

АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ВКЛЮЧЕННЫХ В СБОРНИК

УДК 622.279:622.32

Васильев Ю.Н. Системный подход и методы системного анализа при проектировании и управлении разработкой газовых месторождений / Ю.Н. Васильев, В.Г. Ильницкая // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 5–14.

Излагаются процедуры системного подхода и методов системного анализа при проектировании и управлении разработкой газовых месторождений.

Показано, что генерирование набора альтернатив (вариантов разработки месторождений или вариантов управляющих воздействий на процесс разработки) и выбор из этого множества наиболее предпочтительной по системе показателей (критериев) являются основными процедурами системного анализа.

УДК 550.834

Ларин Г.В. Определение скоростей распространения волн по данным сейсморазведки многократных перекрытий на основе волновой миграции сейсмограмм / Г.В. Ларин // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 15–29.

Рассмотрена эффективная методика определения скоростей распространения сейсмических волн и построения глубинно-скоростной модели среды на базе волновой миграции исходных сейсмограмм общего пункта возбуждения ОПВ.

Приведены постановка задачи, физическая трактовка, алгоритмическая реализация, технологическая схема решения и результаты для модельных и реальных сейсмических данных.

Обсуждены некоторые близкие по физическому подходу реализованные технологии по определению физических свойств геосреды по сейсмическим данным.

УДК 550.8

Крылов Д.Н. Технология оптимального выбора детальности цифровой геологической модели в зависимости от поставленной интерпретационной задачи / Д.Н. Крылов, Л.А. Наумова // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 30–34.

Цифровые геологические модели в большинстве случаев представляют собой формализованный в виде набора пластов образ геологической среды. Одной из наиболее сложных проблем проведения геологического моделирования зачастую становится выбор детальности модели, количества пластов и ячеек с набором фиксированных параметров.

С целью оптимального выбора детальности одномерная модель или непрерывная кривая параметра ГИС могут быть подвергнуты многократной статистической фильтрации в некотором окне переменного положения. Положение и размер окна осреднения определяются по критерию наименьшего среднеквадратического отклонения попавших в окно значений. На выходе получаем пластовую модель, описываемую скачкообразным изменением параметра, детальность которой зависит от набора длины используемых статистических фильтров.

Описанная технология позволяет легко выполнить подбор оптимальной детальности пластовой геологической модели в зависимости от поставленной интерпретационной задачи непосредственно по кривым ГИС и решить сопутствующие интерпретационные задачи.

УДК 550.83

Плешкова Е.А. Учет характера неоднородности продуктивной толщи Уренгойского месторождения при построении геологической модели / Е.А. Плешкова // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 35–42.

Рассмотрено применение геолого-статистических разрезов для анализа и учета неоднородности сеноманской продуктивной толщи Уренгойского месторождения. Выполнены анализ материалов подсчета запасов газа на месторождении за разные годы, построения корреляционных схем и

результатов интерпретации ГИС. Приведен анализ особенностей строения сеноманской продуктивной толщи Уренгойского месторождения с помощью комплекса геолого-статистических разрезов. Рассмотрено распределение параметров литологии и пористости по разрезу и по площади. На основании детальной корреляции геофизических разрезов скважин и обобщенного геолого-статистического разреза установлены аналоги коллекторов в тех скважинах, где проницаемые прослои отсутствуют, выделены циклы осадконакопления и произведен анализ изменения их мощностей в пределах месторождения.

УДК 550.83(26)

Черников А.Г. Использование марковской гипсотомографии для прогнозирования и 3D моделирования глубинного строения морских акваторий / А.Г. Черников, Н.В. Либина // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 43–48.

Марковская гипсотомография представляет собой новый способ анализа рельефа морского дна с целью прогнозирования глубинного строения, свойств геологических отложений морских акваторий и создания 3D бассейновых моделей. В статье излагаются принципы разработанной методики и приводятся результаты ее опробования на материалах батиметрических измерений акватории Японского моря и его обрамления.

УДК 622.279:532

Соколов В.А. Об одной закономерности изменения фильтрационной характеристики трещинно-порового коллектора при его истощении, обнаруженной по КВД в скважинах Вуктыльского месторождения / В.А. Соколов, Ю.Г. Бураков // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 49–56.

На примере Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения с трещинно-поровым типом коллектора показано, что при разработке месторождений с таким коллектором разность средних давлений в системе поровой матрицы и системе трещин зон дренирования эксплуатационных скважин может достигать достаточно высоких значений и зависит от депрессии. Величины этих давлений в зонах дренирования скважин оценивались по кривым восстановления давления методом Полларда.

Выявленную закономерность следует учитывать при назначении технологического режима работы скважин, выборе скважин – кандидатов для воздействия как на призабойную зону пласта, так и на пласт, а также при контроле конденсатосодержания добываемого газа.

УДК 622.279

Соколов В.А. Учет неравновесности движения смеси в трещинно-поровых коллекторах при контроле газоконденсатной характеристики пласта / В.А. Соколов, А.Г. Банникова // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 57–63.

На примере истории разработки Вуктыльского месторождения показано, что во всем пласте может формироваться достаточно большая разница между средним давлением в трещинах всего пласта и давлением в поровой матрице коллектора. При перетоке газа из пор матрицы в трещины с пониженным давлением в последних накапливается выпадающий из него конденсат. На поверхность в этом случае поступает газ того состава, который соответствует пониженному давлению в трещинах, а относятся полученное при исследованиях конденсатосодержание к повышенному давлению в порах матрицы (которое близко к пластовому давлению). Наиболее значительная разница между давлениями в поровой матрице и в трещинах всего пласта формируется к моменту полного охвата залежи дренированием, то есть в период максимальных отборов газа. Данное явление приводит к тому, что фактическая кривая конденсатосодержания начинает проходить ниже экспериментальной бомбовой зависимости, определенной в самый начальный период опытно-промышленной эксплуатации залежи.

Предложена модель, позволяющая в условиях формирования в период максимальных отборов неравновесной пространственно-временной диссипативной структуры течения смеси, формирующейся из-за неоднородности коллектора, адекватно моделировать и прогнозировать зависимость

конденсатосодержания добываемого газа от давления. Модель учитывает процесс перетока газа и состоит из двух обыкновенных дифференциальных уравнений от времени: одно – для давления в низкопроницаемых блоках, второе – для давления в трещинах. Представлен ретроспективный пример расчета по модели.

УДК 622.279

Бузинова О.В. Моделирование начального состава и термодинамического состояния пластовых флюидов газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений / О.В. Бузинова, К.Н. Гужов // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 64–72.

На примере реального месторождения Восточной Сибири проведено уточнение расчетных начальных составов газоконденсатной и нефтяной систем. Для этого были созданы термогидродинамические модели в среде программного комплекса Schlumberger Eclipse 300. В связи с недостатком или неточностью исходной информации каждая из моделей в первую очередь учитывала различные параметры в зависимости от степени важности.

УДК 622.276

Закиров С.Н. К разработке линзовидных коллекторов / С.Н. Закиров, А.А. Контарев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 73–77.

Статья посвящена изучению проблем и особенностей разработки линзовидных нефтенасыщенных коллекторов. На основе 3D компьютерных экспериментов выявлены наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на показатели добычи нефти из изолированной линзы.

УДК 622.279:532

Николаев В.А. Физические эффекты при фильтрации водогазовых смесей / В.А. Николаев, А.Ф. Соколов, О.В. Николаев, В.П. Ваньков // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 78–84.

Анализируются результаты физического моделирования фильтрации водогазовых смесей (ВГС) при эксплуатации газовых месторождений на завершающей стадии отбора из пласта природных углеводородов.

Установлены зависимости фильтрационных характеристик ВГС от состава смеси и от смачиваемости поверхности порового пространства водой. Сравняются особенности фильтрации смесей при низком и высоком содержании в потоке воды.

УДК 622.279

Бузинов С.Н. Расчет потерь давления в газовых скважинах с высоким содержанием углеводородного конденсата / С.Н. Бузинов, О.В. Бузинова // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 85–87.

Предпринята попытка использовать разработанную в ООО «Газпром ВНИИГАЗ» методику расчета газоводяного подъемника для расчета процессов, происходящих в скважинах при движении газожидкостных систем. Показано, что игнорирование двухфазного потока в газоконденсатных скважинах приводит к существенному необоснованному завышению (до 25 %) рабочих дебитов скважин.

УДК 622.279

Минко А.Г. Особенности моделирования теплообмена эксплуатационной скважины / А.Г. Минко, А.С. Чудин, И.И. Никишев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 88–92.

Представлено сравнение расчетных значений температурных режимов с промысловыми данными для трех скважин газоконденсатного месторождения Восточной Сибири. Расчеты проведены с

использованием известных программных продуктов и аналитических зависимостей. Обсуждаются причины расхождения расчетных и промысловых данных и необходимость их учета в постоянно действующей модели теплообмена эксплуатируемой скважины.

УДК 622.279:51

Истомин В.А. Методические вопросы создания математических моделей газопромысловых систем / В.А. Истомин, А.В. Елистратов, Ю.А. Лаухин, А.А. Ротов, А.В. Трифонов // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 93–98.

Рассмотрены методические вопросы создания математических моделей газопромысловых систем. На примере газосборных сетей и установок подготовки газа проанализировано влияние расчетных методик и качества промысловой информации на результаты моделирования.

УДК 622.691.24:55

Матушкин М.Б. Прогнозирование петрофизических характеристик объектов эксплуатации ПХГ на основе марковского многофакторного моделирования / М.Б. Матушкин, А.Г. Черников // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 99–105.

Петрофизическая модель является основой для построения геотехнологических моделей ПХГ, что предполагает необходимость максимально полного использования всей доступной для моделирования информации.

Технология пакетной обработки данных для петрофизического моделирования рассчитана на работу с объектами – ПХГ, имеющими продолжительную историю эксплуатации, для которых характерно наличие значительного фонда разновременных полученных геолого-геофизических данных различного назначения и часто невысокого качества. На основе принципов системного анализа разработан и опробован алгоритм одновременной обработки и интерпретации всего комплекса данных, включающий процедуры их нормализации, увязки, построения петрофизической модели пласта-коллектора. Авторами предлагается программная реализация этой технологии, разработанная на основе математического аппарата марковских процессов, выполненная в варианте системы марковского многофакторного прогнозирования – моделирования. Показаны примеры реализации этих алгоритмов.

УДК 546:665.612

Копша Д.П. Исследование и моделирование фазового равновесия газовых смесей с гелием / Д.П. Копша, С.А. Сиротин, В.Н. Никифоров, А.П. Бахметьев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 106–112.

Современные и наиболее крупные и экономичные производства гелия в мире организуются на заводах по производству сжиженного природного газа. В связи с этим технические решения, применяемые для выделения и очистки гелия, отличаются от решений, примененных на Оренбургском гелиевом заводе. Однако гелиеносные газы Восточной Сибири и Дальнего Востока значительно отличаются от газа Оренбургского месторождения по составу, содержанию гелия, азота и водорода. Для разработки технических решений по переработке гелиеносного газа Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также повышения обоснованности принимаемых технических решений возникает необходимость в актуализации данных экспериментальных исследований и совершенствовании расчетных методов моделирования фазового равновесия многокомпонентных газовых смесей, содержащих гелий.

Предметом данной статьи является исследование фазового равновесия многокомпонентных газовых смесей, содержащих гелий, азот и метан. Выбор компонентов сделан исходя из цели исследования процессов получения гелиевого концентрата и очистки его от азота. В работе выполнен анализ зарубежных и российских данных по растворимости гелия и фазовому равновесию вышеуказанных смесей с гелием, а также сделано сопоставление экспериментальных данных и результатов моделирования фазовых равновесий с использованием специализированных моделирующих программ.

УДК 622.691.24

Гафаров А.Ш. Особенности гидродинамического моделирования Гатчинского ПХГ / А.Ш. Гафаров // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 113–115.

При построении гидродинамической модели Гатчинского ПХГ были учтены особенности его геологического строения и формирования. Гатчинское ПХГ – единственный в мире объект, созданный в моноклинально залегающем водоносном пласте. По результатам гидродинамического моделирования получено представление о форме образовавшейся залежи и оценены объемы перетоков из зоны эксплуатации. Произведена адаптация к историческим показателям эксплуатации начиная с 1963 г. (пластовым давлениям, объемам отборов/закачек по скважинам, продвижению ГВК). Выполнены прогнозные расчеты технологических режимов работы скважин на сезон закачки 2011 г. по минимальному, максимальному и оптимальному вариантам эксплуатации Гатчинского ПХГ. Проведен анализ возможности прогнозных расчетов в рамках построенной модели.

УДК 622.691.24

Осадчая В.В. Применение кластерного анализа для прогноза показателей эксплуатации на примере одного из ПХГ / В.В. Осадчая, Г.А. Корнев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 116–118.

В периоды аномальных похолоданий возрастает потребность в энергоносителях и прежде всего в природном газе. Для удовлетворения возрастающих потребностей в природном газе в холодные зимы необходимо резко увеличивать суточную производительность скважин ПХГ, что в режиме пиковых нагрузок вызывает осложнение в их эксплуатации. Для предупреждения негативных последствий максимального отбора газа из ПХГ необходимо прогнозировать спрос на газ и заранее произвести корректировку проектных решений. В данной статье задача прогнозирования показателей эксплуатации решена посредством метода кластерного анализа и выбором неклассического цикла эксплуатации.

УДК 622.691.24

Дудникова Ю.К. Интеллектуализация процессов работы подземных хранилищ газа / Ю.К. Дудникова // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 119–121.

Подземные хранилища газа – это важная и неотъемлемая часть ЕСГ России. ПХГ служат для регулирования сезонной неравномерности потребления газа, с их помощью снижают пиковые нагрузки в ЕСГ, обеспечивается гибкость и надежность поставок газа. Основные требования к ПХГ заключаются в быстром и оперативном реагировании на изменение (сбой) режимов газопотребления. В связи с этим появляется актуальная задача разработки новых методов управления работой искусственной газовой залежью на основе моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ различных процессов эксплуатации ПХГ.

УДК 621.644

Пономаренко Ю.Б. О возбуждении низкочастотных колебаний газа в акустической системе «коллектор – три тупика» / Ю.Б. Пономаренко // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 122–126.

В связи с проблемой самовозбуждения колебаний газа в трубопроводах компрессорных станций рассмотрена акустическая система, состоящая из протяженного трубопровода-коллектора с присоединенными к нему тремя тупиками – трубами с закрытыми концами. Относительно среднего тупика система считается симметричной.

Определены наихудшие соотношения длин труб, при которых отсутствует диссипация колебаний газа из-за излучения волн в коллектор.

Приведены причины вибрации только среднего тупика с частотой, близкой к частоте колебаний газа в крайних тупиках.

УДК 665.632

Хорев А.В. Применение корреляционно-регрессионного анализа при долгосрочном прогнозировании спроса на газохимическую продукцию / А.В. Хорев, С.В. Семенова, И.В. Кропотова, А.В. Осирко // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 127–132.

Представлено применение корреляционно-регрессионного анализа в прогнозировании потребления газохимической продукции на примере полиэтилена высокой плотности. Выполнен обзор основных методов прогнозирования, описан метод корреляционно-регрессионного анализа. Выделены и проанализированы наиболее существенные факторы, влияющие на уровень потребления полиэтилена высокой плотности на российском рынке. Определена форма зависимости между факторами и результативными показателями. Смоделирована взаимосвязь между результативными и факторными показателями, проведена проверка значимости разработанной модели и расчет прогнозных значений потребления полиэтилена высокой плотности в Российской Федерации с 2010 по 2020 гг.

УДК 622.691.4

Ганага С.В. Моделирование аварии в месте взаимного пересечения трубопроводов с помощью программных комплексов ANSYS и LS-DYNA / С.В. Ганага, С.А. Ковалев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 133–140.

Путем численного моделирования с использованием современных программных комплексов ANSYS и LS-DYNA оценивались вклады разных факторов (положения магистральной трещины, упругопластических свойств грунтов и железобетонных конструкций, материалов труб, пространственного расположения ниток трубопроводов относительно друг друга и т.п.) на механизмы и параметры разрушения газопроводов при авариях в местах взаимных пересечений трубопроводов.

По результатам численного моделирования получена предварительная физическая картина развития аварийной ситуации в месте пересечения трубопроводов при разрыве нижней трубы. Выявлены ключевые особенности процесса и степени влияния отдельных факторов на процесс деформирования и возможного разрушения трубопроводов.

Отмечено существенное качественное различие в условиях нагружения верхних труб при образовании магистральной трещины, проходящей по верхней, боковой и нижней образующим нижней трубы.

УДК 622.691.4

Ганага С.В. Моделирование аварийного разрыва газопровода в месте пересечения с автомобильной дорогой / С.В. Ганага, С.А. Ковалев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 141–147.

Путем численного моделирования при помощи пакета прикладных программ ANSYS/LS-DYNA проводилась оценка влияния защитного кожуха при аварии на подземном газопроводе в месте пересечения с автомобильной дорогой.

Результаты расчетов показали, что внутреннее давление раскрывает стенку газопровода, которая приобретает определенную кинетическую энергию, и ударяет стенку кожуха, при этом разрушения стенки кожуха не происходит. Защитный кожух полностью предотвращает разрушение полотна дороги и отводит истекающий из аварийного сечения трубопровода газ в обе стороны от нее. Истекающий из аварийного отверстия газ прорывается через торцевые сечения кожуха к поверхности земли, образуя в грунте воронку с максимальным диаметром около 5 м.

Таким образом, авария на переходе магистрального газопровода через автомобильную дорогу при наличии кожуха не приводит к разрушению полотна дороги и не оказывает существенного компрессионного воздействия на близлежащие объекты транспортной инфраструктуры.

УДК 622.691.4

Ганага С.В. Моделирование аварийного разрыва газопровода на подводном переходе / С.В. Ганага, С.А. Ковалев // Применение методов математического моделирования и информатики для решения задач газовой отрасли: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 148–155.

С целью определения уровней механического воздействия на объекты, расположенные в непосредственной близости от места разрыва подводного трубопровода, с помощью пакета прикладных программ ANSYS/LS-DYNA проводилось численное моделирование физических процессов, возникающих при разрыве трубы.

В результате численного моделирования распространения волны сжатия в водной среде определялись параметры движения газового пузыря и кинематические характеристики газопроводов до момента установления квазистационарного истечения газа из аварийного отверстия.

Установлено, что в результате динамического воздействия при расширении газового пузыря соседняя труба в сечении, минимально удаленном от аварийного отверстия, получает максимальную скорость около 4 м/с через 0,07 с, которая со временем затухает. Максимальная скорость движения границы газового пузыря достигает 50 м/с. В зоне расположения соседней трубы максимальное давление достигает величины 3,5 МПа. Для областей, расположенных далее 5 м от места разрыва, для заданных начальных условий амплитуда волны сжатия не превышает 1 МПа. Максимальные напряжения и деформации соседней трубы в результате воздействия аварии не превышают уровней начала пластических изменений.