



# **МАҚАЛАЛАР ЖИНАҒЫ**

**Мұнай-газ индустриясының  
инновациялық даму мәселелері**

**Төртінші Халықаралық ғылыми-практикалық конференция  
Алматы, ҚБТУ, 23-24 ақпан, 2012**

## **PROCEEDINGS**

**Innovative development  
problems in oil & gas industry**

**The Fourth International Scientific & Practical Conference  
Almaty, KBTU, February 23-24, 2012**

## **СБОРНИК ТРУДОВ**

**Проблемы инновационного развития  
нефтегазовой индустрии**

**Четвертая Международная научно-практическая конференция  
Алматы, КБТУ, 23-24 февраля, 2012**



<b>В.Н. Стацюк, Г.К. Бишимбаева, Л.А. Фогель, С. Айт</b> Использование комплексонов на основе фосфоновых кислот при транспортировке, совместной добыче и промысловом сборе разнородных нефтей	146
<b>А.С. Таубаева, У.Ж. Джусипбеков, Г.О. Нургалиева, З.К. Баяхметова</b> Перспективные методы очистки нефтезагрязненных вод. ....	147
<b>Ф.М. Токтабаева, А.И. Джумекеева, А.К. Жармагамбетова</b> Разложение пероксида водорода на комплексах металлов с полигалактуронатом нанесенных на оксид алюминия. ....	150
<b>О.К. Югай, Т.П. Михайловская, П.Б. Воробьев</b> Каталитическое окислительное дегидрирование алкилароматических углеводородов. ....	153
<b>СЕКЦИЯ 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ</b>	
<b>М.У. Alekseyev</b> Fuzzy controller for oil wells management. ....	156
<b>А.Ж. Баялиев</b> Методика и результаты экспериментальных исследований отбойного молота с двухкривошипно-ползунным механизмом переменной структуры с воздушной подушкой с гидроприводом. ....	159
<b>В.Е. Bekbaev</b> A numerical hydrodynamic study of water coning control methods in oil wells. ....	163
<b>С.Б. Беркимбаева, Р.М. Дузбаева</b> Мұнай өндіруді онтайландырудың бір есебі туралы. ....	178
<b>Н.Т. Данаев, Д.Ж. Ахмед-Заки, Т.С. Иманкулов, Б.С. Дарибаев, О.Н. Турар</b> Гидродинамический симулятор с использованием современных информационных технологии. ....	182
<b>М.С. Джуматаев, А.Ж. Баялиев</b> К составлению математической модели ударной машины с двухкривошипно- ползунным механизмом переменной структуры. ....	191
<b>Р.Т. Кельтенова, М.Ж. Омарова</b> Оптимизационные задачи линейной комплементарности в экономике. ....	197
<b>T.S. Kenzhebayev</b> Inverse problem for the equation of an unsteady filtration of an elastic homogeneous liquid in an elastic inhomogeneous porous medium. ....	200
<b>К.Т. Кожакмет, Г.К. Борцова, И. Толеубаев</b> Разработка веб-интерфейса экспертной системы на языке Fril для аудита информационной безопасности. ....	203

Н.Т. Данаев, Д.Ж. Ахмед-Заки, Т.С. Иманкулов, Б.С. Дарибаев, О.Н. Турар

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
e-mail: [imankulov\\_ts@mail.ru](mailto:imankulov_ts@mail.ru)

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ СИМУЛЯТОР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нефтегазовый комплекс Казахстана требует качественного анализа текущего состояния разработки и эффективности применения методов повышения нефтеизвлечения при помощи информационных систем на основе математических моделей, описывающих процессы фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде. Математические модели должны учитывать особенности месторождений и применяемых при разработке технологий. Разработка математических моделей программных комплексов позволяет наполнять базу информационных технологий, используемых для проектирования и анализа технологий добычи, бурения и разведки нефтяных месторождений.

Нефтегазовыми компаниями и научно-исследовательскими организациями в дальнем и ближнем зарубежье и в Республике Казахстан разрабатываются и внедряются в промышленность новые способы и технологические процессы извлечения и переработки нефти и газа. Например, в настоящее время в мире имеется огромное количество исследований в области теории фильтрации с достаточным набором тех или иных математических моделей и различных подходов их решения. Но к сожалению в реальности при разработках месторождений нефти и газа возникают более сложные варианты протекания процессов фильтрации с учетом кинетики тепло-массообмена и т.д., что, естественно, напрямую влияет на технологическую схему эксплуатации объекта и требует наличия информационных систем «быстрого реагирования (расчета) и прогнозирования. Последнее предполагает формирование систем адекватного компьютерного моделирования и его скорейшего расчета в минимально короткие сроки, что невозможно достигнуть без применения современных пакетов программ. Основные недостатки и проблемы существующих ИТ систем заключается в:

- существующие на месторождениях пакеты программ не всегда адаптированы к условиям месторождений Казахстана, требуют введения данных, которые изначально трудно определяемы в промысловых условиях;
- проведение дорогостоящего гарантийного эксплуатационного обслуживания установленных программ за 4 года составит более 70% от начальной стоимости;
- программы-анализаторы технологических задач обычно устанавливаются на персональных компьютерах технологов и инженеров-разработчиков в промысловых условиях (в НГДУ, ПФ и т.д.) с локальным накоплением данных и при проведении сложных расчетов имеют низкую производительную эффективность из-за технических характеристик компьютеров;
- при выпуске новых версий программ необходима их повторная установка на месторождениях в промысловых условиях, с осуществлением перекачки данных в новую систему.

Общеизвестно, что для решения указанных проблем необходимо повысить научно-технический потенциал компаний и поставщиков услуг в данной области, т.е. разработка отечественных информационных технологий с адаптацией к условиям месторождений Казахстана и с использованием современных вычислительных ресурсов для удешевления стоимости и оптимизации временных издержек.

Необходимость решения больших задач неизбежно приводит к применению вычислительной техники на пределе их возможностей. В настоящее время в Казахстане вычислительные работы ведутся на персональных компьютерах, ресурсы которых сильно ограничены. В научно-исследовательских центрах при крупных производственных компаниях развитых стран дальнего зарубежья и России современные исследования базируются на высокопроизводительных компьютерах, производительность которых позволяет значительно сократить вычислительные и организационные издержки.

Все вышеперечисленное определяет особую актуальность развития ИТ инфраструктуры нефтегазовой отрасли, когда в Казахстане уже проводятся работы по организации крупных вычислительных центров (в КазНУ имени аль-Фараби, КБТУ, КИИНТУ имени К. Сатпаева, Фонд Первого Президента), но для которых все еще не определены классы решаемых задач с полным привлечением их вычислительных ресурсов.

Уникальность разрабатываемых в ДГП НИИ «Математики и механики» проектов заключается в разработке архитектуры, компонент и интерфейса системы распределенных вычислений и программных модулей расчета технико-производственных показателей технологических задач нефтедобычи с учетом условий Казахстана. Особенностью и новизной данной системы является то, что все расчеты ведутся на вычислительных ресурсах, размещенных в Алматы, основная База данных находится в Астане, а пользователь в промышленных условиях через автоматизированное рабочее место технолога-аналитика в Интернете осуществляет ввод, расчет и анализ результатов по выбранной модели решения технологической задачи. Ввод и вывод данных можно параллельно осуществлять из любой точки страны, где есть доступ в Интернет. Таким образом, система дополняема новыми решениями моделей технологических задач, оперативно обновляется и любое ответственное полномочиями должностное лицо через авторизацию в системе имеет доступ к данным и результатам расчетов. Примерная схема, модельная инфраструктура распределенной вычислительной системы и архитектура системы распределенных вычислений представлены на рисунках 1-2. Следующие основные преимущества предлагаемой ИТ системы:

- свободный доступ с любой точки страны через Интернет;
- программа-анализатор размещена на сервере лаборатории механико-математического факультета, что облегчает процесс администрирования, сервиса, обновления и доработки программы;
- все сложные расчеты выполняются на вычислительном многопроцессорном кластере «GSA», что существенно снижает время принятия решения;
- возможность подключения, интеграции и отбора реальных данных из баз данных крупных офисов нефтедобывающих компаний или промышленных условий;
- проведение подготовительного этапа для внедрения полноценной ГРИД системы в Казахстане.

В целом предлагается проведение исследовательских работ по созданию комплекса программ позволяющих проводить количественную оценку распределения напряженности в прискважинной зоне пласта.

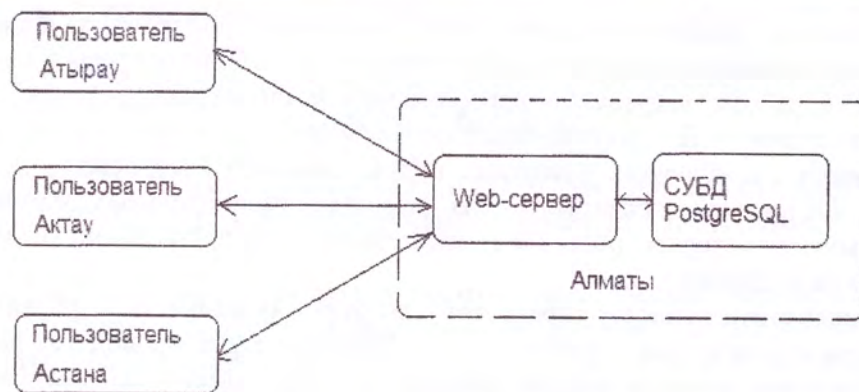


Рисунок 1 – Схема системы

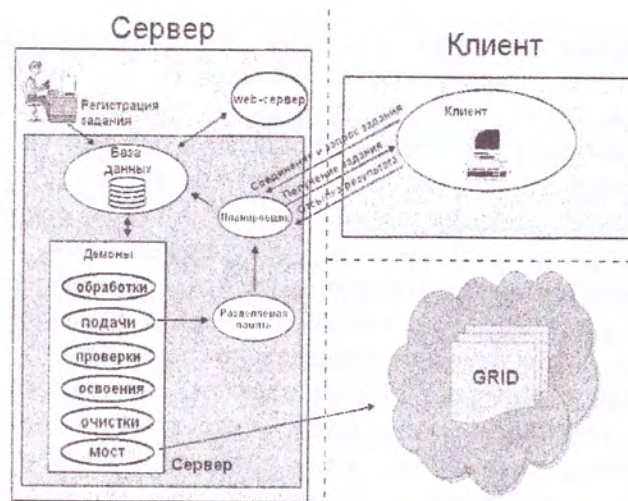


Рисунок.2 – Архитектура системы распределенных вычислений

На основе приведенной выше архитектуры для создания системы распределенных вычислений для моделирования технологических проблем нефти и газа необходимо выполнение следующих этапов:

- выбор СУБД для системы распределенных вычислений для моделирования технологических проблем нефти и газа в условиях Казахстана;
- создание схемы БД системы по месторождениям нефти и газа РК;
- внесение данных по выбранным месторождениям нефти и газа Казахстана в БД системы;
- создание программного комплекса математических моделей фильтрационных процессов с их алгоритмами решения;
- создание web-сервиса ПО с высокопроизводительным кластером URSA при ДП «НИИ Математики и механики»;
- тестирование (альфа, бета, конечных версий на отказоустойчивость и в соответствии со стандартами к тестированию ПО) и отладка ПО (на соответствие стандартам ПО);
- интеграция ПО с системами предприятий нефтегазовой отрасли на месторождениях;
- вовлечение, заинтересованность и поддержка круга пользователей из областей науки и технологий, с предоставлением технической поддержки, обратной связи и обучения.

Различными научно-исследовательскими организациями и производственными компаниями в мире ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы создания вычислительных и управляющих систем для нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в частности, созданы программные продукты компаний Roxar, Шлюмберже, Тайгерз и т.д. Однако, они решают частные задачи и имеют ряд существенных особенностей и ограничений: ввод и обработка огромного объема входных данных (иногда даже искаженных), а также эффективная визуализация без возможности реальной оценки происходящих процессов внутри нефтегазонасыщенных пластов и т.п. Успешная разработка месторождения нефти и газа зависит от своевременного применения различных методов повышения нефтеотдачи пластов. При разработке месторождений возникает необходимость выполнения оценки процесса разработки, которая связана с извлечением нефти путем использования современных методов воздействия на пласт.

В нашей республике в различных научно-исследовательских институтах, входящих в состав Казахского института нефти и газа ведутся активные исследования в разведке, добыче и транспортировке углеводородного сырья с учетом теплового воздействия. Следует также отметить наличие исследовательских подразделений в крупных нефтегазодобывающих компаниях, которые также проводят опытно-промышленные исследования по анализу и внедрению новых технологий разработки месторождений. В странах ближнего и дальнего зарубежья достаточно активно разрабатываются теоретические основы и практические методы реализаций новейших технологий повышения нефтеотдачи пластов, в частности при применении методов термического воздействия на пласт. В Российской Федерации аналогичные работы ведутся под руководством ВНИИНиГ им. С.М. Губкина.

Однако во многих исследованиях в попытке охватить учет влияния большого количества факторов на характер протекания процесса были предложены и использованы сложные математические модели, которые имели чисто теоретический характер без возможности применения на практике и не позволяли получить существенную интерпретацию полученных результатов. Также в результате построения моделей допускаются наличие большого количества параметров, которые зависят от температуры, но вместе с тем для них невозможно выписать какой-либо приемлемый математический вид зависимостей для адекватного проведения вычислительного эксперимента в рамках анализа всего процесса в целом и дальнейшего прогноза показателей добычи нефти.

Проводимые исследования и созданные программные средства иностранных компаний требуют значительных затрат по внедрению и адаптации этих систем для наших месторождений. Но в тоже время методы описания процессов и технологии решения указанных задач не разглашаются, что не оказывает существенного влияния на развитие отечественной науки в данной отрасли.

В настоящее время разрабатывается единая технология распределенных вычислений через Интернет, которая позволяет глобально распределенным системам функционировать на огромном ресурсе и обеспечивает гибкий доступ к высокопроизводительным вычислительным средствам международному сообществу пользователей.

В тоже время для разработки эффективных систем мониторинга, контроля и управления нефтегазового месторождения, прежде всего, необходимы:

внедрение единого подхода в оценке инвестиционной отдачи от реализаций технологических систем, а также стратегии (плана) поэтапного вовлечения месторождений в эксплуатацию;

проведение предварительных работ по сбору первичных данных и определению

способа разработки/эксплуатации объекта. Построение адекватной модели (физическая, математическая/компьютерная) рассматриваемой технологической системы/объекта, для первичной оценки эффективности предлагаемых технологий разработки объектов и анализа возможных сценариев реализации проекта;

– создание автоматизированного комплекса по сбору и обработке данных с объектов (месторождения, центр сбора, очистки и транспорта товарной нефти и т.д.), постоянное уточнение/корректировка параметров и условий реализованной модели (физическая, математическая/компьютерная). Реализация современных способов передачи и обработки данных с объекта;

– определение критериев «оптимального» режима работы и обслуживания объектов, минимизация роли «человеческого фактора»;

– разработка систем мониторинга и «быстрого» оповещения о внештатных (аварийных) ситуациях в работе объекта;

– создание системы анализа показателей/параметров текущей эксплуатации/разработки объектов, прогнозирования возможных сценариев протекания процессов (физических, химических и т.д.) и экспертных систем для принятия своевременных решений.

Естественно, для реализации каждой из этих задач дополнительно требуется их более детальный и всесторонний анализ с выявлением всех составляющих компонент эффективной работы/эксплуатации/разработки подобных сложных систем.

Распределенные вычислительные системы, объединяющие настольные ПК, корпоративные серверы, мощные симметричные многопроцессорные системы и серверы центров обработки данных, могут обеспечить доступ к огромным объемам вычислительных ресурсов по необычайно низкой цене.

Потенциальными потребителями услуг разрабатываемой ИТ системы могут являться: производственные объединения и компании, реализующие внедрение передовых информационных технологий в производство; государственные и негосударственные организации работающие в сфере добычи нефти и газа; научно-исследовательские организации, высшие учебные заведения и учебные центры как в ближнем, так и дальнем зарубежье.

Компьютерная модель позволяет вести расчеты технологических показателей разработки нефтяных и нефтегазовых залежей на естественном режиме (режим растворенного газа), на режимах заводнения, при смешанных режимах. При этом пласт рассматривается неоднородным по проницаемости и пористости, с переменной толщиной. Пористость, проницаемость, давление и фазовые насыщенности осредняются по толщине пласта. Пласт считается вскрытым произвольной системой добывающих и нагнетательных скважин. Основу модели оставляют система уравнений Бакли Лавретта с учетом кинетики тепло- и массообмена [7]: Пусть  $Q_T = \Omega \times [0, T]$ ,  $S_T^i = \Gamma^i \times [0, T]$ ,  $n$  – внешняя нормаль к границе  $\Gamma$ . Тогда соответствующая система уравнений имеет вид:

$$\bar{u}_i = -\frac{K_0 f_i}{\mu_i} \nabla p (i = 1, 2),$$

$$mH \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div}(H\bar{u}_1) = 0,$$

$$-mH \frac{\partial s}{\partial t} + \text{div}(H\bar{u}_2) = 0,$$

$$s + s_1 = 1,$$

$$\begin{aligned}
 & mH \frac{\partial}{\partial t} [c_1 s + (1-s)c_2] + H \frac{\partial a}{\partial t} + \operatorname{div}(Hc_1 \bar{u}_1) + \operatorname{div}(Hc_2 \bar{u}_2) = r, \\
 & H \frac{\partial((1-m)\rho_0 C_0 T_p)}{\partial t} + H \frac{\partial(m(\rho_1 C_1 s \tilde{c}_1 + \rho_2 C_2 s_1 \tilde{c}_2)T)}{\partial t} + \\
 & \operatorname{div}(H(\rho_1 C_1 v_1 \tilde{c}_1 + \rho_2 C_2 v_2 \tilde{c}_2) \cdot T) + H(\rho_1 C_1 v_1 \varepsilon_1 + \rho_2 C_2 v_2 \varepsilon_2) \cdot \nabla(p) \\
 & = \operatorname{div}(H(\bar{\lambda}(s, T, \tilde{c}_1, \tilde{c}_2) \nabla T + \bar{\lambda}_0(T_p) \nabla T_p)) - 2 \sqrt{\frac{\lambda_3 C_3}{\pi \cdot t}} \rho_3 (T_p + t \frac{\partial T_p}{\partial t})
 \end{aligned}$$

с уравнениями кинетики тепло- и массообмена в пористой среде соответственно:

$$\alpha_T \frac{\partial T_p}{\partial t} = \eta(T) - T_p,$$

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \cdot (G(c) - a),$$

где функции  $\eta(T) \equiv T$  и  $G(c)$  определены в виде, полагая  $c_1 = c$  и  $c_2 = \varphi(c)$ :

$$G(c) = \begin{cases} 1, & c > c^* \\ [0,1], & c = c^* \\ 0, & c < c^* \end{cases}$$

начальными:

$$s|_{t=0} = s_0(x), \quad c|_{t=0} = c_0(x), \quad a|_{t=0} = a_0(x), \quad T|_{t=0} = T_0(x)$$

и граничным условиям:

$$(P, S, \theta) = (P_0, S_0, \theta_0),$$

$$-D \cdot \frac{\partial c}{\partial n} + \bar{v}_{1n} \cdot c = q_n \cdot c^*, \quad (x, t) \in \Sigma^1 = \Gamma^1 \times [0, \bar{t}],$$

где  $q_n$  - заданный расход на единицу площади;

$c^*$  - известное значение концентрации примеси;

$D$  - абсолютная проницаемость пласта;

$H$  - толщина пласта;

$m$  - пористость.

Начальные условия описывают исходные распределения в пласте насыщенностей и давления. Граничные условия могут отражать как условие непроницаемости внешней границы, так и условие постоянства давления на части границы или на всей границе. На внешней границе может быть задано также постоянство фазовых насыщенностей [1-4].

Какие граничные условия задаются для добывающих и нагнетательных скважин. Для добывающих скважин предусмотрены режимы работы при задании следующих параметров:

- забойное давление, мПа;
- депрессия, мПа;
- дебит жидкости в пластовых условиях, м3/сут;
- дебит нефти в поверхностных условиях, т/сут;
- дебит нефти и воды, т/сут;
- дебиты нефти и газа, т/сут и тыс.м3/сут.

Для нагнетательных скважин предусмотрены режимы работы при задании

- забойного давления, мПа;
- темпа нагнетания воды, м3/сут;
- темпы нагнетания газа, тыс.м3/сут.



Вышеуказанная система управлений решается относительно давления, температуры, концентрации и насыщенностей конечно-разностными методами [6].

Разработанный программный продукт анализа методов увеличения нефтеотдачи пластов в призабойной зоне скважины для повышения эффективности технологических процессов добычи включает несколько методов воздействия на пласт, таких как тепловое воздействие, закачки поверхностно-активных веществ (ПАВ) и др.

В условиях быстрого развития нефтегазовой промышленности остро встал вопрос о качественном анализе эффективности разработки нефтяных объектов с применением современных методов математического моделирования пластовых процессов. Для увеличения нефтеотдачи применяют вторичные методы, которые позволяют улучшить физические, фильтрационно-емкостные характеристики нефтяного пласта. К таким методам относятся тепловой метод воздействия, а именно нагнетание воды с регулируемой температурой. В связи с этим разработано программное обеспечение для 3D – трехмерного моделирования теплового метода воздействия на нефтяной пласт (нагнетание воды с регулируемой температурой) с учетом произвольного расположения фонда нагнетательных и добывающих скважин.

В общем виде гидродинамическая модель совместной фильтрации нефти и раствора ПАВ учитывала влияние ПАВ на относительные фазовые проницаемости, реологические свойства нефти и капиллярное давление (на межфазное натяжение, смачиваемость коллектора и функцию Леверетта), диффузионные и адсорбционные свойства ПАВ, неоднородность залежей по напластованию и простиранию, гравитационные эффекты и систему размещения нагнетательных и эксплуатационных скважин. В основе данного программного комплекса заложены самые современные научные разработки, которые позволяют нам максимально эффективно использовать многопроцессорную вычислительную технику с современной архитектурой. За счет этого удастся продемонстрировать высокую производительность расчетов.

Проект изначально разрабатывается как интерактивный пакет, основанный на технологии «тонкого клиента». Тонкий клиент (англ. thinclient) в компьютерных технологиях – компьютер или программа-клиент в сетях с клиент-серверной или терминальной архитектурой, который переносит все или большую часть задач по обработке информации на сервер. Поэтому в качестве клиентской части использовались web-клиенты. Web-клиент как программа – браузер. Web-клиент как устройство – устройство, основным приложением которого (с точки зрения разработчика устройства или маркетолога) является браузер.

Результаты моделирования:

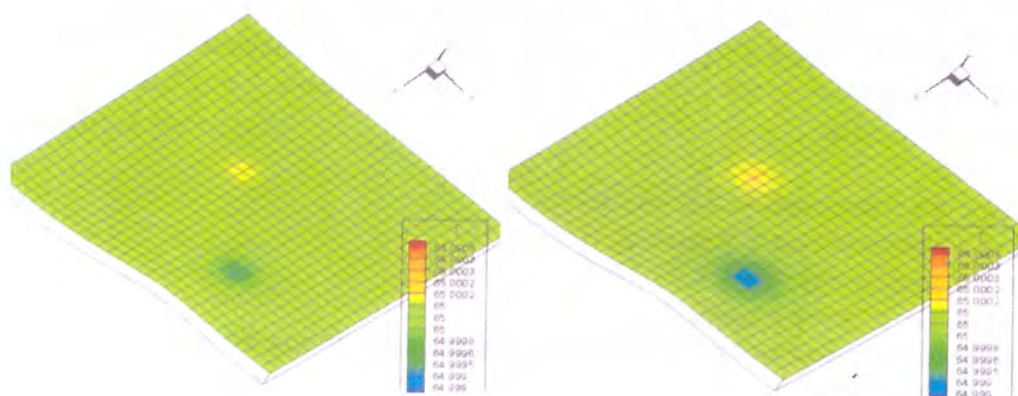


Рисунок 3 - Изменение температуры пласта при  $t=6$  и при  $t=16$

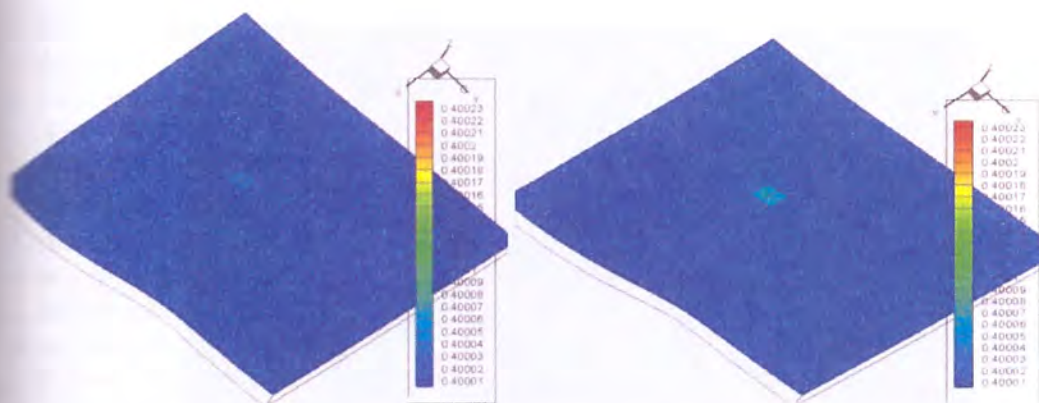


Рисунок 4 - Изменение концентрации пласта при  $t=3$  и при  $t=16$

Еще одной отличительной особенностью продукта является новый подход к интерактивному взаимодействию пользователя с расчетным ядром. Расчетный модуль и основная бизнес-логика приложения и пользовательский интерфейс разделены, что автоматически снимает нагрузку с клиентской части, перенаправляет всю вычислительную нагрузку на серверную часть, облегчая таким образом контроль над приложением, одновременно избавляя от необходимости обновления программного обеспечения клиентской стороны. По ходу работы программы, пользователь может в реальном времени просматривать имеющиеся результаты, управлять расчетом, а также интерактивно вносить изменения в модель посредством стандартных устройств ввода, без использования ключевых слов или специального оборудования.

Программное обеспечение реализовано на языке java с использованием базы данных PostgreSQL 8.4. Клиентская часть не требует установки, т.к. выполнена в виде веб-сайта и открывается в любом из браузеров: MS Internet Explorer, Mozilla FireFox, Opera, т.е. является тонким клиентом. Это позволяет находиться пользователю в любом городе и любой стране и делать необходимые расчеты через Интернет на мощном веб-сервере.

Визуализация данных была выполнена с привлечением технологии WebGL на HTML5. HTML5 - язык для структурирования и представления содержимого для всемирной паутины, а также основная технология, используемая в Интернете. Основной её целью является улучшить язык, поддерживающий работу с новейшими мультимедийными приложениями, при этом сохраняется лёгкость чтения кода для человека и ясность исполнения для компьютеров и приспособлений (веб-браузеры, синтаксические анализаторы и т.д.). HTML5 включает в себя HTML 4 и JavaScript. Следуя своим непосредственным предшественникам HTML 4.01 и XHTML 1.1, HTML5 отвечает всем требованиям, для которых HTML и XHTML в основном используются во всемирной паутине. HTML5 также считается микстурой будущего с введёнными различными спецификациями, вместе с тем введёнными продуктами программного обеспечения, такими как веб-браузеры, установленными для использования в общей практике. WebGL – это библиотека для программного обеспечения, которая расширяет возможности языка программирования JavaScript, позволяя ему создавать интерактивную 3D графику внутри любого совместимого с ней веб-браузера. Компьютерные браузеры, которые поддерживают WebGL это всем известные браузеры, такие как Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, Safari[8].

Далее представлены примеры контуров, рассчитанные модулем визуализации трехмерного пласта.

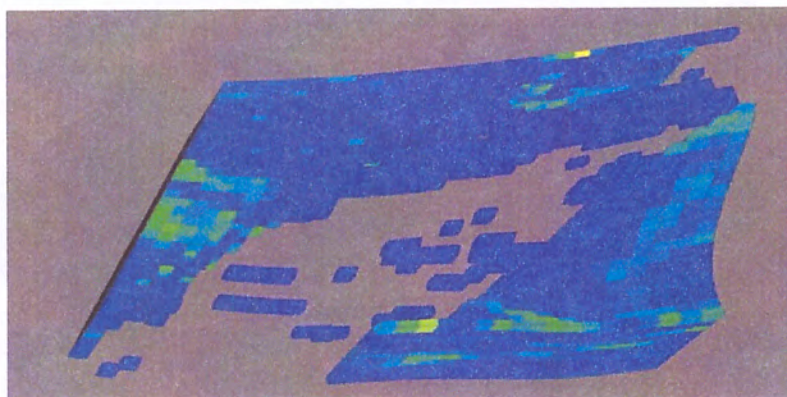


Рисунок 5. Неактивный пласт, прорисованный программой на HTML5/Java/JavaScript.

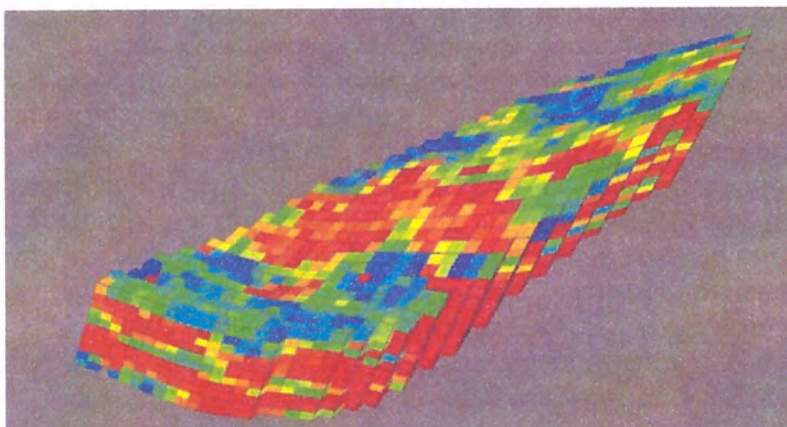


Рисунок 6. Активный пласт, прорисованный программой на HTML5/Java/JavaScript.

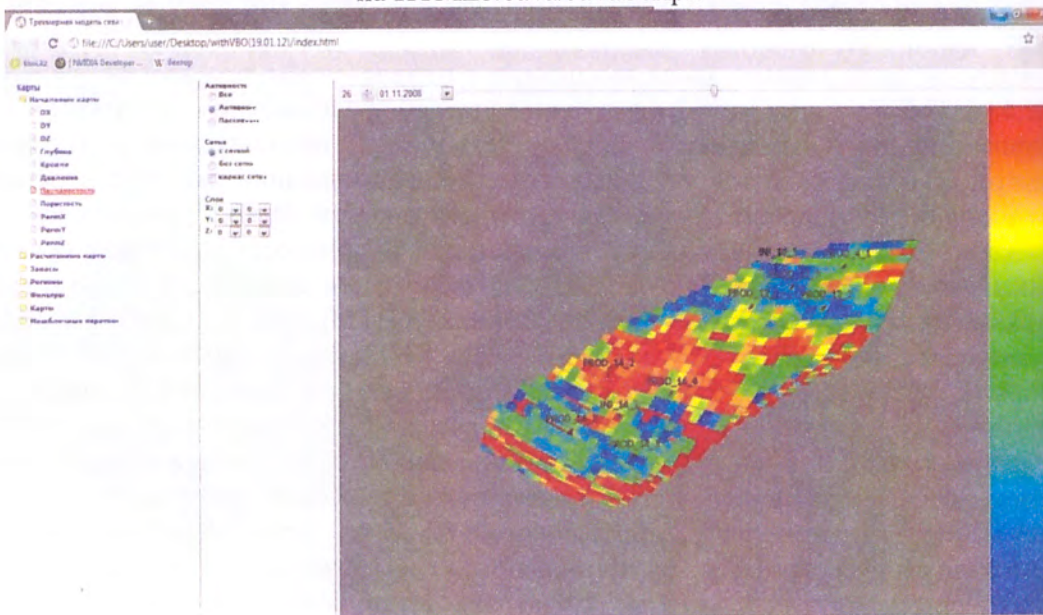


Рисунок 7. Активный пласт со скважинами

1. Buckle  
- Vol. 14  
2. Levere  
- 1939. -  
3. Маск  
Гостопте  
4. Данае  
и электр  
5. Mukha  
и not isot  
- Poland.  
6. Д. А  
теплообм  
7. Ахмед  
виристой  
«Матема  
науке». -  
8. Ричард  
Петербур

УДК 621.

К СОСТ  
ДВУ

The a  
varial  
the m

В И  
по создан  
переменно  
являются  
механизм  
толзуна, г  
Кин  
Она сост  
привошип

## Литература

1. Buckley S.E., Leverett M.C. Mechanism of fluid displacement in sands // AIME. – 1942. – Vol. 146. – P. 107-115.
2. Leverett M.C. Flow of oil – water mixtures through unconsolidated sands // Trans. AIME. – 1939. – Vol. 132. – P. 45-54.
3. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. – Москва: Гостоптехиздат, 1960. – 97 с.
4. Данаев Н.Т., Корсакова Н.К., Пеньковский В.И. Массоперенос в прискважинной зоне и электромагнитный каротаж пластов. – Алматы: Казак университети, 2005. – 180 с.
5. Mukhambetzhanoov S.T., Akhmed-Zaki D.Zh. Modeling of a problem of phase transitions at non isothermal filtration and qualitative properties of the decision // Wiertnictwo Nafta gaz. – Poland, 2008. – Vol. 25/2. – P. 541-549.
6. Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р. Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. – Москва, 1990, Том 1,2.
7. Ахмед-Заки Д.Ж. Математическое моделирование теплообменных процессов в пористой среде // Материалы V Международной научно-методической конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке». - 2010. – С. 26-32.
8. Ричард С. Райт-мл., Бенджамин Липчак. OpenGL Суперкнига. – Москва, Санкт-Петербург, Киев, 2006. – 1039 с.

УДК 621.01

М.С. Джуматаев, А.Ж. Баялиев

Институт машиноведения НАН КР, Бишкек, Кыргызстан

### К СОСТАВЛЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УДАРНОЙ МАШИНЫ С ДВУХКРИВОШИПНО-ПОЛЗУНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ

*The dynamic model of the striking machine with mwocrank – crawler mechanism of the variable structure was designed in this work. In this work was described the equations of the motion of the main elements of the striking machine.*

В Институте машиноведения НАН КР ведутся научно-исследовательские работы по созданию ударных машин на основе двухкривошипно-ползунного (ДКП) механизма переменной структуры (МПС) [1, 2]. Основными элементами предлагаемых ДКП-МПС являются два одинаковых нецентральных (эксцентриковых) кривошипно-ползунных механизма, расположенных симметрично относительно направляющей общего ползуна, причем кривошипы синхронно вращаются в противоположных направлениях.

Кинематическая схема отбойного молота с ДКП-МПС представлена на рисунке 1. Она состоит из гидродвигателя 1, цилиндрических зубчатых колес 2, 3, 4, маховиков-кривошипов 5 и 6, шатунов 7 и 8, поводка 9 с ползун-бойком 10 и инструмента 11.