

Применение системного подхода при разработке месторождений углеводородного сырья

А.Н. Лапердин

доктор геолого-минер. наук, советник генерального директора в области разработки месторождений¹

К.С. Холоднов

инженер²
HolodnovKS@tngg.ru

О.М. Ермилов

доктор техн. наук, профессор, член-корреспондент РАН, зам. генерального директора по науке²

¹ООО «ТюменьНИИгазпрогаз», Тюмень, Россия
²ООО «Газпром добыча Надым» Надым, Россия

Потребность обеспечения топливно-энергетическими ресурсами требует повышения эффективности процессов разработки месторождений углеводородов.

В настоящее время принципы системного подхода и отдельные методы системного анализа недостаточно используются при проектировании и управлении разработкой месторождений углеводородов.

Применение системного подхода и методами системного анализа облегчит и ускорит процесс проектирования, позволит сформировать более обоснованные подходы к использованию информации, подбору критериев оценки той или иной альтернативы, в конечном счете, обеспечит разработку эффективных управляющих воздействий на процесс.

Материалы и методы

Исследование постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений. Методы: имитационного моделирования, сравнения и оценки альтернатив.

Ключевые слова

системный подход, анализ разработки, базы данных, системы управления

При разработке месторождений углеводородного сырья (УВС) примерно до шестидесяти годов минувшего столетия при принятии решений высококвалифицированные специалисты в основном экстраполировали прошлый опыт и использовали метод аналогий. Эти методы не потеряли свою актуальность и никогда не утратят своей необходимости в будущем [1].

Но за прошедший с этого времени период происходило быстрое возрастание объема поступающей информации и поэтому без использования принципов системного подхода и методов системного анализа весьма проблематично осуществлять авторский надзор за разработкой месторождений нефти и газа.

В начале реализации проекта разработки нефтяного, газового (газоконденсатного) месторождения производится анализ получаемой геолого-промысловой информации и показателей разработки.

Первичный, каждодневный анализ процесса разработки месторождения осуществляется геологической службой добывающего предприятия совместно со службами научно-технического обеспечения.

Задачи первичного анализа разработки следующие:

- 1) Обработка и анализ результатов геофизических, газогидродинамических и специальных исследований скважин и пластов. Под специальными исследованиями понимаются: термометрия и дебитометрия скважин; исследование продукции скважин, в частности наблюдение за ионами хлора; текущие исследования скважин на газоконденсатность и т. д.
- 2) Анализ данных по контролю за разработкой месторождения. Сопоставление и анализ фактических и проектных показателей разработки.
- 3) Анализ результатов работ по интенсификации добычи флюида. Корректировка отдельных положений проектного документа разработки месторождения [2].

Результаты исследования скважин и пластов позволяют определять:

- характер насыщения залежей и устанавливать положение газоводяных, газонефтяных и водонефтяных контактов;
- термобарические условия существования залежей;
- фильтрационные параметры пласта и зависимости их распределения по площади и разрезу залежей;
- параметры технологического режима работы скважин по данным длительной эксплуатации и т. д.;
- а также устанавливать продуктивные характеристики скважин и зависимости ее изменения.

Основной задачей контроля за разработкой является обеспечение постоянного комплексного наблюдения за процессом эксплуатации газоконденсатных и нефтяных объектов с целью:

- оценки эффективности принятой системы

разработки и проводимых промысловых и геолого-технических мероприятий;

- принятия решений по регулированию процесса разработки и планированию мероприятий по его совершенствованию для достижения баланса между максимальной текущей и конечной углеводородоотдачей и оптимальными экономическими затратами.

Анализ данных контроля за разработкой месторождения позволяет установить режим месторождения, характер продвижения воды в пределах отдельных залежей и пластов, степень дренирования месторождения по площади газоносности и мощности.

Причины отклонений между фактическими и проектными показателями разработки определяются на основании их сопоставления. Основным фактором, приводящим к отклонениям между ними, является степень геологической изученности, качества проведения гидродинамических исследований скважин, определения состава пластового флюида и т. д.

При разработке месторождений УВС существенное значение имеют работы по интенсификации притока, способствующие улучшению технико-экономических показателей разработки и увеличению конечного коэффициента газо- и конденсатоотдачи [3].

Накопление и обобщение обширной геолого-промысловой информации о месторождении и процессах, происходящих в пласте при его разработке, критический анализ и уточнение этой информации позволяют эффективно корректировать отдельные положения проекта разработки. Подвергаться корректировке могут:

- начальные запасы в пласте, допустимые технологические режимы эксплуатации скважин, параметры пласта в зонах газо- и водоносности, режим залежи;
- методы контроля за разработкой месторождения;
- комплекс газогидродинамических исследований скважин, очередность их проведения и т. д.

По результатам текущего анализа разработки происходит корректировка геологического строения, на основании которого происходит уточнение геологических запасов газа и конденсата в пласте. При анализе новой модели можно выявить существенные отклонения предыдущего представления о строении и запасах месторождения. Дополнение к проектной документации выполняется соответствующей исследовательской или проектной организацией с привлечением предприятий, занимающихся промысловыми исследованиями.

В дополнениях к проектному документу дается детальный анализ накопленного геолого-промыслового материала. С привлечением компьютерных технологий воспроизводится история разработки месторождения, уточняются параметры пластов и скважин, определяются начальные суммарные и остаточные

запасы газа, конденсата и их распределение по отдельным пластам, эксплуатационным объектам. Дополнительно исследуются результаты первичного анализа разработки месторождения.

Анализ выявляет причины отклонения проектных показателей разработки месторождения и обустройства промысла от фактических. Важнейший результат анализа разработки месторождения состоит в получении наиболее достоверной на рассматриваемый момент времени геолого-промысловой информации о месторождении, отдельных продуктивных горизонтах [2].

Выполненный анализ разработки позволяет скорректировать темп отбора УВС для увеличения коэффициента извлечения конденсата из месторождения, это можно сделать после уточнения начальных запасов месторождения. В случае неподтверждения или изменений продуктивной характеристики относительно соседних разрабатываемых месторождений необходимо производить корректировку темпов отбора УВС.

После выбора одного или нескольких значений темпов отбора УВС из месторождения рассматриваются подварианты по отборам из отдельных залежей, горизонтов или распределения их по площади нефтегазоносности.

Для рассматриваемых отборов газа определяются показатели разработки месторождения и обустройства промысла, т.е. учитываются и намечаются пути оптимизации сложившихся систем разработки и обустройства. Из исследованных вариантов и подвариантов выбирается наилучший по технико-экономическим показателям и рекомендуется к реализации.

В дополнение к проектному документу отражаются результаты анализа разработки, выполненных исследований и приводятся прогнозные показатели разработки месторождения и системы обустройства промысла.

Особенность системного анализа данных разработки месторождения заключается в том, что каждое месторождение не может быть точной копией какого-либо уже эксплуатируемого, и поэтому требует новых знаний, новых подходов.

В философии термин «проблема» определен очень коротко и точно — это конкретное знание о незнании.

Проблема управления разработкой нефтяных или газовых месторождений может быть классифицирована как сложная, которая решается через развертывание ее в большое количество других подпроблем. В этом случае говорят, что сформулированная проблема расширяется до проблематики [4].

Возникшая нестандартная (проблемная) ситуация является начальной стадией выдвижения предварительных гипотез о способах разрешения этой ситуации. Обсуждение и проверка гипотез преобразуют проблемную ситуацию в набор задач (моделей), имеющих конкретные решения.

Применение системного подхода и методов системного анализа позволяют с наименьшими затратами результативно разрешать проблемные ситуации.

Открытое месторождение является объектом познания для того, чтобы в последующем можно было его освоить. На определенном этапе возникает необходимость создания

целостной модели объекта, что оказывается возможным только на основе объединения результатов изучения этого месторождения специалистами различных направлений. Синтез этих знаний осуществляется путем применения принципов системного подхода.

Любая система проектируется и создается для решения некоторой проблемы. Поэтому совершенно справедливо выражение: «Без проблем нет и системы».

Всякая система создается с заданной целью и выполняет определенную функцию, направленную на достижение поставленной цели.

Под функцией понимается процесс, происходящий в системе, который, в конечном счете, заканчивается определенным результатом, направленным на достижение цели.

Любая система управления состоит из объекта управления (управляемой подсистемы) и управляющей подсистемы. Общая схема системы управления нефтегазодобывающим предприятием приведена на рисунке 1.

При системном подходе принято разделять подсистемы на уровни [5–10].

Управляемая система газодобывающего предприятия подразделяется на ряд подсистем: насыщенный пласт, добывающие скважины; подсистема промыслового сбора; подсистема подготовки и т.д.

Управляющая подсистема в свою очередь может быть декомпозирована на две подсистемы второго уровня: подсистема сбора и передачи геолого-геофизической и промысловой информации и подсистему принятия решений по управлению процессами разработки и эксплуатации месторождения.

Необходимо отметить, что управление разработкой и эксплуатацией нефтяного или газового месторождения является двухконтурным и осуществляется не только специалистами предприятия по добыче, но и специалистами научно-исследовательского института.

Специалистами проектной организации проводится постоянный анализ процесса разработки, используя данные подсистемы сбора и передачи промысловой и геолого-геофизической информации.

Данная информационная подсистема включает в себя средства регистрации и результаты замеров устьевых параметров по скважинам (давления, расхода, температуры, наличия в продукции скважин воды и механических примесей); информацию по скважинам, поступающую с геофизических станций; сведения о параметрах процессов и результатах геолого-технических мероприятий, проводимых на скважинах; диспетчерские данные о работе систем подготовки газа и др.

Информация накапливается и постоянно обновляется в базах данных.

Схема примера регистрации передачи по каналам связи информации об устьевых параметрах добывающей скважины приведена на рисунке 2.

На газодобывающем предприятии осуществляется управление разработкой и эксплуатацией месторождения. Критериями контроля являются показатели проекта разработки. Управление заключается в сопоставлении фактических показателей с проектными, разработке и реализации управляющих воздействий, которые должны ликвидировать обнаруженные отклонения. Команды на управляющие воздействия разрабатываются в подсистеме принятия решений, а реализация этих решений осуществляется исполнительным органом.

Проблема совершенствования управления промышленностью, особенно сложными технологическими комплексами, к которым, безусловно, относятся все нефтегазодобывающие предприятия, относится к самым актуальным.

Итоги

При принятии решений по управлению разработкой месторождений углеводородов необходимо использовать системный анализ для повышения эффективности.

Выводы

Внедрение процедур системного анализа в практику проектирования и управления разработкой углеводородных месторождений многократно повысит технологическую и экономическую эффективность.

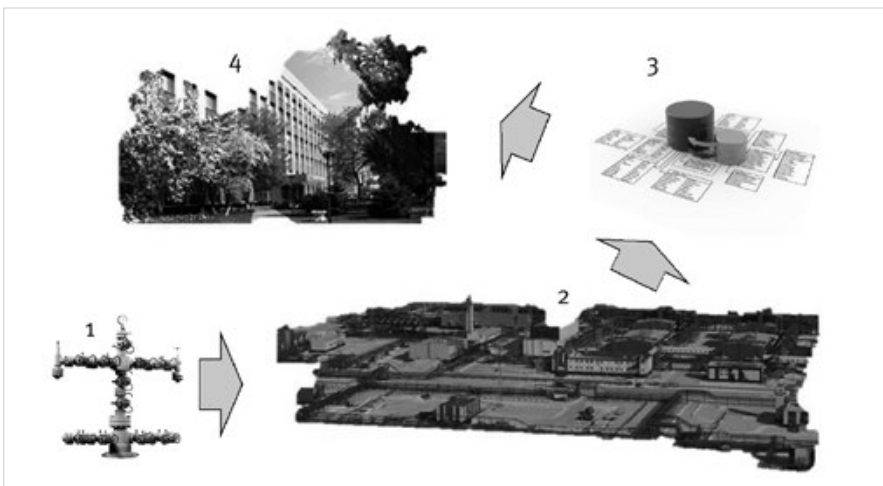


Рис. 1 — Схема двухконтурного управления разработкой месторождения: (1 — добывающее предприятие как система; 2 — управляемая подсистема (объект управления); 3 — управляющая подсистема добывающего предприятия; 4 — научно-исследовательский институт — автор проекта разработки; 5 — подсистема сбора и передачи геолого-геофизической и промысловой информации; 6 — исполнительный орган [4])

Список использованной литературы

1. Бердин Т.Г. Проектирование разработки нефтегазовых месторождений системами горизонтальных скважин. М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2001. 199 с.
2. Закиров С.Н., Лапук Б.Б. Проектирование и разработка газовых месторождений. М.: Недра, 1974. 376 с.
3. Закиров С.Н. Разработка газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. М.: Струна, 1998. 628 с.
4. Васильев Ю.Н., Дубина Н.И. Применение системного подхода и методов системного анализа при проектировании и разработке газовых месторождений. М.: Недра, 2011. 208 с.
5. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров. СПб: СЗГЗТУ, 2006. 186 с.
6. Чернышев В.Н. Теория систем и системный анализ. Тамбов: ТГТУ, 2008. 96 с.
7. Бояркин Г.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. Омск: ОмГТУ, 2008. 76 с.
8. Новосельцев В.И. Системный анализ: современные концепции. Воронеж: Кварта, 2003. 360 с.
9. Шаланов Н.В. Системный анализ: учеб. пособие. Новосибирск: НГИ, 2006. 250 с.
10. Антонов А.В. Системный анализ. М: Высшая школа, 2004. 141 с.

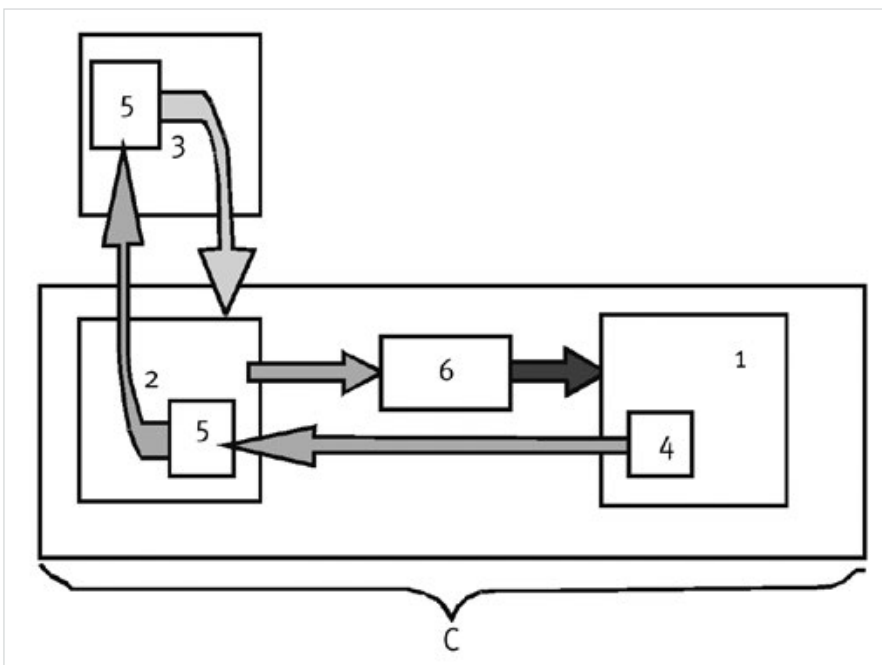


Рис. 2 — Схема передачи информации об устьевых параметрах добывающей скважины в предприятие по добыче и научно-исследовательский институт, осуществляющий авторское сопровождение проекта разработки:
1 — скважина с датчиками; 2 — установка по подготовке; 3 — база данных; 4 — научно-исследовательский институт

ENGLISH

GAS INDUSTRY

Application of a system approach when developing fields of hydrocarbonic raw materials

UDC 622.279.23/.4

Authors:

Alexey N. Laperdin — doctor of geologo-miner Sc., the adviser of the general director in the field of working out of deposits

Konstantin S. Holodnov — engineer¹; HolodnovKS@tngg.ru

Oleg M. Yermilov — dr. tech., professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, deputy. Director general for research²

¹TyumenNIIgiprozag, Tyumen, Russian Federation

²LLC "Gazprom dobycha", Nadym, Russian Federation

Abstract

The requirement of providing with fuel and energy resources demands increase of efficiency of processes of development of hydrocarbons deposits.

In the presents time principles of a system approach and separate methods of the system analysis are insufficiently used at design and management of development of hydrocarbons deposits.

Application of a system approach and methods of the system analysis will facilitate and will accelerate design process, will allow to create more

reasonable approaches to information use, to selection of criteria of an assessment of this or that alternative, finally, will provide development of effective managing directors of impacts on process.

Materials and methods

Research of constantly operating geological and technological models of fields. Methods: imitating modeling, comparison and assessment of alternatives.

Results

At decision-making on management of

development of hydrocarbons fields it is necessary to use the system analysis for efficiency increase.

Conclusions

Introduction of procedures of the system analysis in practice of design and management of development of hydrocarbonic fields will repeatedly increase technological and economic efficiency.

Keywords

systems approach; development analysis; databases; control systems.

References

1. Berdin T.G. *Proektirovanie razrabotki neftegazovykh mestorozhdeniy sistemami gorizontallykh skvazhin* [Design of development of oil and gas fields by systems of horizontal wells]. Moscow: *Nedra-Biznes-tsentr*, 2001, 199 p.
2. Zakirov S.N., Lapuk B.B. *Proektirovanie i razrabotka gazovykh mestorozhdeniy* [Design and development of gas fields]. Moscow: *Nedra*, 1974, 376 p.
3. Zakirov S.N. *Razrabotka gazokondensatnykh i neftegazokondensatnykh mestorozhdeniy* [Development of gas-condensate and oil-gas condensate fields]. Moscow: *Struna*, 1998. 628 p.
4. Vasil'ev Yu.N., Dubina N.I. *Primenenie sistemnogo podkhoda i metodov sistemnogo analiza pri proektirovanii i razrabotke gazovykh mestorozhdeniy* [Application of a system approach and methods of the system analysis at design and development of gas fields]. Moscow: *Nedra*, 2011, 208 p.
5. Romanov V.N. *Sistemnyy analiz dlya inzhenerov* [The system analysis for engineers]. Saint Petersburg: *SZGZTU*, 2006, 186 p.
6. Chernyshev V.N. *Teoriya sistem i sistemnyy analiz* [Theory of systems and system analysis]. Tambov: *TSTU*, 2008, 96 p.
7. Boyarkin G.N. *Teoriya sistem i sistemnyy analiz: ucheb. posobie* [Theory of systems and system analysis: studies. grant]. Omsk: *OmGTU*, 2008, 76 p.
8. Novosel'tsev V.I. *Sistemnyy analiz: sovremennye kontseptsii* [System analysis: modern concepts]. Voronezh: *Kvarta*, 2003, 360 p.
9. Shalanov N.V. *Sistemnyy analiz: ucheb. posobie* [System analysis: tutorial], Novosibirsk: *NGI*, 2006, 250 p.
10. Antonov A.V. *Sistemnyy analiz* [System analysis]. Moscow: *Vyssshaya shkola*, 2004, 141 p.