

Сарбаев Куаныш Абаевич

магистр, докторант

Каспийский государственный университет

технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова

г. Актау, Республика Казахстан

DOI 10.21661/r-117312

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ БУРЕНИИ СЛОЖНЫХ СКВАЖИН В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

***Аннотация:** в данной статье рассмотрены основные управленческие проблемы при бурении сложных скважин. Определены цели и задачи центров управления бурением в условиях стремительного обновления технологий и роста числа сложных скважин. Представлен метод интеграции разных специалистов на основе понятийного аппарата теории управления и тандемного принципа взаимоотношения. Предложен критерий оценки качества управления бурением на основе устойчивости по предсказуемости формы и неоднородности целевого пласта, достигаемое по схеме управления предиктор-корректор.*

***Ключевые слова:** бурение скважин, сложные скважины, режим реального времени, геонавигация скважин, общая теория управления, схема предиктор-корректор, тандемный режим.*

Постановка проблемы

Мы живем в цивилизации в которой зависим от техносферы. В нем протекают следующие объективные процессы оказывающее мощное влияние на наше поведение:

1. Процесс концентрации управления производственными силами – кадров и ресурсов. Данный процесс исторически протекает не только на уровне отдельно взятой компании, но и в масштабах регионального и глобального уровня (Казмунайгаз, Евразийский союз, НАТО и т. д.);

2. Процесс стремительного обновления технологии и прикладных жизненных навыков в течение жизни одного поколения людей. Это новое информационное состояние создало такое мощное давление, при котором человек либо осваивает в темпе новые знания, пересматривает и изменяет свои стереотипы либо утрачивает устойчивое пребывания в среде. Например, если раньше «каменный топор» был передовым технологиям в течение жизни многих поколений, то ныне технология в основных отраслях принципиально обновляются каждые 5 лет, а объем информации удваивается.

Тем не менее, созданное нами техносфера воспроизводится на основе коллективного труда. А от качества управления коллективом зависит и качество нашей жизни. Исходя из вышесказанного тезиса, в частности, от качества управления бурением сложных скважин зависит показатель КИН. А уровень КИН предопределяет энергетическую безопасность страны на долгие перспективы. Под сложными скважинами подразумевают использования геонавигационных технологии. И при всей очевидной значимости разнородной техники и технологий работают не деньги, не буровой станок, не компьютерные программы, а живые люди, специалисты-профессионалы.

Часто мы сталкиваемся с вопросом: как объединить команду из разных специалистов и организовать их работу так, чтобы успешно пробурить скважину? То есть проблема в чем?

1. Каждый специалист из своей системы знаний (узкой специализации) не может найти общего языка со специалистами из другой области знаний. Это мы наблюдаем на практике. Ведь в процессе управления онлайн бурением участвуют специалисты такие как геологи, геофизики, сейсмики, петрофизики, буровики, разработчики, экономисты.

2. Когда в процессе бурения решается конкретный вопрос, в силу того, что мы разные, стороны, в основном, не могут договориться между собой, поддаются эмоциям и возникают конфликты. Вопрос: как работать совместно чтобы наилучше разрешать проблемы?

Образно говоря это мина замедленного действия, без ликвидации которой устойчивое сосуществование центров управления бурения (ЦУБ) в нефтегазодобывающих компаниях и его дальнейшая деятельность по качественному бурению сложных скважин ставится под вопросом. Поэтому предлагаются следующие решения:

1. Разнородный процесс в бурении можно единообразно описать с использованием понятийного аппарата теории управления. Теория управления позволяет стоять на фундаменте всех частных наук, легко входить в любую из них и при необходимости найти общий язык со всеми специалистами. То есть понятийный аппарат теории управления -это средство междисциплинарного общения специалистов.

2. Только применяя на практике принцип тандемного взаимоотношения можно выявлять проблемы и разрешать их.

Цель и задачи ЦУБ

Сегодня, от общего числа закладываемых проектных скважин на долю сложных скважин, приходится малая их часть. Но это говорит лишь об огромном потенциале их роста что обусловлено экономическими причинами. Поэтому ЦУБ в нефтегазодобывающих компаниях созданы как постоянно функционирующее целеориентированная структура по управлению бурения сложных скважин совместно со специалистами проектных институтов и дочерних зависимых обществ (ДЗО). В таких условиях, целью ЦУБ являются следующее (упорядочены по приоритету):

1. Устойчивость коллектива – единство, совместная работа в «духе товарищества» – залог успеха в преуспевании и улучшении общего дела. Не допускаются «холопско-господские» взаимоотношения.

2. Анализ запланированных скважин к бурению. Не допустить к бурению скважин если оцениваем, что форма и неоднородность целевого пласта не предсказуемы в достаточной мере. Такими скважинами при бурении управлять в принципе невозможно.

3. Устойчиво управлять процессами бурения при достаточной предсказуемости формы и неоднородности целевого пласта для достижения максимально эффективной и экономически допустимой проходки.

Следовательно, на ЦУБ ложатся 3 комплекса задач:

1. Устойчиво управлять процессом бурения в режиме реального времени (РРВ).

2. Не занятые процессом управления бурением специалистов привлечь к моделированию залежей для анализа запланированных скважин и подготовке к предстоящему бурению.

3. Управление коллективом в распределения персональной ответственности конкретного специалиста за качество и своевременность выполнения работ.

Категории теории управления

Для осознанной постановки и решения задач управления бурением необходимы 3 набора информации: вектор цели, вектор текущего состояния и вектор ошибки (см.рис.1).

1. Вектор цели – хотим устойчиво управлять процессом бурения при достаточной предсказуемости формы и неоднородности целевого пласта для достижения максимально эффективной и экономически допустимой проходки.

Вектор цели описывается параметрами геологической модели и проектными траекториями скважин. Наиболее важными параметрами геологической модели является форма залежи и ее неоднородность. Чем ниже оценка формы и неоднородности в модели, тем выше должно быть качество управления бурением, что соответственно требует более высокой квалификации специалистов.

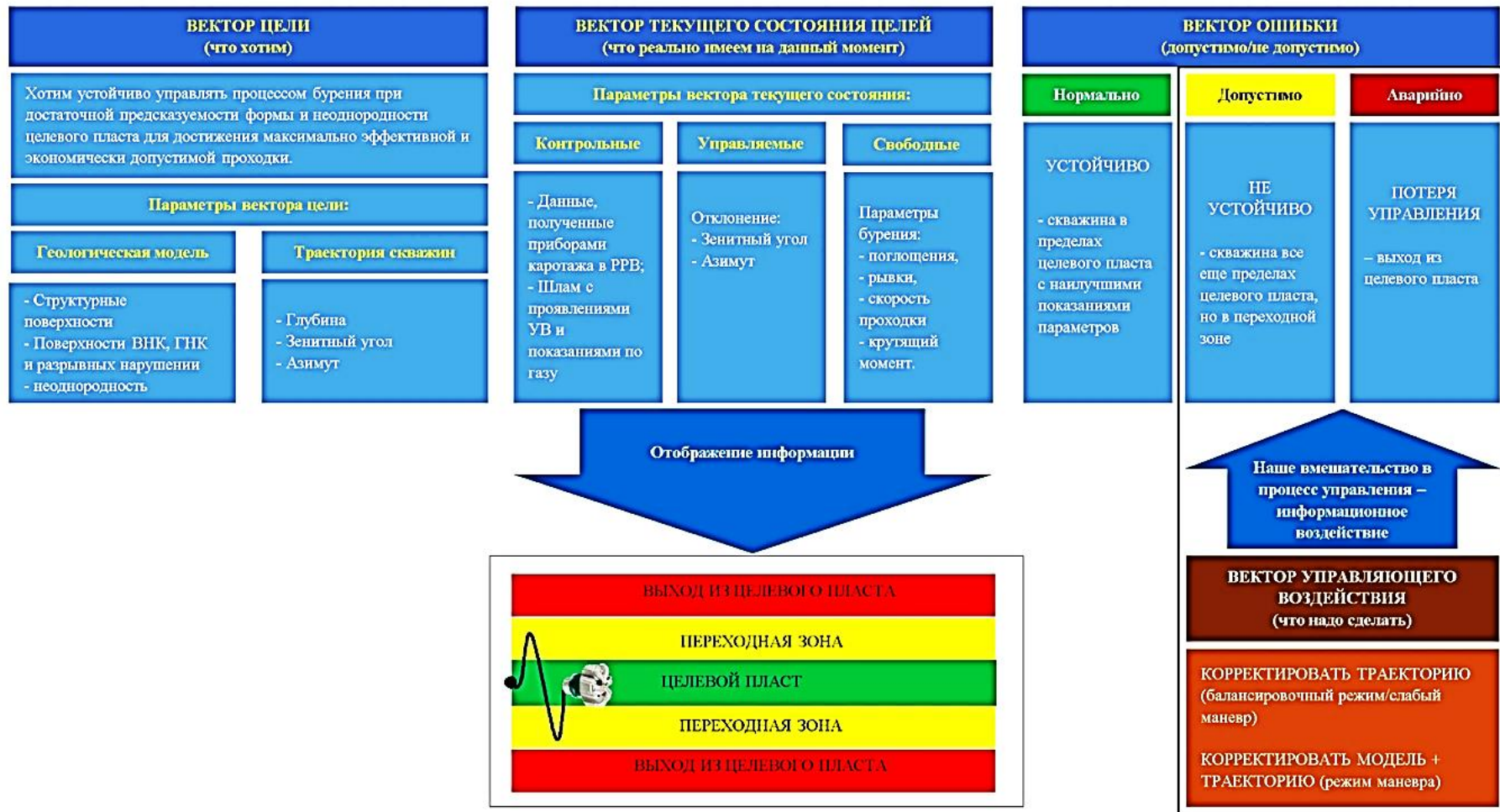


Рис.1. Структурирование информации, описывающей процесс управления бурением

2. Вектор текущего состояния – то что реально имеем на данный момент. В процессе бурения в РРВ, вектор текущего состояния можно описать тремя группами параметров: контрольные, управляемые и свободные. Оценка вектора состояния осуществляется по контрольным параметрам – показания каротажей во время бурения и описание шлама с проявлениями УВ и показаниями по газу. Управляемые параметры могут быть непосредственно изменены воздействием со стороны инженера, что повлечет за собой и изменение контрольных параметров (управляющее воздействие). Свободные – это параметры которые изменяются при изменении непосредственно управляемых, но не входят в перечень контрольных. В силу разных причин – субъективных, так и объективных (погрешности измерения приборов, субъективизм интерпретации), вектор состояния всегда содержит в себе ошибку в определении истинного состояния. Другое дело, что эти неопределенности могут быть, как допустимой, так и недопустимой для осуществления целей конкретного процесса управления.

3. Вектор ошибки – описывает отклонение реального процесса от предписанного вектором целей в модели. Реальное управление может протекать в одном из трех режимов:

Нормальное управление – процесс бурения идет устойчиво, по плану, не нуждается в управленческом вмешательстве.

Допустимое управление – ухудшается показания контрольных параметров, характеризующих переходную зону. Переходная зона – зона близкой к поверхностям кровли – подошвы целевого пласта, ВНК, ГНК и разрывных нарушениях. С этого момента процесс теряет устойчивость, требует своевременного вмешательства в процесс управления по корректировке траектории и геологической модели.

Аварийное управление – потеря управления, подразумевает выход из целевого пласта. В этом режиме главной целью управления становится возвращение скважины как минимум в режим допустимого управления (маневр), в противном случае бурения завершается. То есть оценка качества бурения формируется из вектора ошибки.

Вектор управляющего воздействия – начинает формироваться после определения вектора целей и допустимых ошибок управления. В процессе управления информация о векторе состояния или векторе ошибки управления соотносится с вектором целей и на основе этого соотнесения вырабатывается и осуществляется управляющее воздействие, направленного в сторону возвращения объекта к устойчивому режиму.

Векторы целей управления и соответствующие им режимы управления можно разделить на два класса:

Балансировочный режим – проходка колеблется в пределах целевого пласта. При этом корректируется траектория (слабый маневр), а модель неизменна.

Режим маневра – совершается при корректировке параметров модели за которым следует корректировка траектории (при этом обычно совершается сильный маневр с высоким DLS).

Устойчивость по предсказуемости

Ключевым понятием теории управления является устойчивость по предсказуемости. Применительно к бурению надо говорить об устойчивости, в смысле достаточной предсказуемости формы и неоднородности целевого пласта. Управлять бурением сложных скважин возможно тогда, когда целевой пласт существует, и его форма так же, как и неоднородность в пространстве, достаточно предсказуемы на основе геологического моделирования. Геологическое моделирование – это субъективная интерпретация объективных причинно-следственных связей (рис.2), следовательно, мера достаточной предсказуемости также определяется субъективно.



Рис.2. Причинно-следственная связь в формировании осадочных пород

Мерой по отношению к геологической модели является вероятностная предопределенность следующих ключевых параметров:

1. Форма залежи определяется положением в пространстве различных геологических поверхностей, ограничивающих все породы (коллекторы и неколлекторы) продуктивного горизонта, включенные в общий объем залежи. К числу таких поверхностей относятся:

- кровля и подошва залежи – верхняя и нижняя структурные поверхности, отделяющие продуктивный горизонт от непроницаемых покрывающих и подстилающих пластов;

- дизъюнктивные поверхности, обуславливающие смещение одновозрастных пород относительно друг друга;

- поверхности, разделяющие породы-коллекторы и породы не коллекторы по границам, связанным со сменой литологического состава пород, со стратиграфическими несогласиями и др.

- поверхности, разделяющие части продуктивного горизонта с разным характером насыщения их флюидов, т.е. поверхности ВНК, ГВК.

2. Под неоднородностью понимают изменчивость природных характеристик нефтенасыщенных пород в пределах залежи. Для решения задач бурения важен макронеоднородность характеризующая распределение коллекторов и неколлекторов. Надежную оценку макронеоднородности можно получить только при наличии качественно выполненной детальной корреляции. Макронеоднородность в трехмерном пространстве отображается построениями куба литологии и характеризуется количественными показателями такими как коэффициент расчлененности, коэффициент песчанистости и др.

Инженер обязан обеспечить меру предсказуемости достаточно устойчивой для осуществления управления процессом бурения. Достаточная мера устойчивости по предсказуемости определяется, с одной стороны, геологией целевого пласта (простого или сложного строения), с другой – профессионализмом инженера и геологическим чутьем, которые объединяются в некую целостную меру предсказуемости. Целевой пласт может быть устойчивым по одним параметрам

и неустойчивым по другим. Например, устойчивым по внешней форме (на основе сейсмоки) но неустойчивым по внутренней неоднородности по латерали. То, что воспринимается одними как непредсказуемое и неуправляемое (дефект восприятия геологии), для других – это вполне предсказуемое и управляемое. Это зависит от профессионализма инженера.

Инженер может вести прогноз только на основе своих субъективных интерпретаций объективных причинно-следственных связей (рис.2), используя технологию геомоделирования, сочетая это с чувством меры. Чувство меры – индивидуальное чувство. Одна из граней чувства меры – восприятие и сравнение вероятностях предопределенностей различных вариантов будущего. Одинаковые причины в одинаковых условиях вызывают одинаковые следствия. Знание всего этого позволяет вести прогноз и действовать осмысленно. Но, одинаковость причинно-следственных связей воспринимается как однозначность соответствующих «случаев», а не вероятность, описывающая совокупность множества случаев. Поэтому факторы, влияющие на изменение статистики выпадают из поля зрения обыденного сознания и забываются (субъективизм интерпретации объективных причинно-следственных связей).

Утрата устойчивости может быть – внезапная или постепенная. Причины утраты устойчивости могут быть в технике (ошибки замеров), в геологии (залежь сложного строения) либо в уровне профессионализма.

Устойчивость по предсказуемости в отношении бурения сложных скважин – единственно возможная проверка на соответствие восприятие геологии. Мы правильно построили модель? Правильно ли заложили скважину? Бурим ли в нужную сторону? Как определить? Единственным критерием «правильности» или «неправильности» может быть только устойчивость процесса бурения, т.е. устойчивость – это «критерий». Успех или неудача бурения зависит не только от качества построенной геологической модели, но и от профессионализма специалистов и характером их взаимодействия.

Управление по схеме предиктор-корректор

Предвидеть – значит управлять. Качество управления наиболее высокое при использовании схемы «предиктор -корректор» в котором управление строится на основе прогнозирования в самом процессе управления бурением, исходя из следующей информации:

- геологическая модель;
- данные, полученные приборами каротажа в РРВ, шлам с проявлениями УВ и показаниями по газу, отклонение, параметры бурения такие как поглощения, рывки, скорость проходки, крутящий момент.

При управлении по схеме предиктор-корректор решается 2 задачи (рис.3):

1. Упреждающее вписывание – которая подразумевает следующее:

- выдвинуть свой вектор цели;
- подчинение своим интересам;
- и перехват управления.

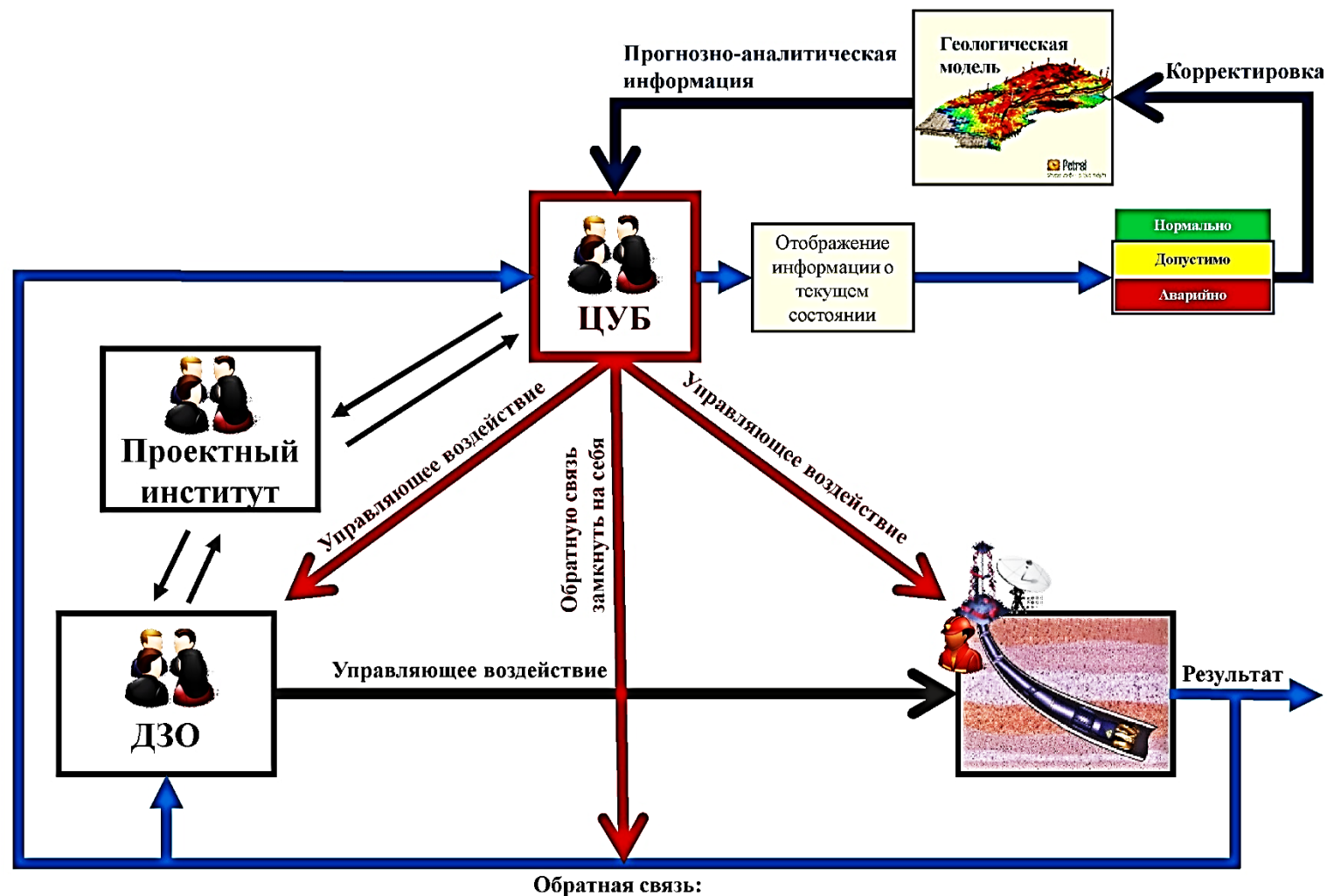
Для того чтобы перехватить управление надо произвести информационное воздействие на ДЗО и на подрядчиков по бурению, обратную связь замкнуть на себя для понимания происходящего, и через информационное воздействие, выставить свой вектор целей, чтобы все участники процесса работали на него.

2. Упреждающее управление – это совершенствование методологии прогноза при решении задач устойчивости по предсказуемости.

Ни ЦУБ, ни ДЗО – не самодостаточны для устойчивого управления процессом бурения сложных скважин. Поэтому только работая совместно разрешаются все возникающие вопросы.

Вопрос тандемного принципа взаимоотношения

Когда решается вопрос, часто возникает конфликт и стороны не могут договориться между собой. Это нормально, когда двое. Если подключается третий, то обычно он встает на сторону кого-то и тогда проблема разрешается по принципу «третий лишний – двое взяли вверх над мнением одного».



Контрольные параметры: показания каротажей, шлам с проявлениями УВ и показаниями по газу

Управляемые параметры: зенитный угол, азимут

Свободные параметры: параметры бурения: поглощение, скорость проходки, работа насоса, объем раствора в емкости и т.д.

Рис.3. Управление по схеме предиктор-корректор

Возможен случай, когда стороны не приходят к единому мнению и поддаются эмоциям (эмоция подавляет и блокирует интеллект) – проблема не может адекватно разрешиться.

В чем суть проблемы? В обмене мнениями, свободном от предвзятой предубежденности в собственной непогрешимости и правоте, можно выявить причины разногласий:

1. Знание-1 \neq Знание-2. Когда один не знает того, что знает другой. А как сделать чтобы эти знания либо оказались идентичными – тогда проблема решается, либо появились некое «3-е знание» которое по качеству было выше чем «знание-1» и «знание-2»?

2. В разности вектора целей. У участников диспута возможны антагонизм вектора цели – когда на одном и том же порядке расположены совершенно противоположенные цели, либо инверсия вектора цели – когда цель у одной стороны на первом приоритете, а у другой – это же цель гораздо ниже по приоритету. Если проблемы в этом – то вектор целей необходимо согласовать.

3. В нравственных стандартах (порок нравственности). Нравственность при обработке информации, определяет: что «хорошо», что «плохо», а что «неопределенно».

На практике важно умение задавать наводящие вопросы. Диспут как таковой – это одно из многих средств анализа ситуации и выработки истинного знания. Постановка вопросов и нахождения ответов в результате которого возникает новое «знание-3» намного превосходящее «знание-1» и «знание-2» – это очень важный навык для команды специалистов. Что при этом происходит? Когда задается нужный вопрос, находится ответ, при этом разрешается некая неопределенность. Наводящие вопросы содержат в себе предпосылки ответов на него. Если точно сформулировать вопрос, то по сути, ответ уже заложен в него и виден по принципу «зеркала». Вопросы ставятся исходя из мировосприятия, а не исходя из исходных данных.

А выработка нового знания возможна на основе двух принципов взаимоотношения:

1. Тандемный принцип – протекает как прямое общение двух людей, в котором происходит устный или письменный обмен информацией. Этот обмен эффективен тем более, чем более сосредоточено внимание каждого на его напарнике. Такого рода информационный обмен может продолжаться без перерыва довольно долго и характер информационного обмена между людьми дает ответ на вопрос, почему «третий – лишний» и почему еще более избыточны – четвертый и последующие умы.

2. Полутандемный принцип (см. рис.4):

– ромашка – один координатор последовательно работает с разными людьми в тандемном режиме (с каждым из них);

– синхрофазотрон – тандемы образуют цепочку, образующую кольцо. В этом кольце циркулирует информация, относящаяся к исследованию той или иной проблемы (это лучше делать письменно, например, когда презентационная работа передается по кругу, предоставив каждому участнику право вписывать в текущую редакцию все, что он посчитает необходимым, и вычеркивать из нее все, что он считает лишним). В результате формируется некая база знаний по текущей задаче, многократно превосходящая знание любого из участников на момент начало работы.

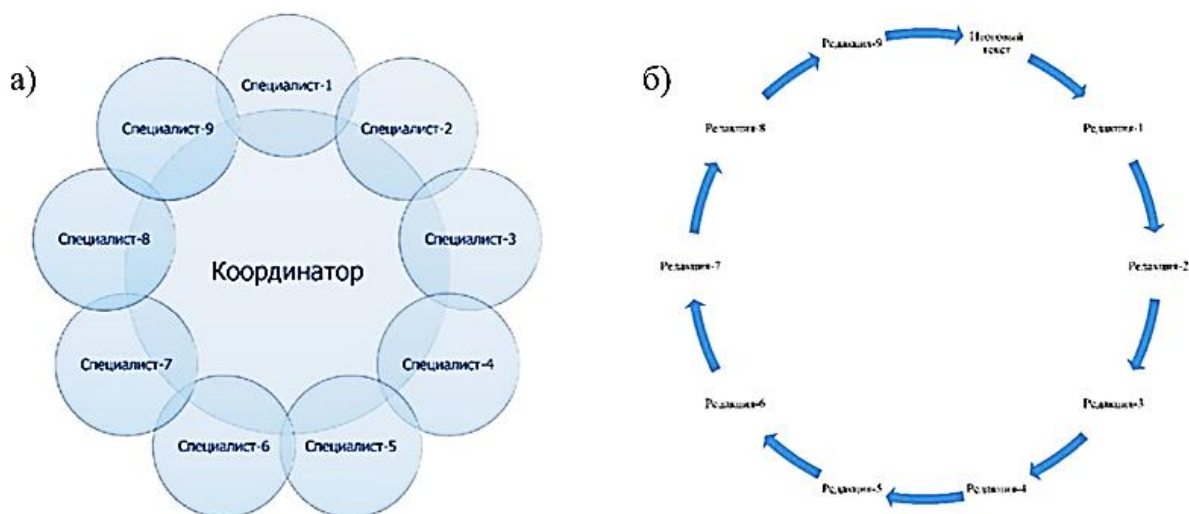


Рис.4. Полутандемные режимы: а) ромашка; б) синхрофазотрон

Тандемный принцип эффективен при обработке спектра проблем, весь круг которых и глубина понимания выходят за пределы возможности одного человека. В результате определяются и исключаются (вычищаются) ошибки собственного субъективизма.

Тандемный эффект тем более выражен, чем более различен жизненный и профессиональный опыт специалистов и чем более свободно и доброжелательно каждый из них относится к другому.

Список литературы

1. Bakici M.A. Drilling Support Center – in its true sense – a Russian Operator Experience / M.A. Bakici, G.H. Aker, I.I. Sarkisov // Society of Petroleum Engineers. – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.2118/160501-RU>
2. Безбородов Р.С. Краткий курс литологии / Р.С. Безбородов. – М.: РУДН, 1996. – 338 с.
3. Брагин Ю.И. Нефтегазопромысловая геология / Ю.И. Брагин, М.М. Иванова, И.П. Чоловский. – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2000. – 414 с.
4. R. Whalley Significant Changes to Service Contracting and Execution are Required to Optimize the New Environments for Well Construction. Valuable Lessons from Russia / R. Whalley, G.H. Aker // Society of Petroleum Engineers. – 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.2118/160768-RU>
5. Дарлинг Тоби Практические аспекты геофизических исследований скважин / Перевод с английского. – М.: ООО Премиум Инжиниринг, 2008. – 400 с.
6. Достаточно общая теория управления. Постановочные материалы учебного курса факультета прикладной математики – процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета (1997–2003). – Новосибирск, 2007. – 408 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dotu.ru/2004/06/23/20040623-dotu_red-2004/.