

УДК 004.9:622.276

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ OMSD ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

В.А. Силич, В.З. Ямпольский, А.О. Савельев, В.П. Комагоров, А.А. Алексеев, С.А. Гребенщиков

Томский политехнический университет
E-mail: sava@tpu.ru

Рассматриваются планирование геолого-технических мероприятий и результаты анализа существующих программных средств поддержки данного процесса. Предлагается использование методологии OMSD для формирования моделей предметной области с целью последующего проектирования системы поддержки принятия решений.

Ключевые слова:

Проектирование систем, геолого-техническое мероприятие, система поддержки принятия решений.

Key words:

Information system design, well intervention, decision support system.

Введение

Основным инструментом стабилизации уровня добычи и повышения эффективности разработки нефтяного промысла является проведение большого объема геолого-технических мероприятий (ГТМ). В качестве целей проведения подобных мероприятий выступают: повышение коэффициента эксплуатации нефтяных скважин (относительная длительность работы скважины), поддержание базовой добычи нефти, интенсификация добычи нефти, повышение нефтеотдачи пласта [1].

С увеличением фонда скважин возрастает роль геолого-технических мероприятий, в первую очередь, обработки призабойной зоны, оптимизации технологических режимов работы скважин, регулирования давления нагнетания воды по пластам и пачкам, раздельного и очагового заводнения. В ряде случаев дополнительная добыча нефти на один скважино-месяц, отработанный после геолого-технических мероприятий, сопоставима или превышает добычу по скважинам, пробуренным в стадии высокой обводненности [2].

Целесообразность и возможность проведения ГТМ зависят от технических возможностей и общего состояния скважины, определяемого при помощи проведения гидродинамических исследований. Лишь в редких случаях ситуация складывается таким образом, когда имеется только один вид мероприятия, который может быть проведен в данных условиях.

Задачами, решаемыми в рамках планирования мероприятий, являются: определение цели проведения, выбор технологии воздействия на скважину, подбор требуемых ресурсов. На всех этапах планирования осуществляются оперативный контроль и мониторинг.

В общем виде задачу выбора оптимальной последовательности проведения геолого-технических мероприятий можно представить следующим образом. Имеется $G=\{G_n\}$ — множество технологий проведения мероприятий, из которых необходимо осуществить выбор; $R=\{R_k\}$ — множество геологи-

ческих параметров, определяющих условия эксплуатации скважины; $C=\{C_m\}$ — множество условий и критериев, согласно которым должен осуществляться выбор мероприятия. Необходимо выбрать технологию $G_n \in G$, наиболее целесообразную для проведения на скважине, руководствуясь значениями параметров $R_k \in R$ и оценками соответствия технологий условиям и критериям $C_m \in C$ [3].

В данной статье рассматриваются программные решения, используемые в процессах планирования, и предлагается подход к проектированию системы поддержки принятия решений при выборе ГТМ для нефтедобывающей скважины.

Процесс планирования геолого-технических мероприятий

При анализе предметной области, на основе регламентной и нормативной документации, а также работ других авторов, была выделена последовательность этапов процесса планирования геолого-технических мероприятий [4]:

- Выявление скважины с недоиспользованным потенциалом.
- Прогнозирование добычи после технологической оптимизации и воздействия на скважину. Потенциал добычи определяется как максимально возможный при определенных условиях и ограничениях, добычи скважины и пласта в целом.
- Формирование последовательности проводимых мероприятий. Осуществляется выбор мероприятий по увеличению охвата и добычи для выбранных ранее проблемных зон выработки, а также расчёт технологической и экономической эффективности.
- Реализация. Выполняется комплекс подобранных мероприятий.
- Анализ эффективности проведенного мероприятия. Рассчитывается фактический эффект, строятся и анализируются графики, определяются основные проблемы и варианты их решений.

Степень автоматизации каждого из этапов зависит от оснащенности предприятия и используемых программных средств.

Анализ существующих решений

В рамках проводимых исследований были проанализированы следующие средства информационного сопровождения процессов планирования мероприятий, используемые на нефтедобывающих промыслах:

1. WellFlo. Программное обеспечение международной компании WetherFord для проектирования, моделирования и выявления неисправностей нефтедобывающих скважин. Программой моделируется поведение жидкости в коллекторе, колонне и наземном трубопроводе [5].
2. GTMDB. Проект компании OT-OIL, ориентированный на информационное сопровождение процессов планирования воздействий на скважину: сбор и хранение исходных данных, снижение времени и затрат на подготовку регламентной отчетности, ведение истории проводимых мероприятий. Основой решения служит платформа Атолл [6].
3. Атолл. Решение ориентировано на автоматизацию учетных, инженерных и системных задач при планировании, мониторинге и анализе геолого-технических мероприятий. Приложение рассматривается как инструмент поддержки вышеуказанных процессов, выполняемых непрерывно и циклично [7].
4. Баспро Оптима. Программный комплекс, ориентированный на использование специалистами производственных служб и аналитических центров нефтяных компаний. Комплекс обеспечивает формирование модели данных, инструменты анализа показателей разработки и интеграцию со сторонними решениями [8].
5. OilInfoSistem (OIS). Комплексная система управления данными нефтедобывающего предприятия, разработана ЗАО «НижневартовскА-СУпроект». Программное обеспечение, являющееся частью OIS, обеспечивает учет добычи нефти и газа, анализ работы фонда скважин, построение карт контроля разработки месторождений, учет и анализ работы промысловых трубопроводов [9].
6. tNavigator. Разработка российской компании «Rock Flow Dynamics». Представляет собой параллельный интерактивный комплекс гидродинамического моделирования. Позволяет рассчитывать композитную модель и модель «нелетучей нефти», хранить данные моделей, оценивать эффективность гидродинамического разрыва пласта [10].

На основе анализа функций указанных решений и экспертных оценок можно разделить представленные решения на три типа в зависимости от этапов планирования ГТМ, на которых они используются:

- На этапах выявления скважины с недоиспользованным потенциалом и прогнозирования добычи используются решения, направленные на сопровождение процесса планирования мероприятий, т. е. сбор и консолидацию данных, повышение доступности требуемой информации для лиц, принимающих решения, начиная от геологов и технологов, заканчивая менеджерами старшего звена (GTMDB, Атолл).
- Решения, используемые на этапах формирования последовательности и осуществления мероприятий и предоставляющие инструментальные средства для расчета технологических параметров. Основными пользователями являются промысловые геологи и технологи, использующие эти решения в качестве дополнительного вспомогательного инструмента при прогнозировании показателей и планировании технологических параметров определенного вида ГТМ (WellFlo, tNavigator).
- Все этапы планирования поддерживают решения Баспро Оптима и OIS, при этом не поддерживается формирование первичного списка скважин-кандидатов.

Каждое из указанных программных средств может быть использовано в качестве вспомогательного при выборе типа геолого-технического мероприятия для нефтедобывающей скважины, но ни одно из них не содержит алгоритмов и инструментальных средств, обеспечивающих формирование первичного списка скважин-кандидатов и анализ эффективности ряда альтернатив. Разрабатывается решение, ликвидирующее указанные недостатки, на основе наиболее эффективной объектно-ориентированной методологии проектирования информационных систем.

Применение методологии OMSD для построения моделей предметной области – планирования геолого-технических мероприятий

Для создания крупных информационных систем требуется совместное использование объектно-ориентированного анализа и проектирования и методологии системного анализа, к числу таких методологий относится OMSD.

OMSD (*Object Model for System Design*) – методология, в основе которой лежит объектно-ориентированный подход моделирования, главной особенностью которого является возможность объединять различные методики системного анализа и инженерии знаний на базе декларативной модели, формируемой с использованием экспертных знаний, описывающих типовые свойства, структуры и закономерности отдельных классов систем [11].

Согласно методологии OMSD классы определяют типы используемых объектов, которые, в свою очередь, являются структурированным описанием компоненты системы.

В ходе работ были выделены следующие классы системы планирования ГТМ:

- **ГТМ.** Характеризует тип проводимого мероприятия (рис. 1). Методы класса отражают воздействие на скважину и пласт, оказываемое в ходе проведения мероприятия.
- **Ресурс.** Класс, каждый экземпляр наследников которого характеризует одну из необходимых для проведения ГТМ компонент (оборудование, бригаду рабочих, реагенты).
- **Эффективность (технологическая и экономическая).** Класс, используемый при оценке эффекта от проведенного мероприятия.
- **Скважина.** Класс содержит характеристики пласта, притока и скважины. Экземпляр класса отражает текущее состояние определенной нефтедобывающей скважины.
- **Решение о проведении.** Класс является отображением выбранной в процессе планирования альтернативы, то есть принятого решения. Помимо прочих содержит множественный атрибут Ресурсы, являющийся коллекцией экземпляров класса Ресурс. Для целей анализа на основе описанных классов были сформированы мультиобъекты – множество объектов одного класса, выделенных в соответствии со специальным атрибутом, принимающим дискретные значения [11]. В частности, для анализа эффективности принятого решения о проведении гидроразрыва пласта (ГРП), сформированы мультиобъекты классов *Экономическая эффективность* и *Технологическая эффективность* (таблица), в соответствии со значением атрибута *Статус*.

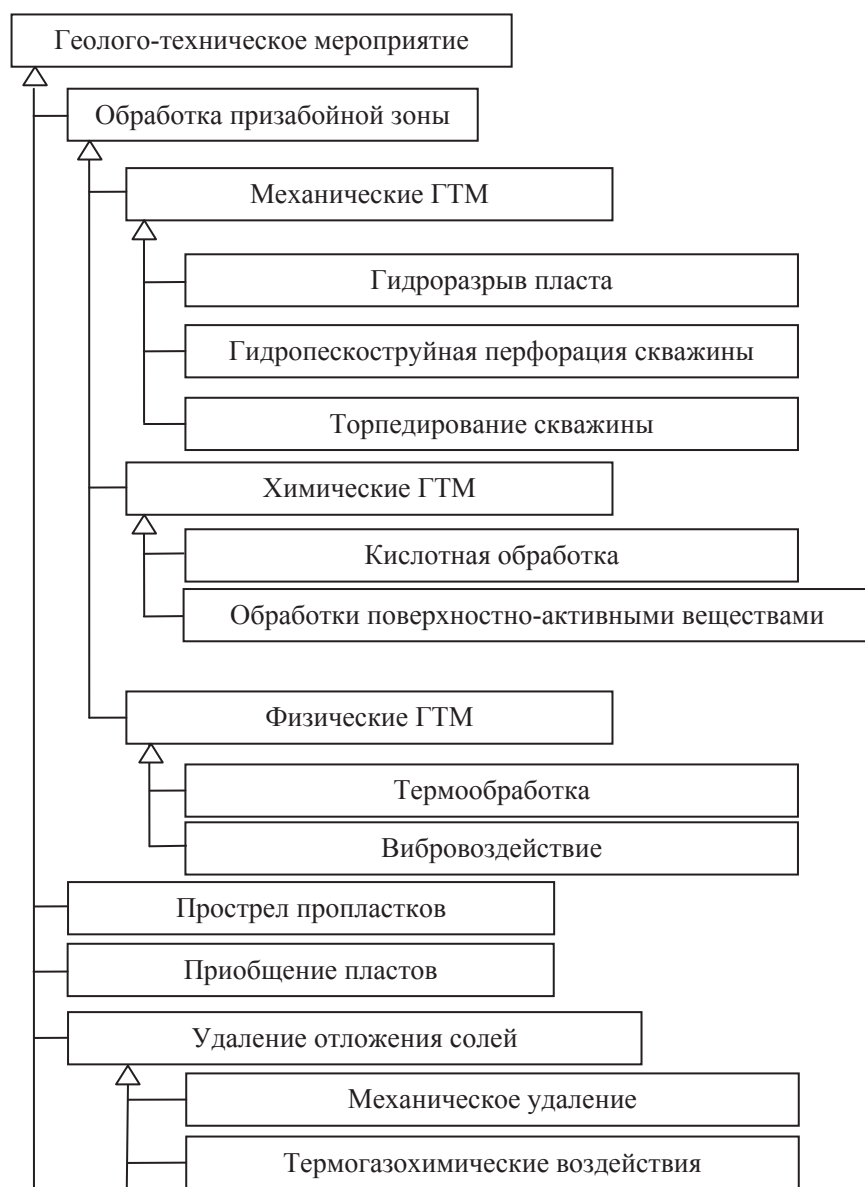


Рис. 1. Фрагмент иерархии классов геолого-технических мероприятий

Таблица. Пример мультиобъектов для анализа а) экономической; б) технологической эффективности гидроразрыва пласта

Экономическая эффективность ГРП	Статус	
	План	Факт
Срок окупаемости, лет	0,10	0,11
Внутренняя норма рентабельности, %	73,3	70
.....		

а

Технологическая эффективность ГРП	Статус	
	План	Факт
Дебит после ГРП, т/сут	34,0	32,9
.....		

б

На основе выявленных классов была сформирована модель компонент системы планирования ГТМ – множество подсистем и элементов системы, связанных отношениями агрегации, присоединения и ассоциации, поясняющая связи между выделенными классами. Фрагмент модели компонент представлен на рис. 2.

Сформированные классы содержат методы, позволяющие применять их на каждом из этапов планирования проведения мероприятий:

- Класс Скважина, характеризующий текущее состояние определенной нефтедобывающей скважины, используется на этапе выявления скважины с недоиспользованным потенциалом.
- На этапе прогнозирования добычи после технологической оптимизации и проведения используются методы классов ГТМ, Скважина и Ресурс. Результатом является новый экземпляр класса Скважина, отражающий прогнозируемое значение характеристик исследуемой скважины.
- Класс Решение о проведении, консолидирующий все данные, касающиеся определенной скважины и рассматриваемого в качестве альтернативного решения мероприятия, применяется при формировании последовательности мероприятий.
- При реализации мероприятия используются классы Ресурс и ГТМ, экземпляры которых ха-

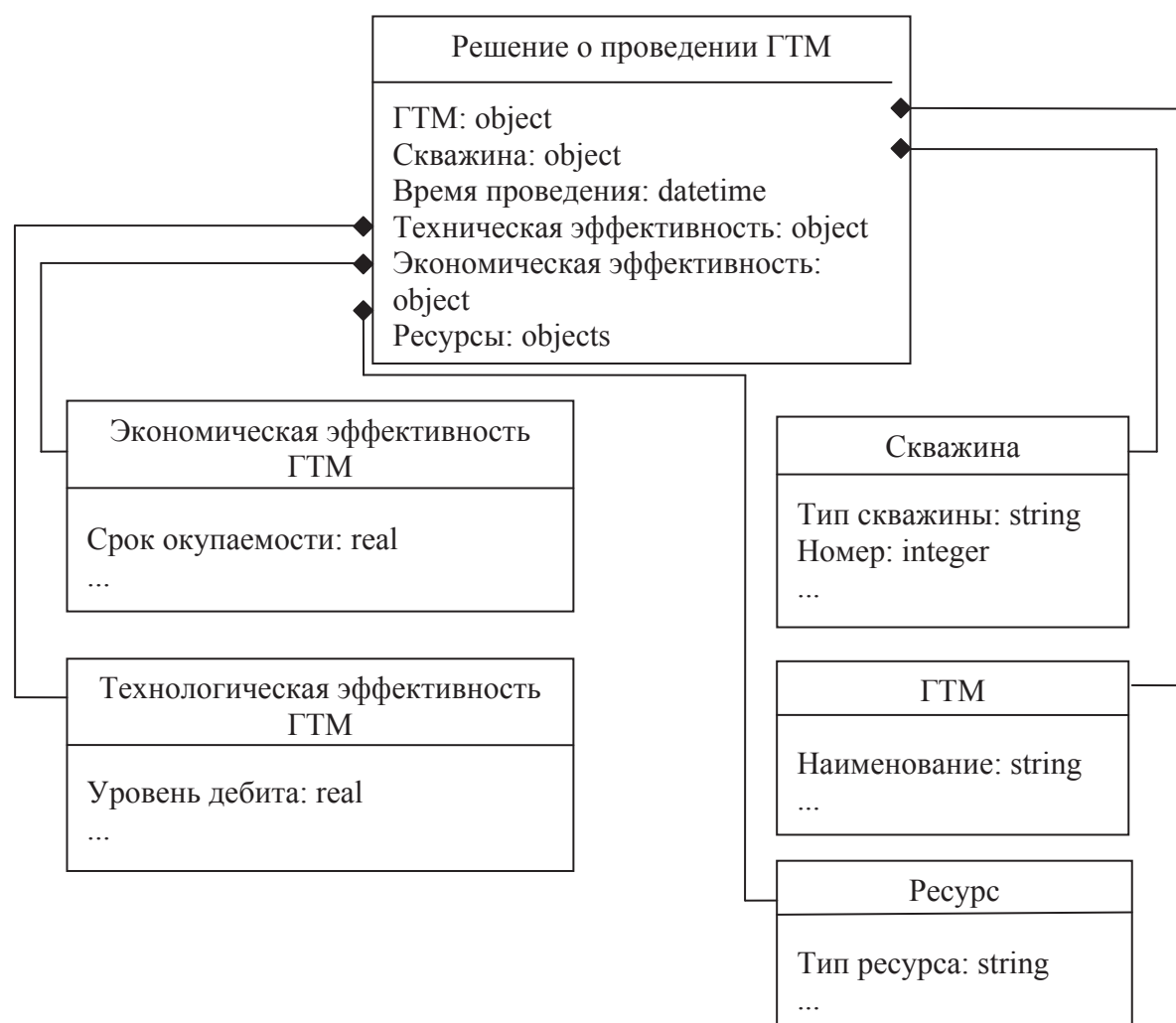


Рис. 2. Фрагмент модели компонент системы принятия решения при планировании геолого-технических мероприятий

рактизуют применяемую технологию и за- действованные при этом средства.

- На этапе анализа эффективности, в первую очередь, используются экземпляры классов Экономическая эффективность и Технологическая эффективность, на основе методов которых формируются выводы об общей эффективности проведенных мероприятий.

Программная реализация выделенных классов обеспечивает информационную поддержку на всех этапах процесса планирования ГТМ. Сформированные на основе множеств экземпляров классов мультиобъекты используются при проектировании хранилищ данных для системы поддержки принятия решений при планировании мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уметбаев В.Г. Геолого-технические мероприятия при эксплуатации скважин. — М.: Недра, 1989. — 215 с.
2. Лозин Е.В. Эффективность доработки нефтяных месторождений. — Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. — 152 с.
3. Шагиахметов М.Р. Модели и комплекс программ многокритериального принятия решений в условиях неопределенности в нефтедобыче: дис.... канд. техн. наук. — Казань, 2004. — 160 с.
4. Тимонов А.В. Системный подход к выбору геолого-технических мероприятий для регулирования разработки нефтяных залежей: дис.... канд. техн. наук. — Уфа, 2010. — 151 с.
5. Программное обеспечение для нефтедобывающей отрасли WellFlo // Weatherford. 2012. URL: http://www.weatherford.ru/assets/files/pdf/6341_WellFlo-Software-A3_RU.pdf (дата обращения: 20.05.2012).
6. Разработка системы GTMDB // OT-OIL. 2012. URL: http://www.ot-oil.com/project_gtmdb.php (дата обращения: 20.05.2012).

Выводы

1. Систематизированы и выявлены этапы планирования геолого-технических мероприятий, предложена классификация программных решений, на основе методологии OMSD выполнено моделирование информационной системы планирования воздействий на нефтедобывающую скважину.
2. Сформированы модели классов, объектов и компонент для каждого из этапов планирования, что позволило обеспечить алгоритмическую и программную поддержку системы принятия решений при планировании работ нефтедобывающей отрасли.

Разработка системы осуществляется в рамках научно-учебной лаборатории «Виртуальный промысел» Института кибернетики ТПУ.

7. Концепция АТОЛЛ // OT-OIL. 2012. URL: http://www.ot-oil.com/atoll_konc.php (дата обращения: 20.05.2012).
8. БАСПРО Оптима // БАСПРО. 2011. URL: <http://www.baspro.ru/programm> (дата обращения: 20.05.2012).
9. Система OIS // OilInfoSystem. 2006. URL: <http://www.asuproject.ru/newOIS.php> (дата обращения: 20.05.2012).
10. Специфические модули tNavigator // Rock Flow Dynamics. 2011. URL: http://rfdyn.com/ru/technology/tnavigator_technology1/ (дата обращения: 20.05.2012).
11. Силич М.П. Информационная технология проектирования сложных социально-экономических систем на основе объектно-ориентированной методологии моделирования: дис.... д-ра техн. наук. — Томск, 2005. — 360 с.

Поступила 23.05.2012 г.