

# Использование современного программного обеспечения для оптимизации разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами

**Ю.В. Волков**  
к.г.-м.н., доцент<sup>1</sup>

**С.Е. Валеева**  
научный сотрудник<sup>2</sup>

**М.Р. Фаткулин**  
магистр по направлению «Геология»<sup>1</sup>  
fatkulinmr@gmail.com

**Т.Р. Хабибулов**  
инженер-программист<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

<sup>3</sup>ООО «ЦСМРнефть», Казань, Россия

**В статье рассматривается использование программного комплекса, целью которого является отработка режимов эксплуатации скважин, а также моделирование условий добычи при заданных параметрах.**

## Материалы и методы

Исходным материалом служило само программное обеспечение, после тестирования которого была написана данная статья.

## Ключевые слова

программный комплекс, подземное оборудование скважин, геологическое моделирование

В нынешних условиях разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений отмечается основательная тенденция возрастания удельного веса добычи нефти механизированными способами. Наряду с этим, все более внушительную часть занимает добыча установками электроцентробежных насосов (далее — УЭЦН) при помощи которых на данный момент добывается более 35% всей российской нефти, т.е. более 1/3 от общего числа скважин механизированного фонда [1]. На работу УЭЦН влияет много факторов, начиная от конструкции скважины (кривизна скважин, значительная глубина подвески насоса, диаметр эксплуатационных колонн), заканчивая геологическими процессами (коррозионная агрессивность пластовой жидкости, отложения солей, асфальтосмолопарафиновые отложения), проходящими в пласте. Но тем не менее, электроприводные насосные установки все более и более внедряются в практику механизированной добычи, заменяя установки штанговых глубинных насосов, уступающие УЭЦН по эффективности [2].

Вследствие того, что с недавних пор в России отмечается основательный рост доли трудноизвлекаемых запасов нефти (далее — ТРИЗ), к которым в наибольшей степени относятся высоковязкие и сверхвязкие нефти, рентабельная разработка ТРИЗ требует создания новых технологических решений для добычи нефти в осложненных геолого-физических условиях. К таким технологическим решениям можно отнести приемы отработки режимов эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН через программный комплекс наземного оборудования — тренажер по эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН (далее — ТЭС УЭЦН).

ТЭС УЭЦН предназначен для обучения и повышения квалификации специалистов по эксплуатации скважин, оборудованных установкой электрического центробежного насоса на макетах (стендах), имитирующих реальное наземное промысловое оборудование. В качестве макетов, имитирующих реальное наземное оборудование (устьевая арматура, станция управления, автоматизированная групповая замерная установка, эхолот и пр.) выступают как стендовые аналоги, так и аналоги полномасштабного наземного оборудования, оснащенного датчиками, приводами и регуляторами для реализации функций тренажера.

ТЭС УЭЦН дает возможность воссоздавать подземное оборудование, а также элементы устьевой обвязки на экране монитора компьютера, производить моделирование и отображение процессов, протекающих в подземном оборудовании, скважине, в пласте и преобразование их в показания на соответствующих измерительных приборах, виртуальных и реальных: виртуальных — на экране компьютера (рис. 1) и реальных (рис. 2) на макетах реального нефтепромыслового оборудования при наличии реального тренажера [3].

С помощью программного комплекса возможны:

- управление частотой погружного электродвигателя и контроль его рабочих параметров в пределах заданных диапазонов при помощи наземной станции управления «ЭЛЕКТОН»;
  - замер обводненности и дебита скважины при помощи замерной установки «ОЗНА ИМПУЛЬС»;
  - замер динамического уровня жидкости в затрубном пространстве с использованием уровнемера «СУДОС-мини»;
  - замер давлений в различных точках фонтанной арматуры с отображением их значений на манометрах;
- Помимо всего прочего, программный комплекс позволяет решать задачи оптимизации работы системы «пласт — скважина — УЭЦН»:
- подбор УЭЦН оптимального типоразмера при заданной глубине подвески УЭЦН в скважине;
  - подбор оптимальной конструкции УЭЦН для перекачки газожидкостных смесей за счет ее компоновки разнотипными ступенями и т.д.

Управление процессом обучения осуществляется с персонального компьютера, на который установлено автоматизированное рабочее место — АРМ «Администратор/Преподаватель».

На автоматизированном рабочем месте — АРМ «Пользователь/Студент» — обучающиеся овладевают навыками:

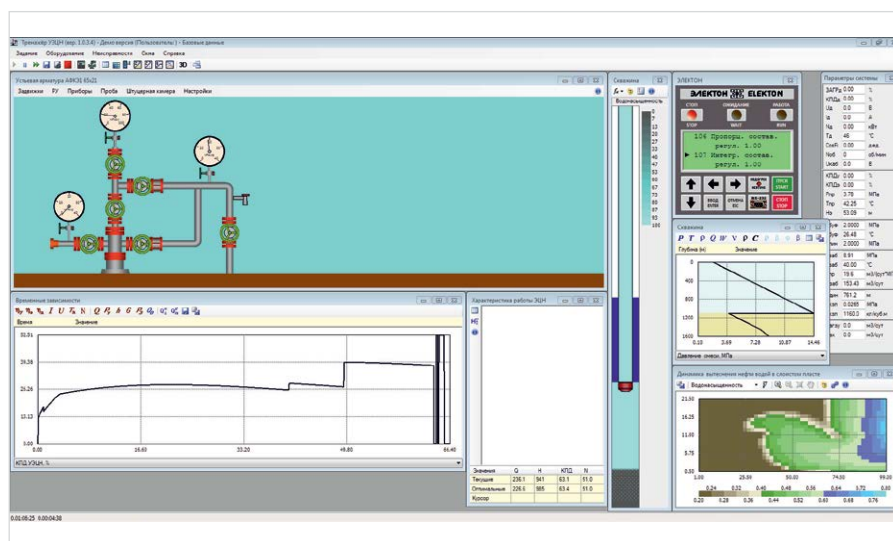


Рис. 1 — Виртуальный вариант использования программного комплекса  
Fig. 1 — Virtual use of the software package



Рис. 2 — Реальный макет нефтепромыслового оборудования, совмещенного с программным комплексом  
 Fig. 2 — The real layout of the oilfield equipment, combined with the software package

- запуска УЭЦН и вывода на режим эксплуатации (в т.ч. при осложнениях);
- анализа эксплуатационных режимов работы скважины и решения задач оптимизации таких режимов;
- отработки требуемых психомоторных реакций при быстрой смене условий;
- отработки действий при нештатных

ситуациях и ситуациях опасных для отработки в реальных условиях.

Сетевая версия тренажера допускает установку шести и более АРМ «Пользователь/Студент» в учебном классе.

Одной из ключевых особенностей программного комплекса является загрузка пластовых данных непосредственно в

программу, что позволяет моделировать условия добычи при заданных параметрах и, в дальнейшем, снижать экономические риски эксплуатации скважин в реальных условиях.

#### Итоги

Данный программный комплекс предназначен для широкого внедрения при проектировании технологических схем разработки в части подбора и рекомендации глубинного насосного оборудования.

#### Выводы

Наиболее значимой особенностью данного программного обеспечения является загрузка пластовых данных в программу, что позволит моделировать условия добычи при заданных параметрах, и в дальнейшем снизить экономические риски эксплуатации скважин в реальных условиях.

#### Литература

- 1 Дроздов А.Н. Технология и техника добычи нефти погружными насосами в осложненных условиях. М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2008. 615 с.
- 2 Ивановский В.Н. Анализ перспектив развития центробежных насосных установок для добычи нефти // Нефтяное хозяйство. 2008. №4. С. 65–70.
- 3 Конохов В.М., Волков Ю.А., Чекалин А.Н. Об особенностях процессов теплопереноса при пуске нефтяной скважины, оборудованной установкой электроцентробежного насоса // Георесурсы. 2009. №4. С. 22–27.

ENGLISH

SOFTWARE

## The use of modern software to optimize the development of oil fields with hard-to-recover reserves

UDC 622.276.53

#### Authors

**Juri V. Volkov** — Ph.D., associate professor<sup>1</sup>

**Svetlana E. Valeeva** — researcher<sup>2</sup>

**Mukhammedrakhim R. Fatkulin** — master of geology<sup>1</sup>; fatkulinmr@gmail.com

**Timur R. Khabibulov** — software engineer<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup>IPEM TAS, Kazan, Russian Federation

<sup>3</sup>"CSMRneft" LLC, Kazan, Russian Federation

#### Abstract

The article discusses the use of a software package, the purpose of which is to test the operation modes of the wells and to simulate the production conditions for given parameters.

#### Materials and methods

The source material was the software, after

testing which this article was written.

#### Keywords

Software, underground equipment of wells, geological modelings

#### Results

This software is intended for widespread implementation in the design of technological development schemes in terms of the

selection and recommendation of downhole pumping equipment.

#### Conclusions

The most significant feature of this software is the loading of reservoir data into the program, which will allow to simulate the production conditions with the given parameters, and further reduce the economic risks of operating wells in actual conditions

#### References

1. I.T. Mishchenko. *Skvazhinnaya dobycha nefi: uchebnoye posobiye dlya vuzov* [Downhole Oil Production: textbook for universities]. Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2003, 158 p.
2. N.V. Bobritsky, V.A. Yufin. *Osnovy neftyanoy i gazovoy promyshlennosti* [Fundamentals of oil and gas industry]: textbook for colleges. Moscow: Nedra, 1988, 63 p.
3. Patent №2504647 RF. *Sposob razrabotki mestorozhdeniya vysokovyzkoi nefi* [Method of development of heavy crude oilfields] Priority from 29.03.12, MPK E21B43/24 E21B 7/04.
4. Patent №120727 RF. *Differentsialnyy shtangovyy nasos dlya dobychi vysokovyzkoi nefi* [Differential rod pump for high-viscosity oil production.] Priority from 29.03.12, MPK F 04 B 47/00.