

## СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ СКВАЖИН

М.С. Спирин

Maksimspirin72@gmail.com

*МАОУ лицей № 81, Тюмень, Российская Федерация*

Эксплуатация нефтяных и газовых скважин невозможна без проведения периодических мероприятий по их очистке и интенсификации притока. Для этих целей используются различные технологии, одной из которых является кислотная обработка скважины. Автором создано мобильное приложение, позволяющее оперативно проводить расчеты параметров кислотной обработки непосредственно на скважине. Приложение учитывает все применяемые Российской Федерации типоразмеры обсадных труб для точного расчета необходимого объема кислотного раствора. С помощью приложения также были рассчитаны требуемые объемы неразбавленной кислоты и воды для разведения кислоты. Разработанное приложение устанавливается на смартфон. Проведено тестирование работы приложения в скважинных условиях, все расчеты выполняются верно. Результаты работы могут использоваться инженерами для выполнения оперативных расчетов кислотной обработки скважины в условиях месторождений и буровых площадок с помощью мобильного телефона. Применение приложения позволит существенно сократить время вычислений и даст возможность выполнять расчеты даже при отсутствии компьютера и доступа к сети Интернет.

**Ключевые слова:** программный код, мобильное приложение, кислотная обработка, скважина, обсадные трубы, объем кислотного состава

Кислотная обработка нефтяной скважины — это широко применяемая операция, выполняемая как на месторождениях, так и на одиночных поисковых и разведочных скважинах. Наиболее часто для обработки применяют соляную кислоту (HCl). Для проведения обработки соляную кислоту, разбавленную до определенной концентрации, закачивают в скважину, оставляют на время, необходимое для реагирования, а затем специальными устройствами откачивают из скважины продукты реакции [1].

Поскольку с завода соляная кислота приходит в достаточно высокой концентрации, для обработки скважины ее необходимо разбавлять. Концентрацию, необходимую для обработки, заранее определяется геологами в зависимости от цели обработки, состава породы и других факторов. Объем кислотного состава рассчитывают в зависимости от объема скважины, который требуется обработать. Скважина представляет собой цилиндр, поэтому для определения необходимого объема кислотного раствора следует рассчитать объем внутри цилиндра в интервале, который планируется обрабатывать.

Для разработки мобильного приложения использовали кроссплатформенную среду разработки Unity [2]. Для написания кода применяли язык программирования C# [3].

Поскольку обсадные трубы нефтяных скважин могут иметь различный диаметр и толщину стенок, автором была предусмотрена возможность выбора всех вариантов диаметров и толщин, используемых в нашей стране (см. таблицу).

Диаметры обсадных труб с вариантами толщины стенки

Диаметр ЭК, мм	Толщина стенки, мм	Диаметр ЭК, мм	Толщина стенки, мм	Диаметр ЭК, мм	Толщина стенки, мм
127	5,6	168	12,1	194	12,7
	6,4		13,1		15,1
	7,5	178	5,9	219	6,7
	9,2		6,9		7,7
	10,7		7,6		8,9
12,4	8,4		10,2		
5,8	9,2		10,8		
139	6,2	178	10,4	219	11,4
	7,0		11,5		12,4
	7,7		12,1		12,7
	9,2		12,7		13,8
	10,5		13,7		14,2
146	12,1	178	15,0	245	7,1
	5,8		15,9		7,9
	6,5		16,3		8,9
	7,0		17,5		9,4
	7,7		18,5		10,0
	8,5		19,1		10,8
168	9,5	194	20,6	245	11,1
	10,7		22,2		12,0
	6,2		6,4		13,8
	7,3		7,6		15,1
	8,1		8,3		15,9
	8,9		9,5		19,1
9,8	10,9				
10,6	11,7				

Необходимый объем кислотного раствора рассчитывают по формуле

$$V_{\text{скв}} = \left( \frac{\pi(D_{\text{э.к}} - 2b_{\text{э.к}})^2}{4} (H_1 - H_2) \right) C,$$

где  $V_{\text{скв}}$  — объем кислотного состава (скважины), м<sup>3</sup>;  $D_{\text{э.к}}$  — наружный диаметр эксплуатационной колонны (ЭК), м;  $b_{\text{э.к}}$  — толщина стенки ЭК, м;  $H_1$  — кровля интервала перфорации, м;  $H_2$  — подошва интервала перфорации, м;  $C$  — коэффициент запаса; принимаем  $C = 1,5$ .

Требуемый объем неразбавленной кислоты (товарной), м<sup>3</sup>, определяют как

$$V_{\text{HCl}} = \frac{W_{\text{HCl1}} V_{\text{скв}} \rho_{\text{HCl1}}}{W_{\text{HCl2}} \rho_{\text{HCl2}}},$$

где  $V_{\text{HCl}}$  — требуемый объем неразбавленной кислоты (товарной), м<sup>3</sup>;  $W_{\text{HCl1}}$  — требуемая концентрация кислоты, %;  $W_{\text{HCl2}}$  — концентрация изначальной кислоты (товарной), %;  $\rho_{\text{HCl1}}$  — плотность требуемой кислоты, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{HCl2}}$  — плотность изначальной кислоты (товарной), г/см<sup>3</sup>.

Плотности кислоты выбирают из табличных значений (в зависимости от концентрации). Таблица зависимости плотности от концентрации зашита в мобильное приложение.

Требуемый объем воды для разведения кислоты определяют по формуле

$$V_{\text{в}} = V_{\text{скв}} - V_{\text{HCl}},$$

где  $V_{\text{в}}$  — требуемый объем воды для разведения кислоты, м<sup>3</sup>;  $V_{\text{HCl}}$  — требуемый объем неразбавленной кислоты (товарной), м<sup>3</sup>.

Интерфейс мобильного приложения представлен на рис. 1. Предусмотрена возможность изменения пользователем цветовой темы приложения (рис. 2). Это позволит индивидуально выбрать удобный цвет интерфейса.

Инструкция пользователя открывается при нажатии значка в правом углу и содержит краткую характеристику о программном продукте (рис. 3).

Таким образом, мобильное приложение позволяет рассчитать необходимый объем раствора кислоты в зависимости от интервала обработки, диаметра обсадной трубы и толщины стенки скважины; требуемый объем неразбавленной кислоты и объем воды для ее разведения. Все расчеты выполняются на смартфоне.

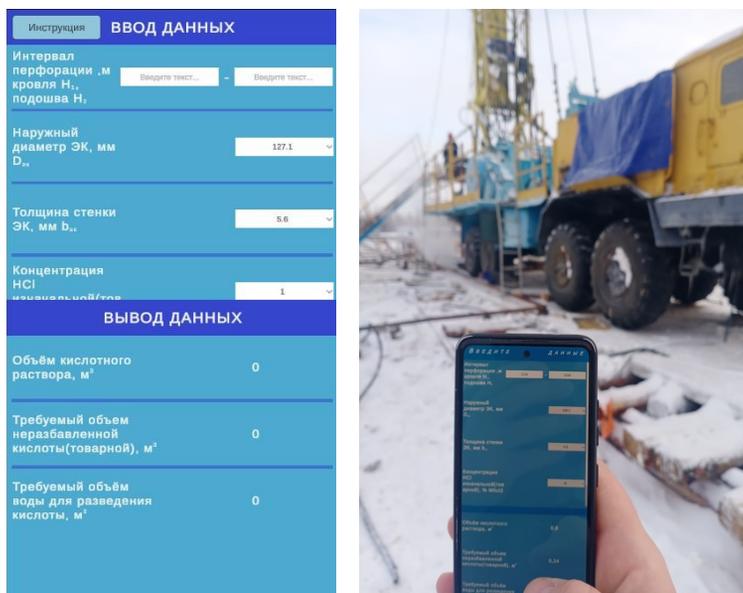


Рис. 1. Интерфейс мобильного приложения



Рис. 2. Доступные пользователю цветовые темы приложения

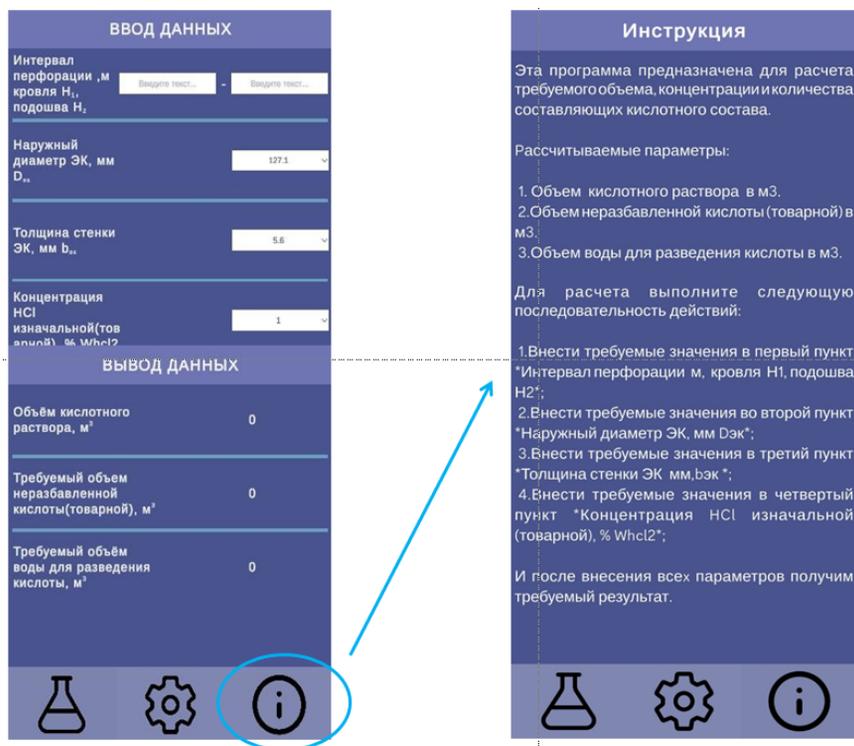


Рис. 3. Инструкция пользователя

В настоящее время мобильное приложение установлено на смартфоны сотрудников двух компаний, выполняющих кислотные обработки скважин. Расчет с помощью приложения опробован на объектах поисковой скважины Тас-Юряхского месторождения (Якутия) и на скважинах Западной Сибири.

Приложение будет полезно сотрудникам нефтегазодобывающей промышленности, а также учащимся профильных вузов.

## Литература

- [1] Савенок О.В., Лаврентьев А.В., Березовский Д.А. *Проектирование кислотной обработки пласта*. Краснодар, Издательский Дом Юг, 2014, 86 с.
- [2] Гниденко И.Г., Федоров Д.Ю. *Технологии и методы программирования*. Санкт-Петербург, Изд-во СПбГЭУ, 2017, 58 с.
- [3] Албахари Д., Албахари Б. *С# 8.0. Карманный справочник*. Москва, Диалектика, 2024, 272 с.

Поступила в редакцию 07.06.2024

**Спирин Максим Сергеевич** — ученик 10 «В» класса МАОУ «Лицей № 81», Тюмень, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — Черемисова Татьяна Викторовна, учитель информатики МАОУ «Лицей № 81», Тюмень, Российская Федерация.

**Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:**

Спирин М.С. Создание мобильного приложения для расчета кислотной обработки скважин. *Политехнический молодежный журнал*, 2025, № 02 (97). URL: [https://ptsj.bmstu.ru/catalog/icec/inf\\_tech/1034.html](https://ptsj.bmstu.ru/catalog/icec/inf_tech/1034.html)

## CREATING A MOBILE APPLICATION TO COMPUTE THE WELL ACID TREATMENT

**M.S. Spirin**

Maksimspirin72@gmail.com

*MAGEI Lyceum No. 81, Tyumen, Russian Federation*

The oil and gas well operation is impossible without periodic measures taken to clean it and intensify the inflow. For these purposes, various technologies are used, one of them is the well acid treatment. The author created a mobile application making it possible to compute quickly the acid treatment parameters directly at the well. The application takes into account all the standard sizes of the casing pipes used in the Russian Federation to compute accurately the required volume of acid solution. The application was also used to compute the required volumes of the undiluted acid and water for diluting the acid. The developed application is installed on a smartphone. The application was tested in the well conditions, the entire computation was performed correctly. Work results could be used by engineers to compute promptly the well acid treatment in the conditions of deposits and drilling sites with a mobile phone. Using the application would significantly reduce computation time and make it possible to compute even in the absence of a computer and any access to the Internet.

**Keywords:** program code, mobile application, acid treatment, well, casing pipes, acid composition volume

*Received 07.06.2024*

**Spirin M.S.** — Student of the 10th B class, MAGEI Lyceum No. 81, Tyumen, Russian Federation.

**Scientific advisor** — Cheremisova T.V., Teacher of Computer Science, MAGEI Lyceum No. 81, Tyumen, Russian Federation.

**Please cite this article in English as:**

Spirin M.S. Creating a mobile application to compute the well acid treatment. *Politechnicheskiy molodezhnyy zhurnal*, 2025, no. 02 (97). (In Russ.). URL: [https://ptsj.bmstu.ru/catalog/icec/inf\\_tech/1034.html](https://ptsj.bmstu.ru/catalog/icec/inf_tech/1034.html)