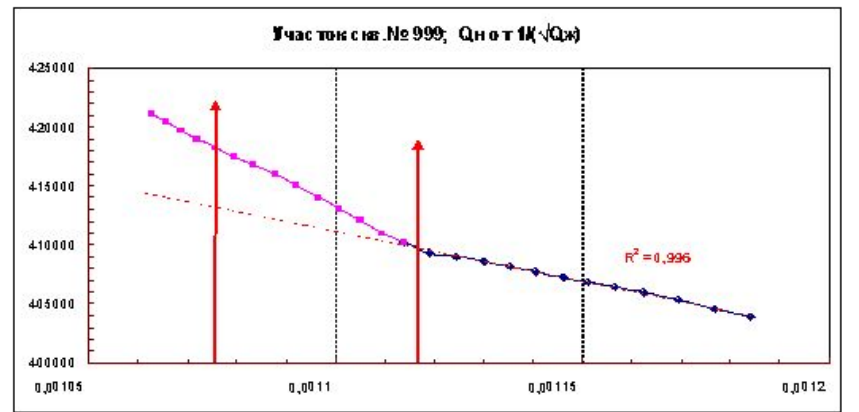
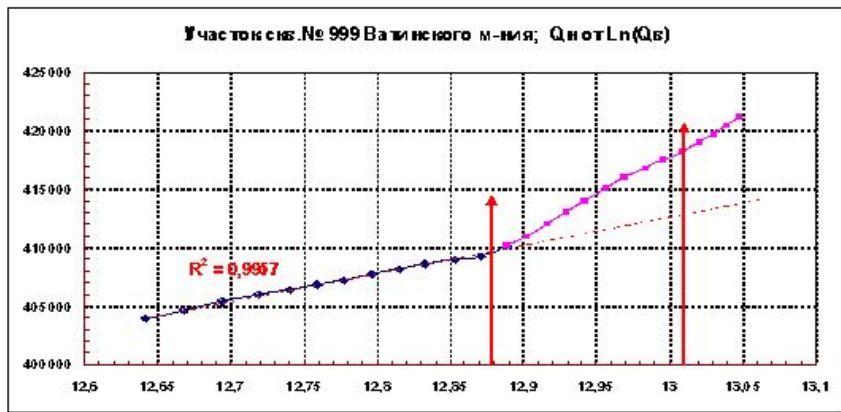
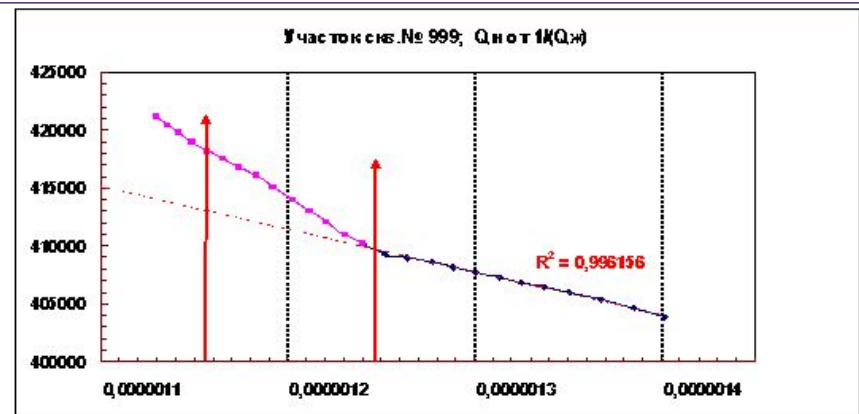
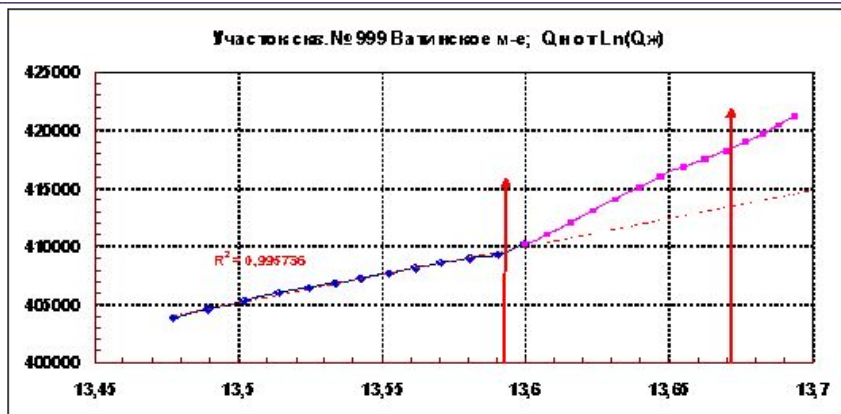
**Динамика среднесуточной добычи нефти и обводненности продукции на Северо-Покорском месторождении (пласт БВ<sub>2</sub>).**



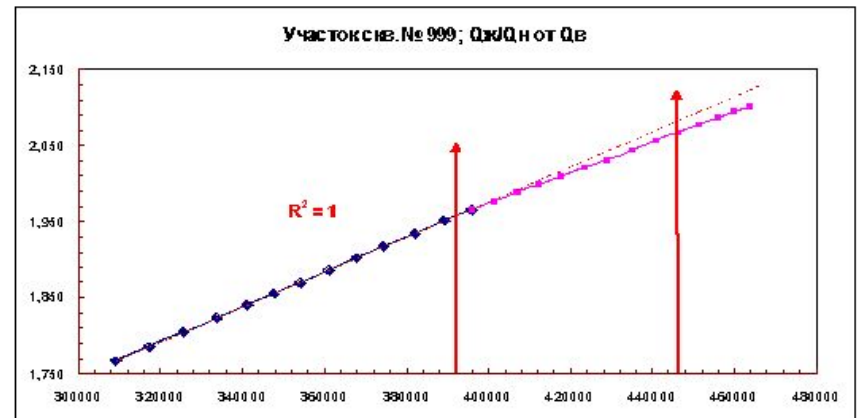
**Динамика среднесуточной добычи нефти и обводненности продукции на Ватинском месторождении (пласт БВ<sub>2</sub>).**

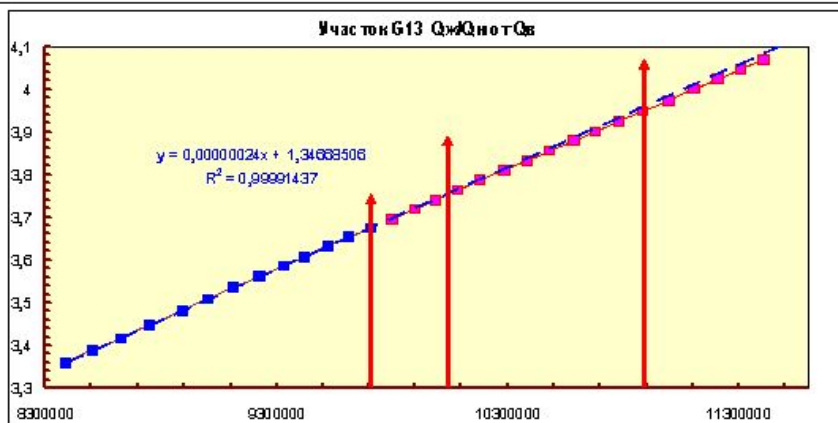
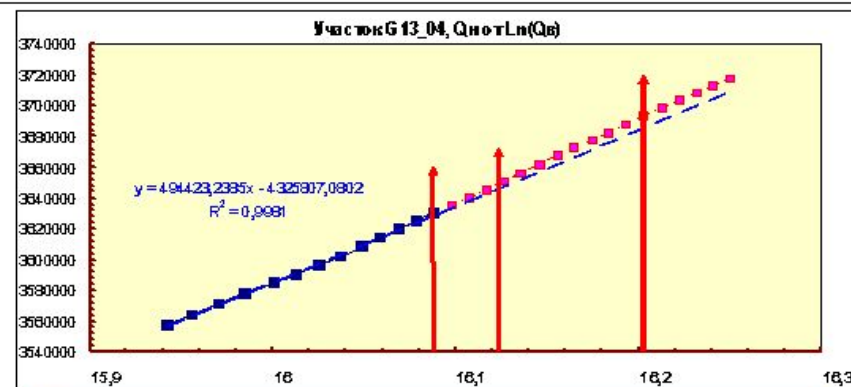
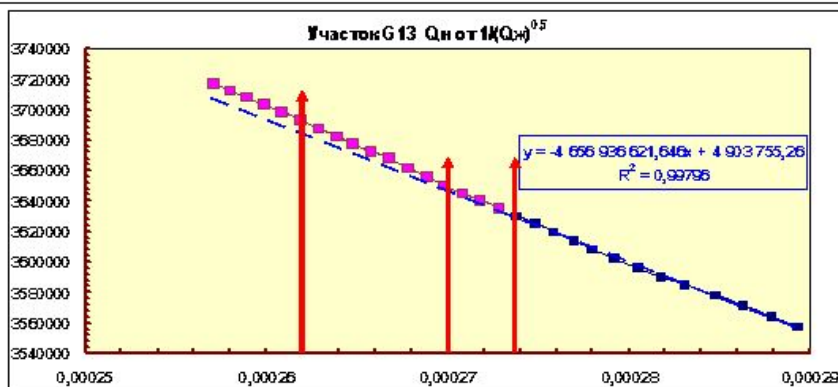
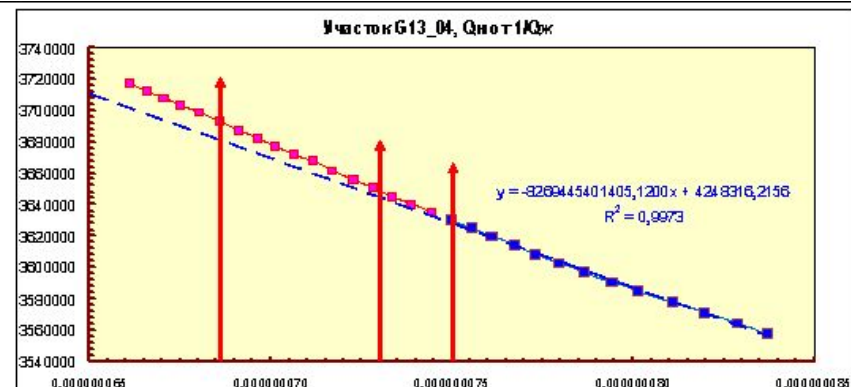
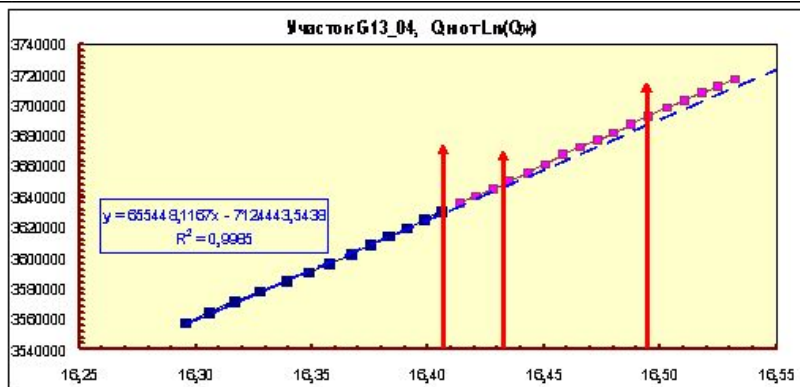


**Примеры успешного применения технологии выравнивания профилей приемистости нагнетательных скважин композициями на основе отечественного биополимера Продукт БП-92. Стрелками на графиках отмечены даты проведения работ по ВПП.**



**Характеристики вытеснения в очаге нагн.скв.№999 Ватинского месторождения (АВ<sub>1-2</sub>). Стрелками отмечены даты обработок в 2007 и 2008гг. Красный пунктир – экстраполяция линии тренда по годичной выборке, предшествовавшей началу работ. Там же нанесены значения коэффициента корреляции для базовой кривой.**





Характеристика	Доп.добыча нефти за июль 2008-декабрь 2009
Сазонов	4007
Камбаров	13966
Пирвердян	9141
Максимов	6817
Назаров-Сипачев	15951
<b>Среднее</b>	<b>9976</b>

**Характеристики вытеснения для ячейки G13\_04 по суммарным показателям добывающих скважин (МЭР), перфорированных на пласты АВ<sub>1</sub><sup>3</sup> и АВ<sub>2-3</sub> Самотлорского м-ния. Стрелками отмечены периоды проведения работ по ВПП и ПНП**

## Заключение

- Резюмируя все вышеизложенное, авторы доклада считают, что при подтверждении предложенного механизма результатами проводимых на Самотлорском месторождении опытных работ, может быть рекомендовано широкомасштабное внедрение технологии ПНП, основанной на применении вязкоупругих жидкостей со значительными временами релаксации упругих напряжений, на поздних стадиях разработки.
- Рост потребности в полимерах для заводнения, несомненно, будет способствовать переоснащению существующих микробиологических производств современным технологическим оборудованием, а для исключения возрастающих затрат на транспорт – созданию современных мобильных установок для производства биополимеров в районах их массового применения.