

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ
РАЗРАБОТКОЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Иванова В.В.

Научный руководитель профессор О.С. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Интегрированное моделирование – относительно «молодое» направление в области разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа. Работы зарубежных исследователей, посвященные вопросам применения интегрированных моделей с целью оптимизации управления активами и анализу эффективности данной технологии на примере крупных месторождений, стали активно публиковаться в начале 2000 – х годов [3].

В России, проекты по внедрению интегрированного моделирования стали внедряться крупными нефтегазовыми компаниями несколько позже. Так, компания «Газпром Нефть» начала активно внедрять интегрированное моделирование в свою производственную деятельность с 2013 года путем запуска проекта «Цифровое месторождение». Другая крупная российская компания – «ЛУКОЙЛ» запустила в 2016 году проект «Интеллектуальное месторождение» [2].

Интегрированная модель – комплексная модель, состоящая из нескольких моделей-компонент, объединенных через программу-интегратор и характеризующих процессы, происходящие на уровнях пласт – скважина – поверхностное обустройство (система сбора и подготовки продукции) – экономика. При этом в зависимости от сложности строения месторождения и целей моделирования в состав интегрированной модели может входить несколько моделей компонент каждого типа. Например, в состав интегрированной модели газовой части Пяяхинского месторождения, разрабатываемого компанией ЛУКОЙЛ, входит 11 гидродинамических моделей пласта, множество детализированных моделей скважин и несколько моделей поверхностного обустройства [2]. Схематично структура интегрированной модели и базовое программное обеспечение, используемое в России для ее построения, представлены на рисунке.

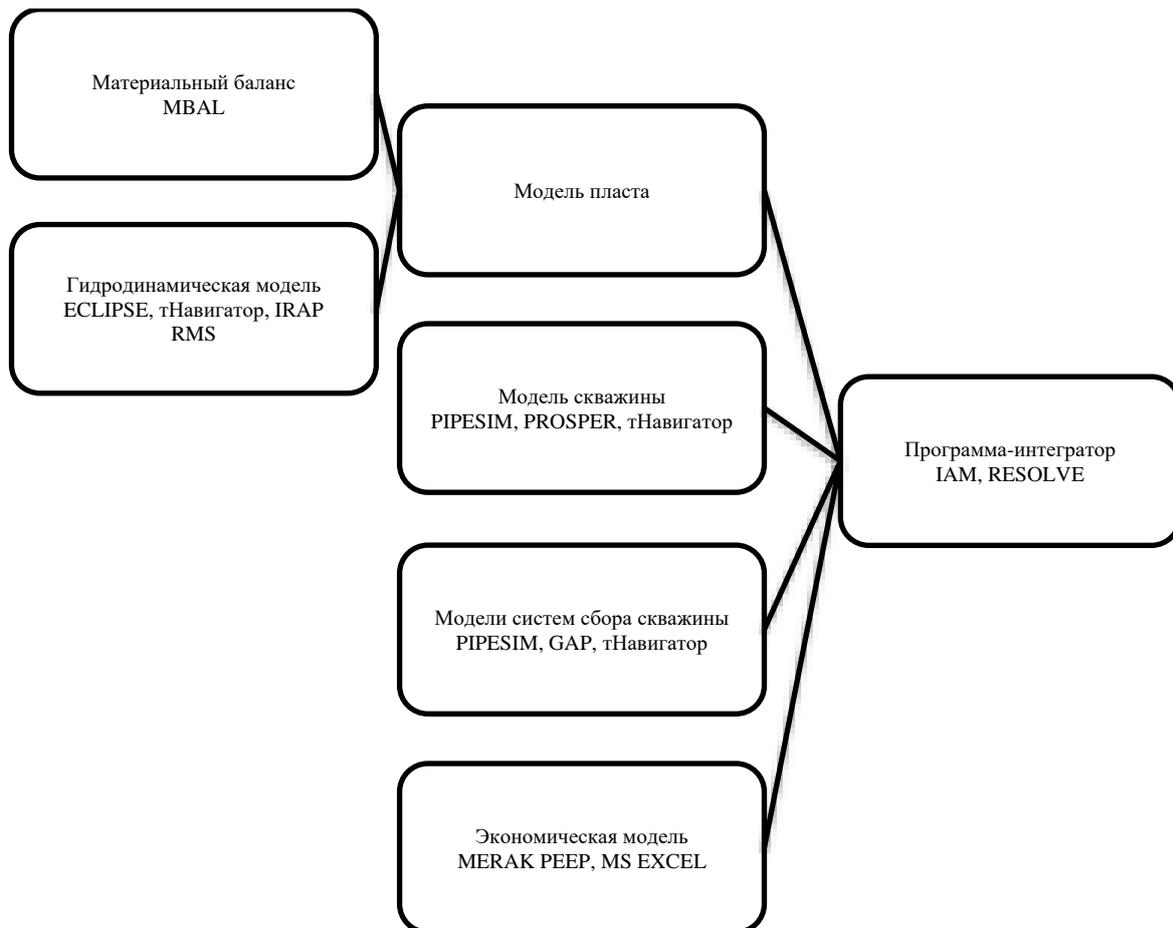


Рис. Структура интегрированной модели

В качестве модели пласта обычно используется полномасштабная гидродинамическая (геолого-гидродинамическая) модель, либо упрощенная модель в виде материального баланса. Выбор использования типа модели пласта обусловлен перечнем задач выполнения интегрированного моделирования. Если интегрированная модель строится в процессе проектирования разработки месторождения, или расчеты ведутся на длительный период,

или месторождение характеризуется сложным строением, то выбирается полномасштабная гидродинамическая модель, в связи с более высокой точностью расчетов. Если расчеты выполняются на короткий период, или месторождение имеет относительно простое строение, то предпочтение отдается использованию модели материального баланса, так как в этом случае происходит упрощение расчетов с сохранением достаточной точности. Также следует отметить, что модель пласта, включаемая в состав интегрированной модели, строится на основе нескольких других моделей – концептуальной, геологической, петрофизической, седиментологической и PVT – модели флюидов. При этом PVT – модель флюидов так или иначе используется для расчетов всех моделей компонент, кроме экономической.

Выделяют два типа моделей флюидов – композиционную, которую обычно используют для более точного воспроизведения поведения потока флюидов в условиях пласта, скважины и системы сбора и подготовки при решении узко специализированных задач, и модель «черной нефти», применяемую в основном для стратегических расчетов, требующих более высокой скорости решения. При выборе PVT – модели, следует учитывать тот факт, что применение композиционной модели значительно усложняет вычислительный процесс и поэтому обычно применяется совместно с той или иной моделью-компонентой отдельно от интегрированной модели [1].

Модель скважин позволяет на основе данных о геометрии скважины, ее конструкции, спущенного в нее оборудования и термобарических условий, в которых она работает, воспроизвести с достаточной точностью поток флюидов в скважине с учетом всех влияющих факторов и ограничений. Проведение расчетов на модели скважин в условиях интегрированного моделирования позволяет оценить оптимальность подобранной проектной конструкции скважины и выбора режима ее работы и скорректировать их при необходимости [1].

Модель систем сбора и подготовки обеспечивает учет изменений в потоке флюидов, обусловленных изменением термобарических условий при движении продукции по сетям промысловых трубопроводов до установок подготовки и при прохождении флюида через них. Также, включение данных моделей-компонент в состав интегрированной модели позволяет учесть ограничения, накладываемые, систем сбора и подготовки на добычу и режим работы скважин [1]. Экономическая модель – в сущности является набором формул расчета экономических показателей проекта (например, чистой приведенной стоимости, срока окупаемости и т.д.) с применением как специальных программ, так и с помощью использования встроенных в Microsoft Excel функций и при необходимости создания пользовательских функций и программ (макросы на VBA).

В качестве преимуществ применения интегрированной модели как инструмента управлением разработкой месторождений углеводородов можно выделить следующее. Во-первых, применение интегрированного моделирования на стадии проектирования разработки позволяет повысить точность прогнозирования поведения пласта и течения флюидов из пласта в скважину, затем в систему сбора и далее через систему подготовки за счет совместного учета влияющих факторов и существующих ограничений, характерных для каждой из моделей-компонент. Увеличение точности прогнозирования в свою очередь приводит к повышению эффективности проектирования и способствует выбору наиболее оптимальной системы разработки месторождения.

Во-вторых, интегрированная модель обеспечивает возможность проведения многовариантных расчетов эффективности сценариев разработки и геолого-технических мероприятий с целью выбора оптимальных вариантов с точки зрения достигнутого результата и экономичности. В-третьих, интегрированная модель нескольких объектов разработки, объединенных существующей общей сетью сбора и подготовки продукции, позволяет выявить взаимное влияние объектов и при необходимости оптимизировать режимы работы скважин на связанных объектах или повысить точность адаптации данных на историю разработки.

Кроме преимуществ, интегрированное моделирование имеет и некоторые ограничения применения. Во-первых, к качеству исходных данных для интегрированного моделирования предъявляются более высокие требования. Во-вторых, интегрированные модели сложнее отдельных моделей-компонент, что приводит к увеличению сложности и времени вычисления моделей. При этом следствием применения для решения специализированных задач сложных моделей-компонент в составе интегрированной модели зачастую является нецелесообразным ввиду высоких трудовых и временных затрат на построение и расчет такой модели. Для снижения времени вычисления требуется введение определенных упрощений, что приведет к снижению точности моделирования, в результате чего применение интегрированной модели становится нецелесообразно.

Таким образом, интегрированная модель – мощный инструмент по управлению разработкой месторождений углеводородов, однако решение о ее применении должно быть основано на анализе целей и задач моделирования, требующихся и имеющихся ресурсов, а также ожидаемых результатов.

Литература

1. Бортников А. Е. и др. О результатах построения и опытно-промышленной эксплуатации интегрированной модели Находкинского месторождения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. – № 9. – С. 95-99.
2. Кузнецов С. Л. и др. Об использовании интегрированной модели при подготовке проектного документа на разработку газовой части Пляхинского нефтегазоконденсатного месторождения. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. Геология. – № 12. – С. 114-120.
3. Zapata V., Brummett W., Osborne M., & Van Nispen D. Advances in Tightly Coupled Reservoir/ Wellbore/Surface-Network Simulation [Text] / V. Zapata, W. Brummett, M. Osborne, D. Van Nispen // SPE Reservoir Evaluation & Engineering. – 2001. – V.4(02). – P. 114 – 120. – DOI:10.2118/71120-pa.