
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

УДК: 553.98

DOI: 10.30987/2658-6436-2020-1-4-8

Д.А. Завьялов

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Управление разработкой месторождения углеводородов связано с непрерывным выполнением множества проектов и носит проектно-ориентированный характер. Многие положения существующей системы управления разработкой месторождений углеводородов регламентированы, однако существует противоречие между необходимостью в комплексе учитывать все аспекты управления и отсутствием такой возможности в существующей системе управления. В работе представлена усовершенствованная системы проектно-ориентированного управления разработкой месторождений углеводородов, а также результаты ее тестирования на реальных данных в сравнении с существующей системой управления.

Ключевые слова: *месторождение углеводородов, управление разработкой, проект разработки, проектно-ориентированное управление.*

D.A. Zavyalov

IMPROVED SYSTEM OF PROJECT-ORIENTED MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF HYDROCARBON RESERVOIRS

Management of hydrocarbon reservoir development is associated with the continuous implementation of many projects and it is project-oriented management. Many provisions of the existing hydrocarbon reservoir development management system are regulated, however, there is a contradiction between the need to take into account all aspects of management in a complex and the lack of such an opportunity in the existing management system. The work presents an improved system of project-oriented management of hydrocarbon reservoir development, as well as the results of its testing on real data in comparison with the existing management system.

Keywords: *hydrocarbon reservoir, production management, development project, project-oriented management.*

Введение

Управление разработкой месторождения углеводородов (УВ) связано с непрерывным выполнением множества проектов для оценки объемов запасов (подсчет запасов УВ) и планирования добычи УВ (прогноз разработки) с целью эффективного распределения и рационального использования ресурсов недропользователя, такая деятельность носит характер проектно-ориентированного управления [1].

Многие положения системы управления разработкой месторождений углеводородов регламентированы, однако она многостадийна и многовариантна, кроме того существует большое число факторов как в самой системе, так и внешних, которые влияют на эффективность работы системы. Поэтому существует противоречие между необходимостью в комплексе учитывать все аспекты проектно-ориентированного управления разработкой месторождения, в том числе человеческий фактор, и отсутствием такой возможности в существующей системе управления.

В работах многих российских и зарубежных ученых, таких как Каневской Р.Д., Ямпольского В.З., Пергамент А.Х., Саттаров Б.М., Крылов А.П., Батулин Ю.Е., Settari A., Leverett M.C. и др. [2, 3], посвящены созданию и развитию методов моделирования месторождений УВ – они рассматривают математические, физические аспекты моделирования гидродинамических процессов и процессов фильтрации жидкостей в пласте, однако управление разработкой месторождений УВ как проектно-ориентированная деятельность в их работах не затрагивается.

Перечисленные особенности определяют важное научное и народнохозяйственное значение задачи повышения эффективности проектно-ориентированного управления разработкой месторождения УВ и точности получаемых проектных решений.

Усовершенствованная система проектно-ориентированного управления

Существующая система проектно-ориентированного управления разработкой месторождения углеводородов представлена на рис. 1. Выделяется 2 типа проектов: подсчет запасов и проектный технологический документ (прогноз разработки). Главным недостатком данной системы является необходимость возврата к предыдущим стадиям управления (пунктирные стрелки отображают взаимосвязь стадий – корректировку предыдущей стадии) при получении на некоторых стадиях неудовлетворительного результата. Однако в большинстве случаев (использование утвержденной ранее модели, выполнение работ различными институтами или специалистами и др.) возможность возврата (обратная связь) отсутствует. Кроме того, некоторые операции в данном процессе не формализованы, в частности процесс поиска недостающих данных для моделирования на ранних стадиях жизненного цикла месторождений выполняется экспертом лишь на основе собственного опыта. Также имеет место несогласованность работы вовлеченных в процесс специалистов (ЛПП) и низкая степень достоверности (адекватности) моделей пластов. В проектно-ориентированной деятельности при разработке месторождения углеводородов отсутствует комплексный подход, а система управления такой деятельностью нуждается в усовершенствовании.

Для повышения эффективности управления разработкой месторождений УВ и обоснованности принятия решений была усовершенствована существующая система проектно-ориентированного управления, она приведена на рис. 2.

Для формализации процедуры поиска аналогов и повышения достоверности моделей пластов разработаны новые метод поиска аналогий и метод верификации исходных данных на основе трехмерных визуальных моделей данных [4].

Комплексный подход к моделированию пластов месторождений [5, 6] реализован в виде комплексной модели пласта, которая предполагает объединение стадий геологического и гидродинамического моделирования [7], а также экономическую экспресс-оценку на этапе прогноза разработки.

Оценку влияния такой модернизации на процесс управления разработкой месторождения в целом можно выполнить по критерию времени. Тестирование усовершенствованной системы проектно-ориентированного управления осуществлялось на данных по 23 проектам по месторождениям Томской области, из которых 14 подсчетов запасов и 9 проектов прогноза разработки.

Для упрощения оценки общего времени процесс рассматривался укрупненно, без учета обратных переходов между стадиями. Была рассмотрена следующая цепочка стадий управления:

- работа с исходными данными:
 - сбор и анализ,
 - верификация;
- геологическое моделирование:

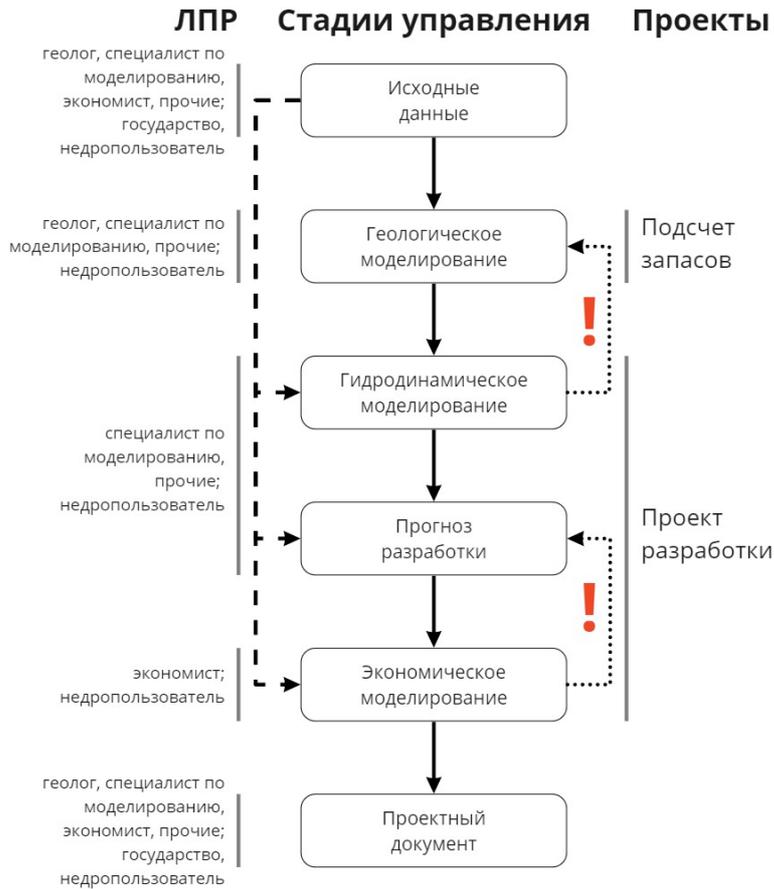


Рис. 1. Существующая система проектно-ориентированного управления разработкой месторождений УВ

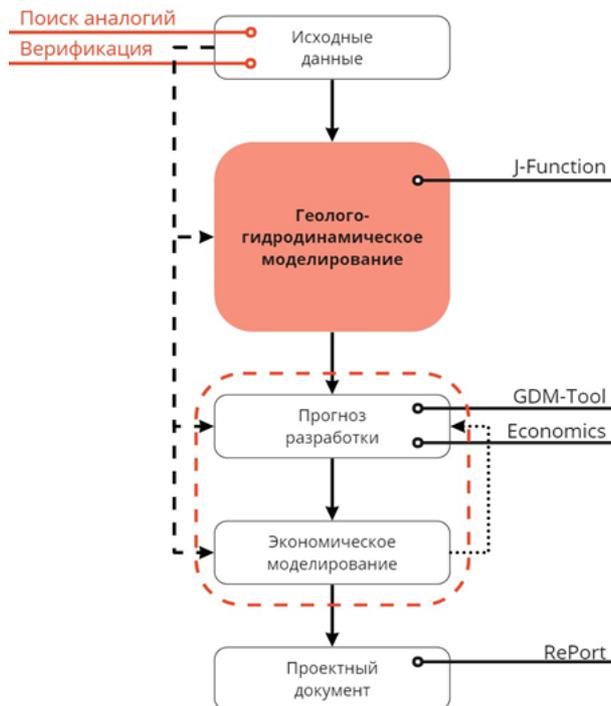


Рис. 2. Усовершенствованная система проектно-ориентированного управления разработкой месторождений УВ

- поиск аналогий,
- поиск функции распределения водонасыщенности,
- построение модели пласта;

- гидродинамическое моделирование:
 - построение гидродинамической модели пласта,
 - адаптация модели;
- прогноз разработки:
 - формирование системы размещения проектных скважин,
 - расчет прогнозного варианта разработки;
- экономическое моделирование;
- формирование отчетной документации.

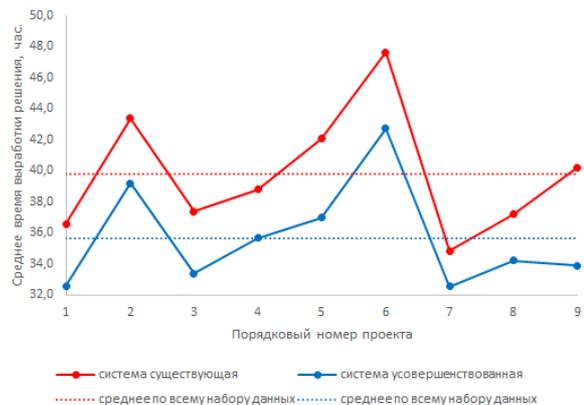
Результаты тестирования представлены в табл. 1 и на рис. 3.

Табл. 1. Результаты тестирования усовершенствованной системы управления

Тип проекта	Набор тестовых данных	Время выполнения, час.		Эффект, %
		Существующая система	Усовершенствованная система	
Подсчет запасов	1	5,4	4,8	11,8
	2	4,7	4,2	10,4
	3	5,4	5,0	7,7
	4	5,8	5,0	13,4
	5	5,2	4,7	9,5
	6	5,3	4,7	11,6
	7	5,6	4,9	12,1
	8	4,8	4,3	10,8
	9	5,3	4,8	10,1
	10	5,0	4,7	7,3
	11	5,8	5,2	10,5
	12	4,9	4,6	7,4
	13	5,3	5,0	5,1
	14	5,4	5,1	5,9
Прогноз разработки	1	36,6	32,6	11,0
	2	43,4	39,2	9,6
	3	37,4	33,4	10,7
	4	38,8	35,7	8,0
	5	42,1	37,0	12,1
	6	47,7	42,7	10,3
	7	34,8	32,6	6,6
	8	37,2	34,2	8,1
	9	40,2	33,9	15,8



а)



б)

Рис. 3. Общее время создания проекта при подсчете запасов (а) и прогнозе разработки (б)

Заключение

В работе представлена усовершенствованная система проектно-ориентированного управления разработкой месторождений углеводородов применение которой позволяет сократить общее время, затрачиваемое на выполнение проектов подсчета запасов на 9,5 %, проектов прогноза разработки – на 10,2 %. Такое повышение эффективности управления разработкой достигается за счет исключения необходимости корректировки и обратного перехода к геологическому моделированию, а также за счет сокращения количества итераций настройки прогнозных вариантов разработки месторождения.

Список литературы:

1. Математические основы управления проектами / Под ред. В. Н. Буркова. – М.: Высшая школа, 2005.
2. Каневская, Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта [Текст] / Р.Д.Каневская. - М.: Недра-Бизнесцентр, 1999. 212 с.
3. Костюченко С.В., Ямпольский В.З. Мониторинг и моделирование нефтяных месторождений [Текст]/ С.В.Костюченко, В.З.Ямпольский.– Томск: НТЛ, 2000. – 246 с.
4. Zakharova A., Vekhter E., Shklyar A., Zavyalov D. (2017) Visual Detection of Internal Patterns in the Empirical Data. In: Kravets A., Shcherbakov M., Kultsova M., Groumpos P. (eds) Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2017. Communications in Computer and Information Science, vol 754. Springer, Cham.
5. Yang, L., Hyde, D., Grujic, O., Scheidt, C., Caers, J. Assessing and visualizing uncertainty of 3D geological surfaces using level sets with stochastic motion // (2019) Computers and Geosciences, 122, pp. 54-67.
6. Yang, Y., Zhang, M., Bie, A., Cui, Z., Xia, Z. An integrated approach to uncertainty assessment for coalbed methane model // (2019) Springer Series in Geomechanics and Geoengineering, (216039), pp. 1560-1567.
7. Zavyalov, D.A. Improving the accuracy of hydrocarbon reserves estimation based on an integrated approach // CEUR Workshop Proceedings (2019), 2485, pp. 164-167.

Сведения об авторах

Завьялов Дмитрий Алексеевич
Инженер лаб. 3D моделирования и промышленного дизайна
E-mail: zda@tpu.ru

References:

1. Matematicheskie osnovy upravleniya proektami / V. N. Burkov. – М.: Vysshaya shkola, 2005.
2. Kanevskaya R.D. Matematicheskoe modelirovanie razrabotki mestorozhdenij nefiti i gaza s primeneniem gidravlicheskogo razryva plasta [Tekst] / R.D.Kanevskaya. – М.: Nedra-Biznescentr, 1999. P. 212.
3. Kostyuchenko S.V., YAmпол'skij V.Z. Monitoring i modelirovanie neftyanyh mestorozhdenij [Tekst] /. Kostyuchenko S.V., YAmпол'skij V.Z. – Tomsk: NTL, 2000. – p. 246.
4. Zakharova A., Vekhter E., Shklyar A., Zavyalov D. (2017) Visual Detection of Internal Patterns in the Empirical Data. In: Kravets A., Shcherbakov M., Kultsova M., Groumpos P. (eds) Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2017. Communications in Computer and Information Science, vol 754. Springer, Cham.
5. Yang, L., Hyde, D., Grujic, O., Scheidt, C., Caers, J. Assessing and visualizing uncertainty of 3D geological surfaces using level sets with stochastic motion // (2019) Computers and Geosciences, 122, pp. 54-67.
6. Yang, Y., Zhang, M., Bie, A., Cui, Z., Xia, Z. An integrated approach to uncertainty assessment for coalbed methane model // (2019) Springer Series in Geomechanics and Geoengineering, (216039), pp. 1560-1567.
7. Zavyalov, D.A. Improving the accuracy of hydrocarbon reserves estimation based on an integrated approach // CEUR Workshop Proceedings (2019), 2485, pp. 164-167.

Статья поступила в редколлегию 15.01.2020.

*Рецензент: канд. техн. наук, доцент,
Брянский государственный технический университет
Подвесовский А.Г.*

Статья принята к публикации 24.01.2020.

Information about authors:

Zavyalov Dmitry Alekseevich
Engineer of lab. of 3D Modeling and Industrial Design
E-mail: zda@tpu.ru