

отдельно в виде бесплатного функционально ограниченного комплекта Visual C++ Express Edition. Сменила интегрированную среду разработки Microsoft QuickC.)

Основной целью программы является облегчение расчета оптимальных параметров режима бурения. Данная программа может ускорить данный процесс расчета, а также приведет к более точным выходным данным по сравнению с ручным расчетом.

Основной функцией данной программы является ввод исходных данных и получения результата при расчете оптимальных параметров режима бурения.

Для стабильной работы, программа должна соответствовать следующим требованиям:

1. Должна функционировать в соответствии с техническим заданием;
2. При вводе точных значений данных программа должна выводить точные результаты, а не приближенные их значения;
3. Программа должна подходить к различным видам операционных систем и прикладных программ;
4. Программа должна быть защищена, а также должна присутствовать система самоконтроля действий;
5. Программа должна работать при любых допустимых вариантах исходных данных;
6. У программы должны присутствовать средства для защиты данных от внешнего воздействия, или предотвращающие их утерю в процессе расчетов;
7. Проводимые в системе расчеты должны приносить пользу как производственным рабочим, так и обучающимся, а для личного пользования особой полезности не наблюдается;
8. Программа должна работать с максимально эффективной отдачей для пользователя;
9. Значения и расчеты, приведенные в программе должны быть проверяемы без каких бы то ни было ошибок или изменений;
10. Программа должна адаптироваться под различные режимы работы и различных пользователей.

Создание программы включает в себя несколько этапов.

1. Запуск среды разработки Microsoft Visual
2. Создание нового проекта (Файл->Создать-> Проект)
3. Добавление файлов исходного кода (Файл C++ (.cpp))
4. Добавление Windows Forms
5. Запуск компиляции.
6. Запуск отладки.

## **ОБЗОР СОСТОЯНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**А.С. Тихонов**

Научный руководитель - доцент А.В. Ковалев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия.*

Основным направлением деятельности любой нефтегазодобывающей компании является увеличение добычи, что возможно получить лишь при качественно построенном скважинном фонде. На качественное выполнение операций по строительству скважины влияет ряд факторов, таких как применение современных технологий в процессе строительства, осуществление строительства скважины надежным буровым подрядчиком, обеспечение контроля над процессом строительства скважины, и одним из самых важных – наличие качественного проекта на строительство скважины.

На сегодняшний день в области проектирования строительства нефтяных и газовых скважин происходит процесс перехода от появившегося в начале 2000-ых годов понятия “разрешение на строительство” к рабочему проекту, на основании которого осуществляется закупка материально-технических ресурсов и составляются план-программы на операции, осуществляемые в процессе строительства скважины. Данный переход возможен лишь при заинтересованности недропользователя (Заказчика) в получении качественной проектной документации, по которой в дальнейшем будут осуществляться работы по строительству скважины. Далее в статье будут рассмотрены основные мероприятия, благодаря которым удаётся осуществить данный переход, а также проблемы, которые сдерживают этот переход.

### **Внедрение системы мониторинга и авторского надзора за строительством скважин**

В соответствии с Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности [7], организация, разработавшая проектную документацию, должна осуществлять авторский надзор за строительством скважин. В реальности большая часть работ по авторскому надзору выполняется по отчетам и сводкам со скважины, что является не всегда достоверной информацией и не позволяет вести внедрение актуальных решений при разработке проектной документации.

Ведение полевого авторского надзора является полезным инструментом как для проектной организации, так и для Заказчика. Для Заказчика при привлечении проектной организации, как незаинтересованной стороны, открывается возможность воздействия на недобросовестного подрядчика вплоть до применения штрафных санкций. При ведении полевого авторского надзора проектная организация получает доступ к фактически применяемым технологиям и оборудованию, применяемому при строительстве скважин, что позволяет при необходимости осуществлять оперативную корректировку проектной документации, а также учитывать при разработке новой проектной документации.

Ведение авторского надзора позволяет создать достоверную систему мониторинга и хранения информации по фактически построенным скважинам, опираясь на которую можно проводить сопоставление осложнений и параметров режимов бурения, при которых они были получены. Это позволит исключить систематические нарушения при подборе рецептур буровых растворов, параметров режима бурения и бурового оборудования.

#### **Автоматизация расчетов при проектировании**

Внедрение современных программных комплексов инженерных расчетов в бурении позволяет значительно улучшить качество проектной документации, а также получить высокую достоверность проектных расчетов, таких как расчет бурильной колонны, программы промывки скважины, цементирования скважины. Программные комплексы инженерных расчетов в бурении позволяют в кратчайшее время построить профиль скважины, определить его критические сближения с другими скважинами на кустовой площадке и внести корректировки в оперативном режиме.

Современные расчетные системы позволяют производить определение параметров исходя из фактических значений. Например, имеется возможность корректировки коэффициента трения бурильной и обсадной колонны в скважине, исходя из фактического веса колонны и нагрузки на крюке, что в свою очередь позволяет с высокой степенью достоверности оценивать вероятность спуска обсадной колонны до проектного забоя и грамотно подобрать её технологическую оснастку.

Лаконых А.В. в работе [2] рассматривает необходимость сокращения трудозатрат при проектировании на перенос данных с одной табличной формы в другую, например, оформление геолого-технического наряда и графика совмещенных давлений. Стоит отметить, что до недавнего времени большая часть времени тратилась на перенос данных из одной табличной формы Excel в другую для проведения расчетов и оформления графиков. Путём автоматизации расчетов как в табличной форме Excel, так и в программных комплексах удалось добиться автоматического заполнения связанных таблиц, а также формирования графика совмещенных давлений и геолого-технического наряда, что значительно сокращает трудозатраты проектировщика и, как следствие, сроки разработки проектной документации.

#### **Недостаточность и неточность геологических данных**

Одной из главных проблем как проектных организаций, так и буровых предприятий является недостоверность геологических данных. Связано это с тем, что корректность геофизических исследований скважины и полученных из них геологических данных напрямую зависит от погрешности прибора и типа промывочной жидкости в скважине. Из опыта можно сказать, что расхождение данных, полученных на основе геофизических исследований и данных керновых исследований, может составлять до 50%.

Проблему недостоверности геологических данных можно решить с помощью активно внедряющегося на территории Российской Федерации геомеханического моделирования, суть данного метода заключается в анализе полученной геофизической информации по пробуренным скважинам, проведение геомеханических исследований керна, определение его прочностных свойств и калибровка геологической информации по всему разрезу скважины. Применение геомеханических исследований особенно необходимо при строительстве скважин с большими отходами. Это связано с тем, что на основе геомеханических зависимостей можно определять оптимальные азимутальные и зенитные углы вскрытия нестабильных пластов.

Малютиным Д.В. была получена зависимость устойчивости глин от зенитного угла [3]. Автором был сделан вывод о том, что при вскрытии неустойчивых глин Покачевской пачки под зенитным углом более 80° их устойчивость нарушается.

Проблема недостаточности геологических данных вытекает из того, что хранением, обработкой и выдачей геологической информации занимаются разные организации. Исходя из этого, при необходимости проведения корректировки выданных геологических данных, либо их уточнения, тратится большое количество времени на создание и перенаправление запросов. Возникает необходимость создания единого геологического центра в периметре компании, с которым проектные организации взаимодействовали бы напрямую.

#### **Устаревшие нормативные документы в области строительства скважин**

Основным документом государственного уровня, который регламентирует состав проектной документации является “РД 39-0148052-537-87 Макет рабочего проекта на строительство скважин на нефть и газ” [4], который был издан в 1987 году. В 2008 году было утверждено постановление правительства Российской Федерации № 87 [5], которое регламентирует состав проектной документации на объекты капитального строительства. В связи с этим общая пояснительная записка, выполнявшаяся по макету 1987 года, разбилась на том “Технологические решения”, в котором приводятся основные решения по строительству скважины, а часть разделов ушла в другие тома, такие как “Пояснительная записка”, “Конструктивные и объемно-планировочные решения”, “Проект организации строительства”. Кроме того, около 20 – 30 % таблиц утратили надобность и актуальность, часть из них требует переработки. Также различные инструкции, относящиеся к расчетам в бурении, такие как инструкция по расчету обсадных колонн, инструкция по креплению нефтяных и газовых скважин, инструкция по расчету бурильных труб были выпущены в 1997 – 2000 годах и в связи с развитием технологий и материалов, применяемых при строительстве скважин, в некоторых требованиях утратили свою актуальность.

Решением данной проблемы на сегодняшний день является разработка нормативных документов на уровне компании. Это позволяет добиться стандартизации в применении современных технологий и оборудования в процессе строительства скважины, обеспечить безаварийное строительство и дальнейшую эксплуатацию скважины.

### Отсутствие единого экспертного органа государственного уровня

В 2014 году было утверждено постановление правительства Российской Федерации №533 “О внесении изменений в ст. 49 и 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации” [6], в соответствии с которым было отменено прохождение государственной экспертизы при разработке проектной документации на строительство скважин. С одной стороны, данная поправка позволила сократить сроки разработки проектной документации и её стоимость. С другой стороны, с утверждением данного постановления, стал отсутствовать единый государственный экспертный орган в области строительства скважин, который бы позволял решать спорные вопросы в части разработки проектной документации и давать компетентные комментарии по безопасности принятых решений.

Для решения данной проблемы на уровне компании создаются собственные экспертные органы, и организовывается проведение технико-технологической экспертизы принятых решений по строительству скважин. В первую очередь данная экспертиза проводится для технологически сложных объектов и объектов, строящихся в сложных горно-геологических условиях. Кроме экспертизы в рамках компании, экспертиза проектов проводится внутри дочерних обществ (проектных организаций), силами отделов технологического контроля (отделов внутренней экспертизы). Также разработанная проектная документация подлежит проверке нормоконтроля на соблюдение требований ГОСТ в части оформления.

### Строительство скважин по групповым рабочим проектам

На сегодняшний день большинство эксплуатационных скважин строятся по групповым рабочим проектам. Групповой рабочий проект разрабатывается с усредненной конструкцией и усредненным профилем для группы скважин одного месторождения, строящихся в схожих геологических условиях и имеющих одинаковые технические требования по проводке.

Карасев Д.В. в работе [1] рассматривает основные проблемы групповых рабочих проектов, такие как большое различие скважин по глубине, устаревание проекта за время разбуривания месторождения (2-10 лет), отсутствие технологических решений под конкретный профиль. Решением данной проблемы автор видит разработку индивидуальных рабочих проектов. С учетом увеличивающихся объемов эксплуатационного бурения у Недропользователей (от 10 до 1000 скважин в год), данное решение является невозможным, в связи с тем, что проектные организации не обладают возможностями для разработки индивидуальных рабочих проектов на строительство скважин в таком объеме.

Решение данной проблемы на сегодняшний день находится в разработке рабочих программ на строительство скважины буровым подрядчиком на основе группового рабочего проекта, а также актуализация проектных решений в соответствии с изменениями в нормативной документации.

### Заключение

Сформированный интерес со стороны недропользователя к качественной разработке проектной документации стимулирует проектные организации к внедрению новых технологий в проектные решения, качественной разработке проекта за счет снижения переноса информации вручную, а также к обеспечению актуализации проектных решений в соответствии с изменениями в нормативной документации.

Для повышения эффективности проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин можно наметить следующие задачи:

- разработка обновленной нормативной документации на государственном уровне, в том числе и макета рабочего проекта;
- применение результатов геомеханических исследований при проектировании строительства скважин;
- актуализация ранее разработанной проектной документации с учетом обновления требований нормативной документации и внедрением современных технологий в строительство скважин;
- регламентирование полевого авторского надзора в обязательном порядке.

### Литература

1. Карасев Д.В. Пути повышения эффективности проектирования скважин различного назначения// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2002. – №8.
2. Лакомых А.В., Клиценко Г.В. Концепция интерактивного проектирования. Новый подход к разработке проектной документации на строительство нефтяных и газовых скважин// Булатовские чтения. – Краснодар, 2017. – №3. – с. 138-144.
3. Малютин Д.В., Бакиров Д.Л., Бабушкин Э.В., Святухов Д.С., Геомеханическое моделирование для решения задач строительства скважин на месторождениях ООО “Лукойл-западная сибирь” (на примере Ватьеганского месторождения)// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – Москва, 2016. – №11.
4. РД 39-0148052-537-87 Макет рабочего проекта на строительство скважин на нефть и газ. – Москва. – 1987.
5. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 21.04.2018) “О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию”
6. Федеральный закон Российской Федерации №533 “О внесении изменений в ст. 49 и 51 Градостроительного кодекса Российской Федерации”.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности “Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности” (с изменениями на 12 января 2015 года).