

О. А. КОРОЛЕВА

*магистрант 1 курса
направление подготовки «Концептуальный
инжиниринг месторождений нефти и газа»
Тюменский государственный университет*

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ЦИФРОВЫМ АРХИВАМ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Во всех вопросах прогнозирования, технико-экономического обоснования, планирования, проектирования, строительства и эксплуатации нефтегазового месторождения задачи сбора, передачи, хранения и переработки информации имеют большое значение. В последние годы в связи с необходимостью осуществления большого количества различных расчетов в процессе управления нефтегазовым месторождением появляется проблема разработки единого методологического подхода к информации, ее классификации и оценке, при создании цифрового месторождения.

Прежний опыт работы управления по нефтедобыче продемонстрировал, что при ручной обработке информации каждый специалист пытается организовать свой индивидуальный архив, в котором накапливается информация, относящаяся только к функциям управления, которые выполняет этот специалист. Очевидно, что в таких условиях обмен данными между различными подразделениями компании практически исключается, а сами данные устаревают и требуют больших затрат времени на их обновление.

Жизненный период нефтегазовых месторождений сопровождается накоплением значительного числа не связанных между собой данных: технические характеристики оборудования, новое строительство, планы текущих и капитальных ремонтов, реконструкция, новое строительство, программы бурения, карты, технические регламенты, проектно-сметная документация и т. д. Определенные качественные изменения в методах комплексного проектирования и управления месторождениями, как практическое решение проблемы интеллектуального управления месторождением, неминуемо

приводит к необходимости решения в новом плане, в новой постановке информационных задач.

Для эффективной эксплуатации месторождения требуется иметь на всех уровнях его иерархии достаточное количество информации, характеризующей действительное состояние месторождения и его динамику.

Достоинства централизованных систем сбора, хранения и обработки информации стали возможными в недавнее время в связи с выпуском мощных промышленных компьютеров.

Данные, аккумулированные в едином архиве, могут быть неоднократно применены для разнообразных задач при анализе режимов работы месторождения, оценке экономической эффективности его эксплуатации, принятия важных решений, определяющих стратегию развития. В системах управления такого объема и сложности, как система интеллектуального управления месторождением, большой объем данных, а также требования к их качеству и надежности, во многом задают использование математических методов при их организации и обработке и методов управления.

Верная, т. е. экономичная и надежная эксплуатация месторождений возможна при условии сбора и переработки значительного количества данных, в связи с этим только организованное применение отвечающих той цели средств и техники автоматизации может решить эту задачу, обеспечив триединый процесс «анализ — решение — действие».

В данное время в нескольких добывающих предприятиях «Газпром нефти» была приведена в действие первая фаза «Цифрового месторождения» — «Определение организационного и технологического потенциала актива». Итоги выполнения первой фазы ввода программы «Цифровое месторождение» указали, что часть результатов можно уже распространять на другие активы¹. Очередной фазой станет выработка рядов постоянных улучшений, отбор IT и координационных решений и организация портфеля проектов,

¹ Дуркин С. М., Меньшикова И. Н. Управление разработкой интеллектуальных месторождений: метод. указания. Ухта, 2017. С. 8.

который будет устанавливать в компании все решения по повышению эффективности отдельных производственных работ по добычи в единую интегрированную сферу.

Всю информацию, нужную для анализа режимов работы и эксплуатации месторождения, рационально поделить на две части, условно систематизированные как техническая и динамическая информации.

Технический архив содержит параметры оборудования объектов месторождения и характеризуется сравнительно неизменной со дня ввода в эксплуатацию оборудования в течение срока его службы.

Динамический архив — это данные по динамике дебита и проницаемости скважин, обводненности, газовому фактору, забойному и устьевому давлениям, электропотреблению и др., которые могут изменяться в течение суточных и более длительных циклов.

Эти два класса информации с точки зрения ее обработки можно показывать в отдельности, учитывая все-таки, что оба класса взаимно расширяют друг друга и должны быть совместными (логичными).

Одна из сфер применения информации — эксплуатационные расчеты (гидравлические расчеты, расчеты системы электроснабжения, экологические расчеты).

Гидравлические расчеты:

- расчет трубопроводов добычи, сбора и транспортировки;
- нахождение профилей давления/температуры, расхода и т. д.;
- исследование действия скважины.

Расчеты системы электроснабжения:

- расчет и прогнозирование установившихся режимов электрической сети в нормальном и аварийном режимах;
 - анализ балансов мощности и потерь мощности;
 - анализ потерь уровней напряжений в электрической сети в нормальном и аварийном режимах;
 - расчет начальных и перспективных значений токов коротких замыканий (КЗ) в максимальном и минимальном режимах;
 - расчет потерь электроэнергии в электрической системе.

Экологические расчеты:

- моделирование и оценка убытков, возникших в результате различных аварий (маршруты разливов нефти с оценкой площади загрязнения, выбросы газа, воспламенение и т. д.);
- разработка защитных мер на особенно опасных участках и планирование действий в чрезвычайных обстоятельствах;
- поддержка анализа пространственно-временной динамики опасных геологических процессов;
- изображение моделей результатов чрезвычайных ситуаций и оценка рисков.

Действенность интегрированного цифрового архива месторождения в значительной степени складывается частотой обращения к нему для применения накопленной информации. Частота обращений к архивным данным будет обусловлена тем, в какой мере ее возможные потребители будут убеждены в надежности предоставляемой им информации. Большая часть потребителей информационной системы не обладает прямой связью с источниками информации, из-за этого следует вносить определения о точности информации, хранящихся в архиве информационной системы. При назначении достоверности оказывают влияние четыре фактора оценки информации:

1. Указание источника информации;
2. Расшифровка терминологии и определений единиц хранимых данных;
3. Определение погрешности величины хранимой единицы информации;
4. Подтверждение о проверке достоверности кодирования и величины хранимой единицы.

При машинном обрабатывании данных следует исключать вероятность хранения противоречивой информации и выполнять реновацию только по определенным алгоритмам. Указатель точности данных и контроль достоверности исключительно важны, когда точность может изменяться со временем¹. Этот указатель способст-

¹ Барский А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. М., 2014. С. 117.

вует найти пригодность этой единицы данных для соответствующего расчета и поясняет факт изменения точности со временем. Однако отношение человека как промежуточного звена между источником данных и промышленного компьютера может быть исключено, погрешности могут появляться в самом источнике. Следовательно, надо учитывать автоматическую проверку достоверности кодирования исходных величин в алгоритме обновления данных. Вся информация, не прошедшая проверку, должна быть переадресована к источнику для исправления либо аргументации правильности. Нужно предусмотреть две ступени проверки:

- первая ступень касается именно входной информации в архив;
- вторая ступень должна обнаружить воздействие данной входной единицы на другие единицы, хранящиеся в архиве¹.

Далее приведены основные этапы очистки информации и примеры возможных инструментов (табл. 1).

Таблица 1

**Основные этапы очистки информации
и примеры возможных инструментов**

<i>Цели</i>	<i>Возможные инструменты</i>
Борьба с выпущенными величинами	Удаление данных с пропущенными параметрами, заполнение вероятным значением (среднее, медиана), оценка по зависимости с другими параметрами
Фильтрация/сглаживание	Скользящее среднее, вейвлеты, фильтр Калмана и т. п.
Удаление нехарактерных значений — выбросов	Критерии Диксона, Райта (правило 3-х сигм), Титтена-Мура и т. п.

¹ Барсегян А. А. [и др.]. Методы и модели анализа данных — OLAP и Data Mining. СПб., 2014. С. 13.

Алгоритм проверки достоверности в отношении кода состоит в проверке правил кодирования¹. По отношению проверки величины единицы данных, то она может быть оценена в диапазоне изменения в абсолютных и относительных единицах. При проверке достоверности следует смотреть, чтобы вводимая единица не дублировала существующие в архиве записи, более того, неприемлема замена более точной информации менее точной. Ссылка на выполненную проверку достоверности увеличивает надежность в получаемых данных.

Структура цифрового архива в большинстве устанавливается типами применяемых серверов хранения информации и программным обеспечением информационно-поисковой системы. Тем не менее при рассмотрении структуры и формы организации цифрового архива специалистам следует предусматривать следующие основные требования:

- снижение к минимуму доли ручной подготовки исходной информации путем автоматизации ввода и применения методов рационального кодирования;

- снижение к минимуму предварительной обработки информации — все переводы размерностей величины в стандартные единицы должны проводиться автоматически с помощью программного обеспечения;

- применение алгоритмов проверки достоверности;

- максимальная гибкость доступа к архиву при минимальной сложности обращения. Наряду с этим специалисты, ответственные за ввод информации в архив, должны иметь полный список кодов и подробные указания о массивах обновляемых данных. Предоставляются также сведения о частоте опроса той или иной информации.

При автоматизировании поиска данных с помощью компьютера программа поиска должна быть устроена так, чтобы предоставлять ответ на определенный вопрос, а не выдавать массив информации,

¹ Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник: учеб. пособие / под ред. В. Н. Волковой, А. А. Емельянова. М., 2013. С. 634.

на основании которых этот ответ может быть получен¹. Отбор данных в цифровом архиве должен быть построен по принципу разделения времени. К примеру, отбор относительно простой информации должен проводиться через регулярные интервалы времени. Отбор сложных данных, требующих сочетательного поиска, должен устанавливаться в соответствии с заранее разработанной системой приоритетов, принимая во внимание срок проведения выборки и значимость запрашиваемой информации.

Нередко при анализе временных рядов лучше анализировать не сами измерения, а их характеристики (например, амплитуда либо частота). В этом случае нужно преобразовать исходный сигнал. В табл. 2 представлены возможные критерии нормирования данных.

Таблица 2

Возможные критерии нормирования данных

<i>Цели</i>	<i>Возможные инструменты</i>
Расширение диапазона выборки (при необходимости)	Метод бутстреп и т. п.
Упаковка данных (сокращение размерности)	Метод главных компонент (PCA)
Отбор самых существенных входных величин (выделение признаков)	Корреляционный анализ, отбор параметров по случайному лесу, проверка гипотез о значимости и т. п.
Регуляция, обезразмерование (для описания физических процессов) данных	Регулировка на минимум и максимум, на среднее значение и т. п.
Дедектирование характеристик (характерных признаков, шаблонов) в сигнале	Вейвлет-преобразование, преобразование Фурье и т. п.
Балансирование выборки данных (при необходимости)	Ручная балансировка классов, проверка обучения модели на матрице ошибок и т. п.

¹ Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М., 2016. С. 295.

Как уже указано, цифровой архив должен быть органической частью административной структуры, вследствие чего такая система на практике представляется системой человек — машина, где за человеком сохраняются функции подготовки исходной информации и применения представленной от цифрового архива данных. Значительную роль для образования эффективного взаимодействия с цифровым архивом представляет точное назначение обязанностей среди специалистов всех подразделений, использующих цифровой архив, а также разработка единой системы классификации и кодирования данных¹.

Имеется значительное число средств машинного обучения. На начальной стадии надо подобрать средство (или набор средств), которое будет применяться в предстоящем исследовании. Возможные инструменты для машинного обучения показаны на рис. 1.

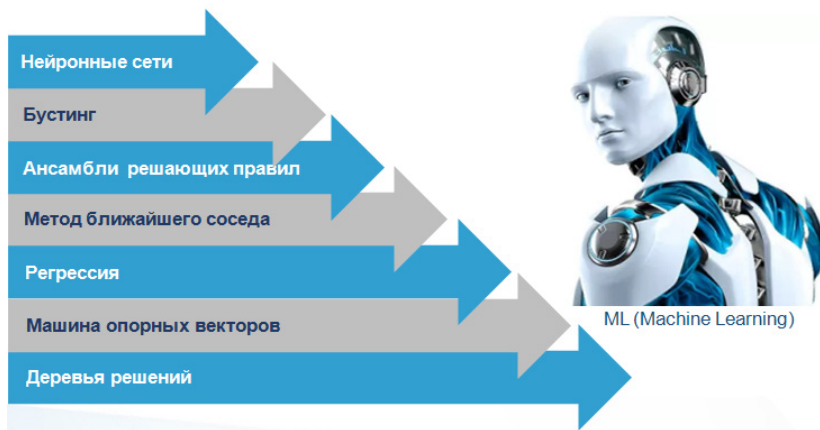


Рис. 1. Возможные инструменты для машинного обучения

Не имеется многоцелевых инструментов, которые дают хорошо заниматься в каждой задаче, т. е. применение конкретного инструмента обозначается спецификой задачи и целью. Целесообразно для

¹ Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построение алгоритмов, которые извлекают знания из данных. М., 2015. С. 136.

конкретной цели выполнить модели на основе различных методов, а затем сопоставить их достоверность или свести их прогнозы. Далее приведены принципиальные цели и возможные инструменты для их решения при работе с электронным архивом (табл. 3).

Таблица 3

Принципиальные цели и возможные инструменты для их решения

<i>Цели</i>	<i>Возможные инструменты</i>
Прогнозирование	Нейронные сети, деревья решений, байесовские сети и т. п.
Кластеризация, классификация	Нейронные сети, опорные вектора, карты Кохонена, нечеткая логика и т. п.
Поиск разладки	Фильтр Калмана, алгоритм кумулятивных сумм, контекстные деревья и т. п.
Поиск ассоциативных правил	Алгоритмы FPG, Aprion, Eclat и т. п.

Данной работой обобщен опыт и предложены рекомендации по цифровым архивам месторождения. Практическое значение и новизна работы заключаются в развитии подходов к цифровому архиву месторождения.

Основные результаты работы:

1. При организации цифрового архива рекомендовано поделить информацию на две части, условно систематизированные как техническая и динамическая информации.

2. Проанализировано применение информации цифрового архива — эксплуатационные расчеты (гидравлические расчеты, расчеты системы электроснабжения, экологические расчеты).

3. Проанализирована и систематизирована организация архива и достоверность архивных данных.

4. Предложены основные этапы очистки информации и примеры возможных инструментов.

5. Рекомендованы возможные критерии нормирования данных.

Организация единого электронного архива, в котором доступ к данным удобен и понятен для всех — это оптимальное решение.

Выбранные процессы берутся за основу для дальнейшего анализа, разборки на составные части и выявления зон для улучшений.

Цифровой переход — симбиоз значительных технологических и организационных трансформаций, обращенных на существенное повышение эффективности бизнеса через его полную оцифровку на всех этапах жизненного цикла месторождения. Объем цифровой информации с каждым годом будет увеличиваться. В настоящее время машинное обучение — основное средство выборки нужных данных из цифрового архива, дающее находить скрытую корреляцию между исходными информацией.

В недалеком будущем: например, по электростанции собственных нужд месторождения вся информация отправляется в соответствующую базу данных архива. Электростанцию не нужно диагностировать с точки зрения состояния электроагрегатов, обслуживания, ремонта — все это выполнено с помощью мониторинга (начальные заводские данные, текущие эксплуатационные данные, критические маркеры-данные). При необходимости замены оборудования, новое оборудование печатается на 3D принтере. Причем «интеллект» цифрового архива сам соединяется с 3D принтером и сообщает ему все нужные цифровые данные для изготовления.

ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Дуркин, С. М. Управление разработкой интеллектуальных месторождений: метод. указания / С. М. Дуркин, И. Н. Меньшикова. — Ухта: УГТУ, 2017. — 24 с.
2. Барский, А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А. Б. Барский. — М.: Финансы и статистика, 2014. — 178 с.
3. Барсегян, А. А. Методы и модели анализа данных — OLAP и Data Mining / А. А. Барсегян [и др.]. — СПб.: ВВХ-Петербург, 2014. — 338 с.
4. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник: учеб. пособие / под ред. В. Н. Волковой, А. А. Емельянова. — М.: Финансы и статистика, 2013. — 848 с.
5. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. — М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2016. — 1104 с.
6. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.