**НАТАЛЬЯ ЛЫКОВА**

Руководитель проекта «Модернизация NovometSel-Pro»  
Заместитель Вице-президента АО «Новомет-Пермь» по альтернативной энергетике, к.т.н.

**ИВАН ЗОЛОТАРЕВ**

Начальник группы математического моделирования ИТЦ ДИР АО «Новомет-Пермь», к.ф.м.н.

**ИГОРЬ РАСТОРГУЕВ**

Инженер-программист (архитектор web-приложений) ДИТиАП АО «Новомет-Пермь»

## ПОДОБРАТЬ КЛЮЧ К СКВАЖИНЕ

Новое дыхание NovometSel-Pro – программы, ориентированной на решение широкого спектра задач, возникающих в технологии нефтедобычи.

### Введение

Для эффективной работы оборудования нужен его верный подбор под заданные условия работы. Задача подбора оптимальной установки ЭЦН под определенную скважину намного сложнее, чем она может показаться на первый взгляд. Оптимальный подбор складывается из многих составляющих, вот основные из них:

1. Все ступени насоса должны работать внутри допустимой рабочей зоны.
2. Сама рабочая зона не является постоянной величиной, а зависит от вязкости и газосодержания перекачиваемой ГЖС (газожидкостной смеси).
3. Насос должен работать на номинальной частоте.
4. Дебит на поверхности должен согласовываться с возможностью скважины.
5. Нагрев узлов установки должен быть минимальным.
6. Прогиб установки при спуске и работе не должен превышать определенные значения.

Если не учитывать данные нюансы, это приведет к преждевременному износу и подъему установки на поверхность, неэффективной добыче и повышенному потреблению энергии. Кроме того, фазовые переходы в эмульсии могут

приводить к скачку вязкости, что будет приводить к нестабильной работе.

И даже если установка уже работает в скважине, может возникнуть вопрос, а работает ли она в режиме, требуемом заказчику (минимизирует затраты или обеспечивает максимально возможный дебит).

Решить эти задачи помогают специальные программы подбора погружных установок, в основе которых лежат сложные математические модели и ресурсоемкие расчеты.

### Как работают программы подбора

В программу вносятся исходные данные о скважине, начиная с её геометрии, заканчивая параметрами пласта и, что немаловажно, даже данные о её географическом расположении! Да, нефть имеет разные физические свойства в разных частях света, и программы должны это учитывать.

Специалист, ответственный за подбор, проводит анализ скважины на предмет кривизны, возможного дебита и подвески, и с помощью функции автоподбора или вручную определяет глубину подвески, выбирает насос, требуемые предвключённые устройства, двигатель, кабель и наземное оборудование. После чего в программе выполняется моделирование работы установки в скважине,

Рис. 1. Скрин из текущей версии «NovometSel-Pro»

Приобское, АС-12

Месторождение: Приобское

Пласт: АС-12

Расчет вязкости нефти через плотность для н.у.

Не использовать корреляции

Плотность сеп. нефти: 869 кг/м<sup>3</sup>

Температура пласта или геотермический градиент

Температура пласта: 116 °C

Давление насыщения: 115 кгс/см<sup>2</sup>

Не использовать корреляции

Дин. вязкость сеп. нефти при Т, лабораторная: 27.5 мПа\*с

Т, лабораторная: 20 °C

Давление: 1 кгс/см<sup>2</sup>

Расчет по номограмме для Тлабор

Дин. вязкость сеп. нефти при Т2: 9.8 мПа\*с

Т2 > Т, 50 °C

Давление: 1 кгс/см<sup>2</sup>

Расчет по номограмме для Т2=50 °C

Дополнительные точки

Газовый фактор: 64 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

Не использовать корреляции

Объемный к. нефти: 1.193

Не использовать корреляции

Адаптационные коэффициенты

Степень кривой разгазирования: 0.958162

Расчет через процент азота в газе

Плотность пласт. воды: 1010 кг/м<sup>3</sup>

Массовая доля СО<sub>2</sub> в воде, %: 0

Плотность газа: 0.963 кг/м<sup>3</sup>

Дин. вязкость пластовой воды: 0.4 мПа\*с

Среднегодовая температура в регионе: 6 °C

Экспорт | Помощь | Назад | Отмена | Далее

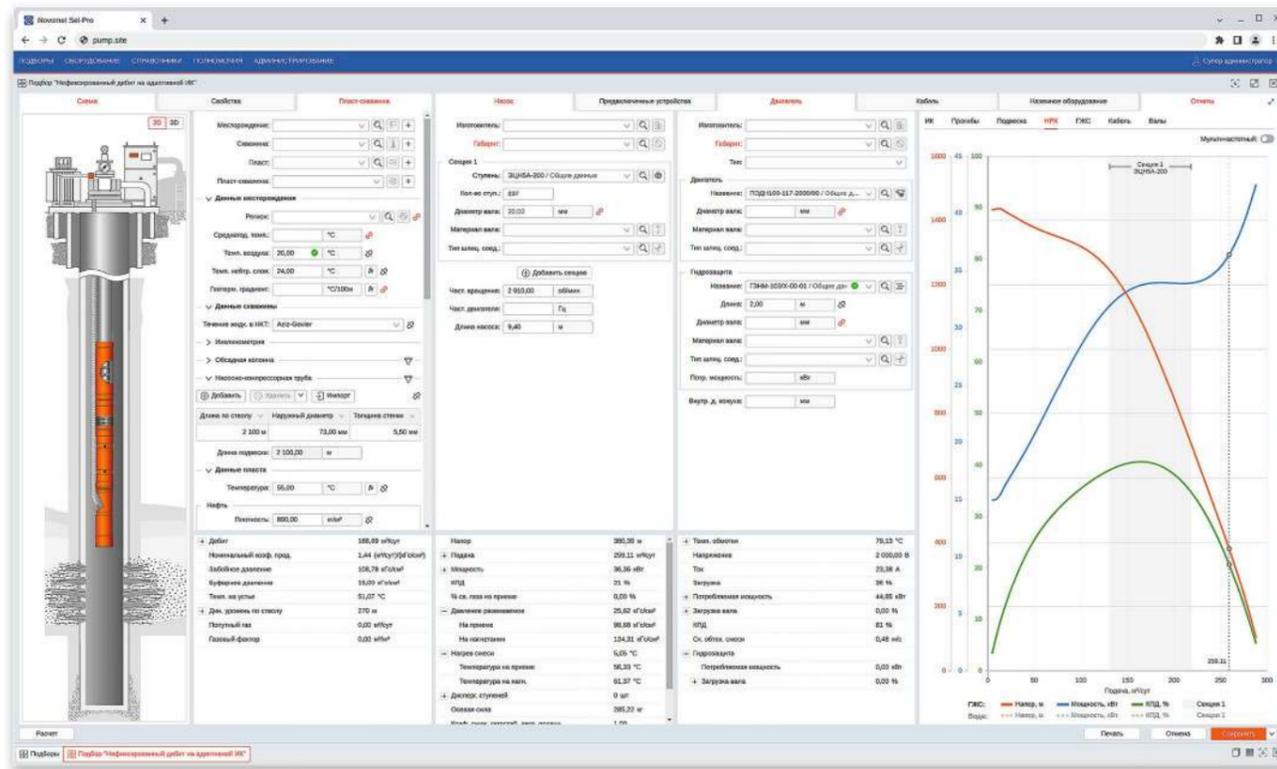


Рис. 2. Скрин из модернизированной версии «NovometSel-Pro»

в результате которого специалист получает прогноз её работы.

Прогноз включает в себя массу рассчитываемых параметров и графиков, по которым специалист может определить оптимальность подбора и в случае, если это не так, внести требуемые корректировки и выполнить расчет повторно.

Также наличие прогноза работы установки в подобных программах является необходимым условием для участия в тендерах на поставку оборудования.

### «NovometSel-Pro»

В нашей компании уже на протяжении двух десятков лет успешно используется и развивается программа «NovometSel-Pro». Успешность программы доказывает её коммерческий успех, программа эксплуатируется не только внутри нашей компании, лицензии на ее использование продаются по всему миру.

Солидный возраст программы несет в себе как плюсы (огромный опыт эксплуатации, в ходе которого непрерывно развивалась и повышалась точность расчетов, накапливался требуемый функционал) так и минусы (технологии, на базе которых построена программа, сильно устарели и начали ограничивать возможность дальнейшего развития). Также устарел и пользовательский интерфейс: однооконный режим, отсутствие интерактивных подсказок и других функций, которые бы хотели видеть пользователи (рис. 1).

### Поставленная задача

Несколько лет назад было принято решение начать перспективный проект по созданию новой программы взамен «NovometSel-Pro». Идея была простая: совместить полученный опыт с самыми современными технологиями в сфере разработки ПО. Особое внимание было уделено пользовательскому опыту\* и возможности архитектурно заложить основу для дальнейшей реализации самых смелых идей.

### Модернизированная версия «NovometSel-Pro»

На сегодняшний день после нескольких лет совместной работы математиков, дизайнеров, специалистов по подбору и программистов выпущен релиз, который проходит тестирование внутри компании, и готовится к выпуску первый релиз модернизированной версии для пользователей.

### Особенности

Новая система является облачной. Использовать систему можно с любого устройства, имеющего доступ в интернет и браузер. Не требуется что-либо устанавливать на компьютеры или как-то обновлять систему, пользователи всегда работают с самой свежей версией (рис. 2).

\* Пользовательский опыт (User Experience) – это совокупность ощущений от взаимодействия пользователя с интерфейсом системы, продукта или услуги.

Единое информационное пространство внутри программы делает результат работы специалиста доступным всем участникам процесса без необходимости пересылать друг другу файлы. Если какие-либо данные (например, параметры месторождения, скважины, пласта) были внесены в систему один раз, они доступны всем участникам в пределах рабочей группы, соответственно, нет необходимости по много раз вносить одни и те же данные в систему. Это ускоряет процесс подбора и снижает вероятность ошибок.

В то же время система полномочий четко разграничивает доступность данных внутри рабочих групп. В случае особых требований заказчика к сохранности данных система может быть развернута на сервере заказчика и быть доступна только в пределах его локальной сети.

Также программа не ограничена подбором только нашего оборудования: есть стороннее оборудование, и его каталог пользователи могут пополнять самостоятельно. Одним из требований к программе является её «непривязанность» в расчетах с целью войти в круг допустимого к участию в тендерах ПО.

На данный момент уже реализована локализация на английский и испанский языки, поддерживается как метрическая, так и английская система мер.

Программа умеет строить 3D модель скважины (в перспективе 3D модель целого месторождения, см. рис. 3). Для лучшего восприятия информации присутствует визуализация скважины с отображением ключевых параметров.

### Техническая информация

Архитектура программы не монолитна, она состоит из отдельных блоков:

- библиотека расчетов, написанная на C++;
- сервер хранения и обработки данных;
- пользовательский интерфейс для браузера.

Такая архитектура позволяет реализовывать следующие моменты:

- при необходимости сделать дополнительный пользовательский интерфейс для планшетов;
- предоставить программный интерфейс (API) для других программ (в том числе для сторонних) для получения данных об оборудовании или выполнении расчетов на нашем сервере;
- интегрировать библиотеку расчетов в другое ПО, такое как калькулятор ЭЦН, в которых требуются расчеты, аналогичные выполняемым в нашей программе.

Также использованные нами технологии обеспечивают самую высокую скорость расчетов, которая при необходимости может быть увеличена ещё за счет оптимизации алгоритмов и многопоточности.

### Планы

В текущей версии программы реализован минимально необходимый функционал для подбора установок ЭЦН, включая установки на грузонесущем кабеле в НКТ. В связи с этим основным направлением развития программы на ближайшие годы будет в первую очередь расширение этого функционала. Важным блоком работ является реализация модуля для подбора горизонтальных наземных установок.

На основе полученной обратной связи в ходе эксплуатации планируется улучшение пользовательского опыта. Запланирована к реализации возможность настройки программы под нужды конкретного пользователя.

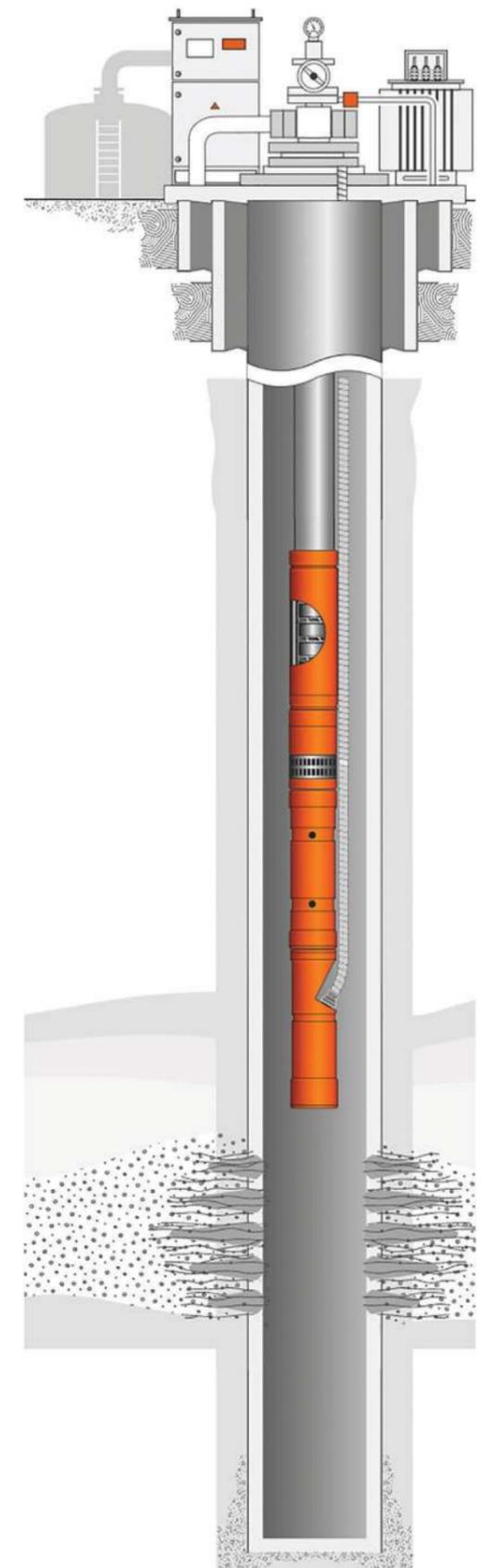


Рис. 3. Пример визуализации подобранных узлов

Запланировано создание полноценного механизма формирования выходных отчетов из системы в различных форматах.

Для облегчения перехода пользователей с других аналогичных программ будет предусмотрен механизм импорта подборов в новую программу.

Таким образом, мы получаем web-приложение, которое интегрирует в себе передовые технологии в области добычи нефти и создания ПО, учитывает опыт эксплуатации оборудования производства АО «Новомет-Пермь» в скважинах по всему миру, объединяет функционал различного прикладного софта и создает прочный фундамент для наращивания возможностей программы. Например, расчет различных осложнений: выпадение солей и АСПО, высокая вязкость и большое газосодержание; другие режимы добычи: вывод скважины на режим, периодическая эксплуатация, одновременно-раздельная эксплуатация пластов и многое другое. Кроме того, на базе реализованной архитектуры в будущем планируется реализация и другого ПО компании.

### ВАЖНО!

Специалисты компании готовы сделать доработку программы по запросу пользователя. Если вы заинтересовались программой, но есть необходимость что-то изменить или дополнить, просьба присылать пожелания по адресу: [Natalia.Lykova@novometgroup.com](mailto:Natalia.Lykova@novometgroup.com)

