

Примером хорошо управляемой системы может служить оркестр. Музыканты не пытаются показать, что каждый из них – настоящая звезда, которая играет громче и лучше прочих, наоборот, они стараются поддержать друг друга. Иногда часть оркестра замолкает, музыканты просто считают и смотрят, ничего не делая, они сидят и ждут. На самом же деле, они поддерживают друг друга. Вот так должен работать бизнес.

Эдвард Деминг

Роль и содержание системного подхода к сейсморазведке

Логовской В.И., г.Самара

1. Сейсморазведка - это часть процесса нефтегазодобычи (как бурение).

1.1. Доминирующим методом для построения границ геологических тел и прогнозирования некоторых петрофизических свойств геологического разреза между скважинами, в которых эти границы и свойства изучены детально, является сейсморазведка на отражённых волнах.

Экономическая эффективность сейсмических исследований определяется, в числе прочих, их влиянием на направление, технологию и объёмы дорогостоящих буровых работ, работ по разработке месторождений.

В наиболее успешных нефтегазодобывающих компаниях высокая эффективность сейсморазведки давно доказана. В их практике, наличие надёжных данных сейсморазведки является **обязательным условием для разрешения затрат на последующее бурение.**

1.2. Сейсморазведка является сложным трудоёмким и наукоёмким технологическим процессом, **в основном** реализуемым не в лабораториях, научными сотрудниками и лаборантами, а в «Поле», в условиях морей и гор, пустыни, тайги, болот, пересечённого рельефа, сельскохозяйственных угодий, промышленных объектов и коммуникаций, населённых пунктов, людьми обычных профессий, помогающими небольшой группе специалистов геофизиков и геодезистов в вопросах возбуждения, приёма и регистрации строго координированных в пространстве сейсмических волновых полей (сбора полевой информации). Эти сейсмические волновые поля, после сложнейших процедур преобразований (в лабораториях), способны эффективно отображать геологическое строение земных недр. В идеале, сбор прецизионных по точности и очень важных по назначению полевых сейсмических материалов должен выполняться именно научными сотрудниками и «лаборантами», профессионально обученными и профессионально ответственными. Но в жизни, увы, всё не так. Поэтому достижение результатов сейсморазведки необходимого качества невозможно без строгой регламентации и тотального контроля.

Геологическая (а, следовательно, и экономическая) эффективность сейсморазведки зависит от большого количества объективных и субъективных факторов. Объективные факторы необходимо как можно полнее учесть. Влияние же негативных субъективных факторов нужно, насколько возможно, устранить. Требуется системный подход к оптимизации производства и включению сейсморазведки в технологический процесс нефтегазодобычи.

Блок-схема, представленная на рисунке 1, иллюстрирует роль и место сейсморазведки в едином геолого-технологическом процессе нефтегазодобывающей компании.

В частности, она показывает, что результаты сейсморазведки необходимы на всех этапах геологического процесса, включая разработку месторождений.

2. Какие этапы сейсморазведки имеют наибольшие экономические последствия.

2.1. Оценка соотношения затрат, причинно-следственных связей и прочих характеристик производства разных этапов сейсморазведочных работ позволяет обозначить их приоритеты по значимости и полезным следствиям.

Если представить технологический сейсморазведочный процесс в виде пирамиды (рисунок 2), то становятся нагляднее его очевидные особенности:

2.1.1. Без выполнения предыдущих этапов работ невозможны последующие, а качество результатов работ предыдущих этапов определяет возможности достижения требуемого качества на последующих этапах.

2.1.2. Мобилизация и аренда земли не являются целями сейсморазведочных работ, а лишь необходимыми условиями. Следует прилагать серьёзные усилия для сокращения затрат на этих этапах работ.

2.1.3. Из приведённого соотношения видно, что наибольшая часть затрат относится к подготовительным работам и полевым наблюдениям, вместе - к этапу полевых работ.

2.1.4. Из-за большей доли затрат, трудоёмкости и зависимости результатов от многих факторов, изменяющихся во времени, очевидно, что повторение этапа полевых работ (например, в отличие от переобработки) **практически** невозможно. При абсолютной значимости результатов, необходимы максимальные усилия для своевременного получения полевых материалов наивысшего качества. Затраты на полевые работы должны расцениваться как инвестиции в последующие разведку и разработку. Это объясняет причины необходимости выполнения в процессе полевых работ: полевой обработки, оперативного контроля и оперативного дублирования некондиционных наблюдений.

Из изложенного следует:

- для выполнения полевых работ должна применяться самая эффективная (с учётом возможных будущих потребностей) система наблюдений;
- торопиться при выполнении полевых работ в **ущерб качеству** экономически нецелесообразно, поэтому важно планировать (и своевременно финансировать) выполнение полевых сейсморазведочных работ с запасом времени;
- технология полевых наблюдений, точность её соблюдения и документирования должны обеспечить возможность эффективного решения задач структурных построений и динамического анализа, повторяемость результатов при возможных повторных съёмках с целью мониторинга месторождений (в том числе 4Д). В основном, комплекс проектирования и полевых работ поддаётся количественному контролю.

2.1.5. Следующей по цене, трудоёмкости и значению результатов является обработка. Она включает в себя базовую обработку, инверсии, сейсмическую интерпретацию (с которой нераз-

ПОЛЕВОЙ СЕЗОН

1 - Департамент сейсморазведки (ДСР)
2 - Департамент поиска и разведки (ДПР)
3 - Департамент разработки нефтяных месторождений (ДРМ)

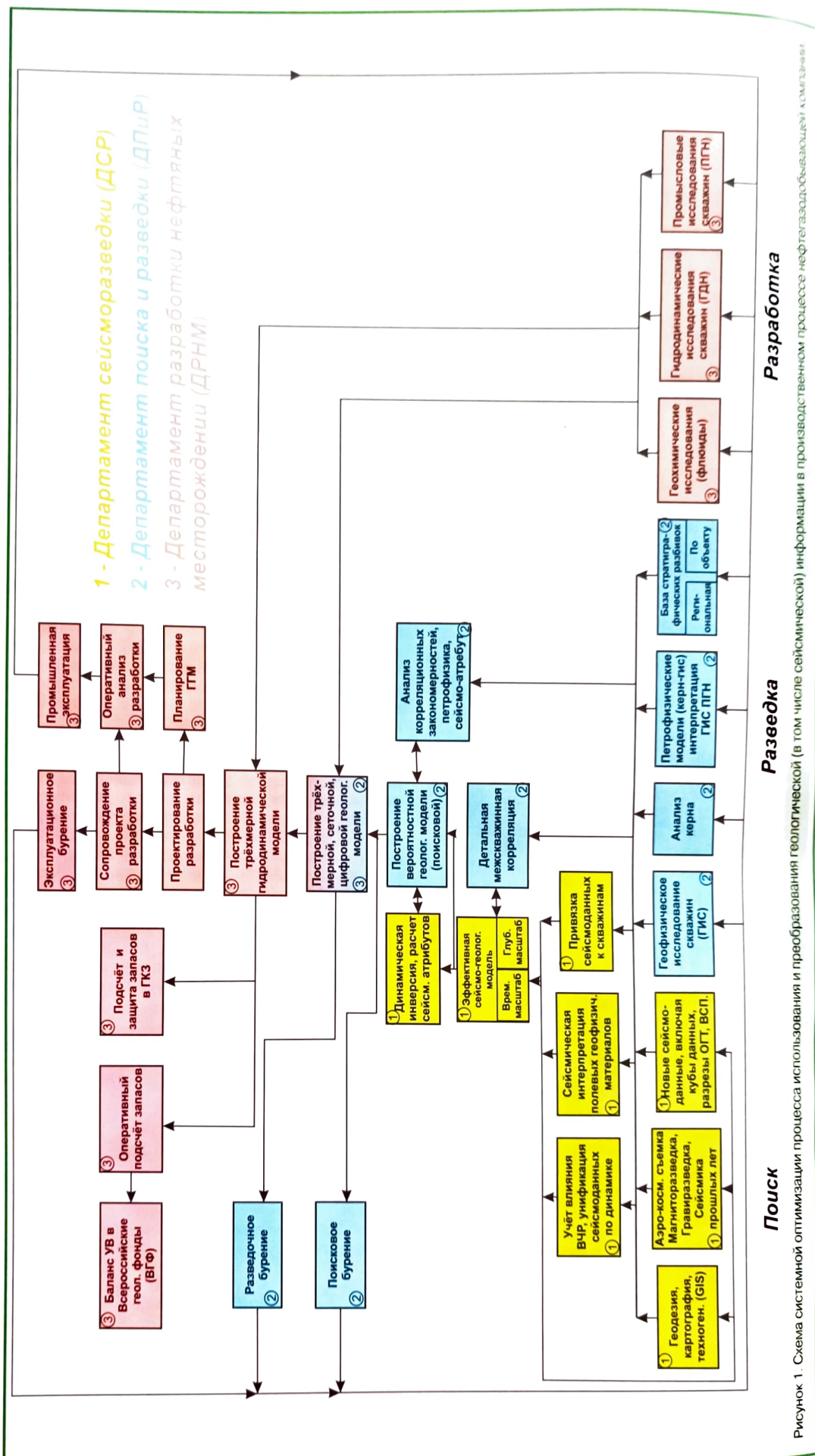


Рисунок 1. Схема системной оптимизации процесса использования и преобразования геологической (в том числе сейсмической) информации в производственном процессе нефтегазодобывающей компании

делима). Обработка, по большей части, формализуема и поддается количественному контролю. Результаты очень зависят от качества полевой информации. В свою очередь, качество обработки оказывает определяющее влияние на качество сейсмогеологической интерпретации.

2.1.6. Сейсмогеологическая интерпретация (геологическое толкование волновых полей и их модификаций) является частью сейсмического технологического процесса и субъективна в наибольшей степени. Она требует меньших затрат, менее трудоемка и радикально зависит от качества волновых полей и используемой геологической информации, получаемой при бурении и разработке. Сейсмогеологическая интерпретация оказывает наибольшее влияние на управляющие решения, но и наиболее зависима от результатов всех предыдущих работ.

2.1.7. Обработка и интерпретация сейсмических материалов, ввиду их сравнительно малой цены, экономически наименее обременительны и, при необходимости, могут (и часто должны) выполняться повторно.

3. Заказчик или подрядчик - кто больше заинтересован в эффективности сейсморазведки?

Народная мудрость гласит: - «Кто платит – тот заказывает музыку».

Главное лицо (физическое и/или юридическое), заинтересованное в качестве продукции, это ее потребитель, он же заказчик.

Между экономическими интересами заказчика и подрядчика существуют объективные противоречия, заключающиеся в следующем:

- заказчик должен стремиться приобрести продукцию как можно дешевле и как можно более высокого качества;
- подрядчик должен стремиться как можно больше заработать на продаже результатов своей деятельности, при возможно меньших затратах на их производство.

В этой, вполне понятной, ситуации, благодаря наличию конкуренции, интересы заказчика и подрядчика регулирует рынок.

Очевидно, что именно заказчик должен знать, какая продукция и какого качества ему необходима и насколько это реализуемо. Значит, **заказчик должен быть компетентным.**

В нефтегазовом бизнесе нефтегазодобывающие компании одновременно являются и покупателями (заказчиками) и продавцами (подрядчиками). Чем выше качество геологической (в том числе сейсмической) информации, покупаемой и используемой компанией, тем ниже себестоимость добычи нефти и газа и тем больше прибыль компании.

Из приведенных выше простых рассуждений становится очевидно, что:

- ввиду бесспорной важности высокого качества сейсмической информации, каждый сейсморазведочный проект нуждается в оптимизации;
- оптимизировать технологический процесс сейсморазведки во взаимосвязи всех её этапов и увязывать его с общим процессом разведки и добычи обязан

компетентный заказчик, поскольку от этого зависит успех его бизнеса.

4. Необходимые условия оптимизации сейсмического производства.

4.1. - В практике работ ГКЗ весьма нередки случаи, когда недропользователи приходят с перетверждением запасов по разрабатываемым месторождениям с завидной регулярностью. И очень часто за этим стоят ошибки сейсмиков на ранних стадиях разведки, а также неадекватность реальной среде построенных на этой основе геологических моделей. - (Ю.П. Ампилов) [3]

4.1.1. Вполне очевидно, что причинами такой и подобных ситуаций являются недооценка достаточности и качества информации и связанных с этим рисков построения неадекватных геологических моделей. В этой связи, «ошибки сейсмиков на ранних стадиях разведки» вполне закономерны, поскольку не реализованы требования адекватной оценки результатов предшествующих этапов, без достижения которых невозможно получение разумных результатов последующих этапов работ.

4.1.2. Кроме того, планирование систем наблюдений, обработка, инверсии и интерпретация должны опираться на моделирование:

- полей точек отражений на изучаемых границах;
- искажающего влияния неоднородностей ВЧР;
- глубинно-скоростное;
- акустическое и/или полно-волновое.

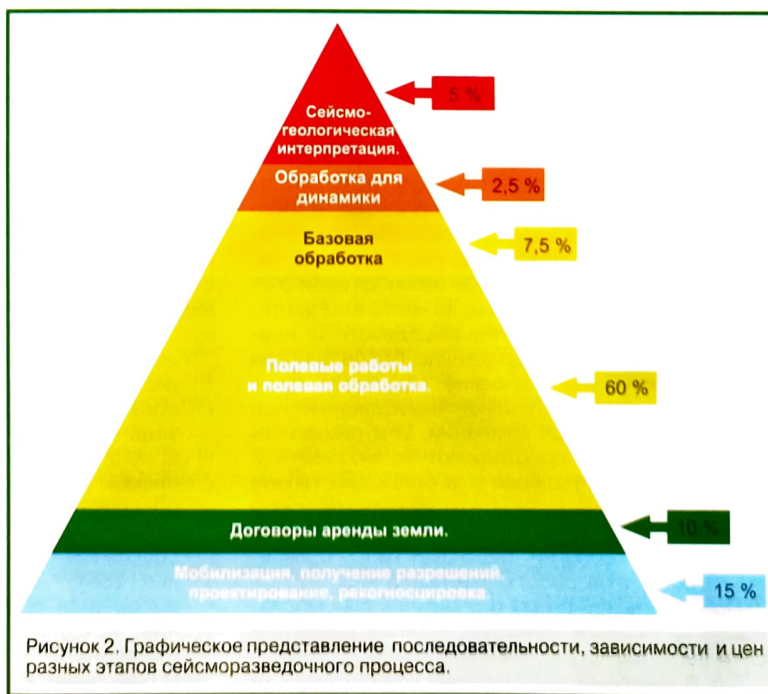
В этом случае, оценка результатов этапов работ более надёжна.

4.2. Для реализации эффективной технологии сейсморазведки необходим комплекс условий, правил и мер, в совокупности ограничивающих возможности её нарушения, в том числе:

4.2.1. Формирование ясных целей и обоснованных задач. Т.е. требуется геологическое задание, включающее весь набор информации, необходимой для качественного проектирования работ. Геологическое задание должно быть одно (сквозное) на весь цикл сейсморазведочных работ.

4.2.2. Наличие информативных схем изученности и проектных наблюдений: на ландшафтной основе с техногенной нагрузкой и на геологической основе.

4.2.3. Рациональное разделение этапов работ между исполнителями для реализации наилучшего контроля соблюдения технологии.



4.2.4. Наличие типовых продуманных договоров на все этапы: проектирования, полевых работ, технологического контроля, камеральной обработки и построения моделей.

4.2.5. Наличие регламентов - требований: к технологии и качеству проведения полевых работ, к технологии обработки, интерпретации и построению сейсмогеологических моделей.

4.2.6. Наличие продуманных форм отчетных документов и актов выполненных работ, соответствующих технологическим требованиям и способствующих детальному учёту их соблюдения.

4.2.7. Четко организованный, аргументированный по технологическим возможностям конкурс для отбора кандидатов на выполнение подрядных работ всех этапов.

4.2.8. Рациональная координация действий структурных подразделений Заказчика в работе по сопровождению сейсморазведочных (полевых и камеральных) работ.

5. Кто в наши дни руководит сейсморазведкой и кто должен руководить

5.1. Многие компании не имеют в своих составах специалистов-сейсморазведчиков. Они полностью доверяют все вопросы, связанные с сейсморазведочными работами, подрядчикам. Не последнюю роль в этом играет требование федеральных законов представлять отчёты о выполнении сейсморазведочных работ, оформленные в соответствии с ГОСТ. Это отпугивает компании от принятия на себя такой «головной боли». Геологические задания на сейсморазведочные работы для таких компаний составляют подрядчики, которые в первую очередь максимально учитывают свои возможности, а затем интересы заказчика. Чаще всего, эти геологические задания содержат общие задачи, за выполнение которых легко отчитаться.

Работы выполняет единственный подрядчик-исполнитель, который составляет проект, а после завершения всего комплекса работ на площади, предоставляет и заказчику, и в фонды отчёт, оформленный в соответствии с ГОСТ. Рецензентов нанимают подрядчики. Геологическая служба таких компаний, не вдаваясь в детали всего процесса, пользуется лишь информацией, содержащейся в отчёте, и способна воспринять лишь карты и раздел «выводы и рекомендации».

Нетрудно заметить, что в данных условиях фактическим руководителем сейсморазведки является подрядчик.

5.2. Другой вариант, когда компании поручают выполнение всего комплекса работ на площади одному подрядчику, а контроль выполнения работ (либо только полевых, а иногда ещё и камеральных работ) поручают другому подрядчику. Геологическая служба таких компаний, доверяя результатам контроля сейсморазведочного процесса, выполняемого другим подрядчиком, пользуется информацией, содержащейся теперь уже в двух отчётах. Как правило, в таких компаниях имеются свои специалисты-сейсморазведчики, но часто в недостаточном количестве. Они «приглядывают» за действиями тех и других подрядчиков, более доверяя «контролёрам». Геологические задания в таких компаниях часто составляют «контролёры» при участии специалистов компании. Эти геологические задания обычно отражают возможности и компетенцию контролёров и в большей степени (чем в предыдущем варианте) отражают интересы заказчиков. Но они часто не увязаны с особенностями сейсмогеологии, задачами геологоразведочных работ и разработки компании.

При описанной схеме соучастия в сейсморазведочном процессе, зачастую, неявным руководителем является подрядчик – контролёр.

5.3. В зависимости от наличия и достаточности

численно-квалификационного состава специалистов-сейсморазведчиков, а также по степени компетентности по отношению к сейсморазведке компании уместно разделить на:

- некомпетентные (см. п. 5.1.);
- недостаточно компетентные (см. п. 5.2.);
- компетентные (п. 5.4.).

Признаки некомпетентности или недостаточной компетенции компаний в случаях, описанных п.п. 5.1. и 5.2, отмечаются в замечаниях и пожеланиях «контролёров», высказываемых в публикациях.

«Можно констатировать, что в ряде случаев, принятые без участия супервайзерской службы методические решения бывают далеки от оптимальных, а именно они во многом определяют качество окончательных результатов сейсморазведочных работ» [1].

«Весьма проблематично контролировать реализацию частично (или полностью) невыполнимого Геологического задания, подкрепленного наскоро адаптированным «блочным» проектом. ...

... Более чем в 85% проектов предлагаются методики, не отвечающие поставленным геологическим задачам. Это связано с целым рядом причин, главная из которых – выигрыш тендера на работы **любой ценой**...

... По опыту работ с различными Заказчиками, лучший результат достигим при подключении супервайзерской службы на этапе тендера (20% случаев). Это позволяет не только адаптировать Геологическое задание, но и осуществить контроль фактического состава полевых подразделений Исполнителя в части обеспечения аппаратурой, оборудованием и кадровым составом» [2].

Для характеристики качества сейсмической информации, получаемой некомпетентными и недостаточно компетентными компаниями, вполне применима ситуация, подобная той, когда: «к пугавцам нет претензий, а костюмчик кривой»

«Слишком узкая специализация не дает возможности целенаправленно работать на повышение достоверности конечного результата.

Полевик-сейсморазведчик заботится лишь об отсутствии пустых трасс в сейсмограмме, соотношении сигнал/шум и т.п. Сейсмик-обработчик, «вытягивая» целевые горизонты и применяя для этого мощные процедуры, безнадежно искажает другие части записи. Интерпретатор выскидывает в них детали геологического строения и не имеет ни малейшего представления о том, что могло произойти с сейсмическим сигналом после его регистрации и обработки. Так появляются несуществующие рифы, дельты, конусы выноса, аномалии типа «залежь» и т.д.» [3].

По народному выражению – **«У семи нянек дитя без глаза».**

5.4. Наиболее компетентные компании **фактически** сами руководят сейсморазведкой, для чего создают в составе своих геологических служб сейсмические подразделения, в задачи которых входит:

- рациональное планирование сейсморазведочных работ во взаимосвязи с планами поисково-разведочного и эксплуатационного бурения;
 - составление полноценных геологических заданий;
 - обеспечение качественного проектирования съёмок;
 - обеспечение контроля выполнения полевых работ;
 - обеспечение контроля выполнения камеральных работ;
 - выбор (или разработка) методик исследований, предназначенных для специфических условий лицензионных участков заказчика.
- В пользу такого подхода уместно учесть объём

активную разницу в степени ответственности перед заказчиком работников заказчика и работников подрядчика.

6. Как организовать эффективное сопровождение сейсморазведочного технологического процесса.

6.1. В качестве иллюстрации одной из возможных схем технологической последовательности, в статье [4] была приведена «схема связи геолого-геофизических параметров» О. К. Кондратьева, дополненная комментариями под заголовками: «Входные (выходные) параметры» и «задачи этапов исследований». При желании, за основу можно принять такую схему или предложить иную, более подходящую для конкретных условий. Едва ли они будут отличаться принципиально.

Глядя на подобную схему, нетрудно понять, что если мы хотим быть уверены в правильности прогноза петрофизических свойств горных пород, распространяемых на околоскважинное пространство, то мы должны быть уверены в том, что физические свойства горных пород определены с наименьшей погрешностью. Для этого, в свою очередь, мы должны убедиться в том, что сейсмические волновые поля и их атрибуты, полученные в результате обработки, соответствуют требуемым и обоснованным кондициям. Для того, чтобы быть уверенными в этом, мы должны знать как обрабатывался материал, не внесены ли на этом этапе недопустимые искажения.

В свою очередь, при адекватной обработке, мы должны знать, каким критериям качества должен соответствовать полевой материал, чтобы были получены требуемые результаты обработки.

Наконец, мы должны знать, как получить полевой материал необходимого качества.

Т. о., для предотвращения «сценариев упущенных возможностей» очевидна необходимость грамотного планирования, координации и контроля результатов каждого этапа сейсморазведочного процесса, с прицелом на конечный результат. Пример такого подхода отображен на рисунке 3.

«Рынок геофизических услуг представлен широким спектром геолого-геофизических технологий – от откровенно «шаманских» [1] до «реальных», проверенных практикой и временем. Промежуток между явно «шаманскими методами» и «реальными» технологиями занимают технологии «переоцениваемых возможностей и добросовестных заблуждений» (терминология G. Hodges)... Задачей геологических служб нефтяных компаний является «распознавание» предлагаемых технологий на соответствие декларируемых возможностей фактическим результатам и формирование оптимального комплекса исследований, обеспечивающего достижение реальной геологической и экономической эффективности геологоразведочных работ» [5].

6.2. **Ключевым документом**, дающим начало, определяющим цели и задачи всех этапов сейсморазведочного процесса, является **геологическое задание**.

6.2.1. Геологическое задание должно составляться компетентным заказчиком. Это документ коллективного ведения геологических подразделений.

6.2.2. Геологическим заданием должны быть предусмотрены все задачи для полевой методики, обработки, инверсий и (комплексной) интерпретации сейсморазведочных данных, ГИС, ПГИ, потенциально позволяющих достигнуть наивысшей геологической эффективности конечных результатов. Геологическое задание должно быть сквозным для всех этапов сейсморазведки.

6.2.3. Геологическим заданием должен быть определен максимальный набор задач, включаю-

щий наиболее известные передовые достижения.

6.3. **Логика действий**, необходимых при выполнении геологического задания.

6.3.1. Должны быть регламентированы количественные характеристики, определяющие качество результатов каждого этапа.

6.3.2. Должны быть определены критерии оценки качества результатов, возможно не определяемых количественно.

6.3.3. По мере продвижения по технологическому процессу, должна выполняться оценка качества результатов всех значимых этапов на предмет соответствия поставленным задачам.

6.3.4. Если оказывается, что требуемое качество не достигнуто, должны быть предприняты нижеследующие необходимые действия:

6.3.4.1. В зависимости от причин недостижения требуемого качества, в том числе при плохом качестве исполнения, должны быть приняты меры по устранению этих причин (оперативные и на перспективу).

6.3.4.2. Если необходимое качество предыдущего этапа работ оказывается недостижимым, должны быть отменены зависимые виды работ и исключены затраты на их выполнение.

6.3.4.3. Должны быть определены задачи, которые не могут быть решены при достигнутом уровне качества. Эти задачи в текущем проекте должны быть сняты, с указанием причин. На этот счет должен быть составлен двусторонний протокол, на основании которого нужно снимать и соответствующие затраты.

6.4. **Преимущества изложенного подхода** к формированию и реализации геологических заданий:

- позволяет объективно оценить качество работы исполнителей работ и адекватно на это реагировать;
- позволяет оптимизировать затраты путем исключения случаев формального выполнения работ с бесполезными результатами;
- даёт возможность полностью учесть причины недостижения требуемого качества, которые иногда не очевидны без опыта реализации;
- позволяет определить проблемные звенья технологической цепочки, требующие усовершенствования;
- даёт возможность формирования обоснованных планов улучшения технологии;
- даёт возможность адекватной оценки предлагаемых подрядчиками технологий на соответствие декларируемых возможностей фактическим результатам;
- даёт основания для пересмотра критериев оценки качества;
- позволяет решать максимальное, из возможных, количество геологических задач с контролируемым уровнем качества, обоснованно снимать нерешаемые на данном технологическом уровне задачи;
- позволяет наиболее объективно оценивать степень рисков, при использовании результатов сейсморазведки достигнутого качества, для последующих производственных процессов;

7. Заключение.

Здесь сознательно не сделаны общие выводы, чтобы не было соблазна ограничиться чтением только этой части.

Литература.

1. Ю.Ш. Закариев, В.Г. Марутян и др. // Приборы и системы разведочной геофизики. №1/2008, стр. 33.
2. А.В. Кусевич, Геомодель 2008г. // Тезисы докладов. «Аспекты регламента сейсморазведочных работ».
3. Ю.П. Ампилов, ООО «ВНИИГАЗ», Геомодель 2008г. // Тезисы докладов. «ПРИШЛО ВРЕМЯ ОБЪЕДИНЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ И

- СВОЕНИИ НЕДР».
- В.И.Логовской, С.С.Говоров и др. // Приборы и системы разведочной геофизики, №1/2008, стр.26-32.
 - Г.Ю. Кобзарев, ОАО «ЛУКОЙЛ», Геомодель

- 2008г. Тезисы докладов «Критерии эффективных геофизических технологий Р.Р.Шагиев, Н.А.Дьякова // Человеческие ресурсы нефтегазовых компаний», Москва, 2002. Институт нефтегазового бизнеса.

