

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПОПРАВОК НЕЙТРОННОГО КАРОТАЖА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА “ГЕОПОИСК”

**В.И. Зацерковный, В.В. Халимендик**

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина,  
e-mail: zvigis@mail.ru, valera-h92@yandex.ru*

Освещена методика решения одной из проблем программного пакета “ГеоПоиск”. Вычисление коэффициента пористости ( $K_p$ ) горных пород по данным нейтронного каротажа (НК) производится в несколько этапов. Один из них – этап введения поправок за скважинные условия. Упомянутый пакет “ГеоПоиск” предоставляет инструмент, с помощью которого можно выполнить такую задачу. Однако все вычислительные алгоритмы указанного инструмента файла программного кода “ГеоСи” (так называемой формулы), нуждаются в дополнительных изменениях для корректного вычисления частных случаев. Разработан программный алгоритм диалогового приложения, интегрированного в пакет “ГеоПоиск”, средствами библиотеки MFC на языке программирования C++, что дает возможность при взаимодействии пользователя с его интерфейсом произвести настройки для вычисления поправочных коэффициентов, внести их и получить код формулы, не применив его напрямую. Полученный результат существенно упрощает обработку данных НК на этапе внесения поправочных коэффициентов при вычислении  $K_p$ . Пользователи программного пакета “ГеоПоиск”, не имеющие опыта работы с языком программирования “ГеоСи”, могут беспрепятственно выполнять этап обработки данных НК путем выбора настроек в программном диалоге.

**Ключевые слова:** нейтронный каротаж, коэффициент пористости горных пород, учет поправок, технология “ГеоПоиск”, язык программирования “ГеоСи”.

В нефтяной и газовой промышленности бурение скважин производят не только для поиска и разведки месторождений углеводородного сырья, но и для их разработки. В целях изучения геологического разреза скважин, их технического состояния и контроля за режимом разработки месторождений проводятся геофизические исследования скважин (ГИС), называемые также промысловой геофизикой [5, 6].

Технология “ГеоПоиск” предусматривает решение полного цикла задач оперативной и сводной интерпретации материалов ГИС с привлечением дополнительной геолого-геофизической информации. Информационным ядром технологии является интегрированная база данных. Библиотеки геофизических и сервисных программ, а также каталог интерпретационных моделей обеспечивают все стадии интерпретационного процесса [11].

На одном из этапов обработки данных нейтронного каротажа (НК) при вычислении коэффициента пористости ( $K_p$ ) возникает необходимость ввода поправок за скважинные условия. Программный пакет “ГеоПоиск” предоставляет инструментарий, с помощью которого можно решить эту задачу. Однако возникает проблема, связанная с тем, что все вычислительные алгоритмы представлены в виде формул – программного кода на языке “ГеоСи”, компилируемого модулем “Калькулятор”, который необходимо редактировать для корректного вычисления частных случаев, что является нетривиальной задачей для неопытных пользователей, не имеющих навыков программирования.

Цель работы – разработка диалогового приложения, интегрированного в пакет “ГеоПоиск”, что дает возможность произвести настройки средствами взаимодействия пользователя с его интерфейсом для вычисления поправочных коэффициентов, внести их и получить формулу – программный код, не применяя его напрямую [11].

**Теоретические основы.** Радиоактивные методы – это совокупность геофизических методов бескерновой геологической документации разрезов скважин, основанных на использовании естественных и искусственных радиоактивных излучений и на изучении ядерных свойств горных пород. Радиоактивными методами в скважинах исследуют естественное гамма-поле и искусственные гамма-поля или нейтронные поля, создаваемые стационарными или импульсными источниками радиоактивных излучений [1, 4].

Методы, при которых горная порода облучается нейтронами, называются нейтронными. В различных методах могут регистрироваться нейтроны, рассеянные ядрами атомов горной породы (нейтрон-нейтронный метод), гамма-излучение радиационного захвата нейтронов (нейтронный гамма-метод) или, наконец, гамма-излучение искусственных радиоактивных изотопов, образующихся при поглощении нейтронов ядрами (нейтронный активационный метод) [2–4].

При исследовании скважин нейтронными методами регистрируется кривая изменения интенсивности излучения (гамма-излучения или плотности нейтронов) с глубиной, выражаемой скоростью

счета (имп/мин) или в условных единицах. Связь интенсивности излучения с эквивалентной влажностью горных пород  $W_n$  весьма сложна и изучена, в основном, с помощью моделирования некоторых частных случаев. Вид связи зависит от многих факторов. В результате моделирования строят связи между величиной  $W_n$  и показаниями прибора, полученными нейтронным методом. Показания выражают в относительных единицах (по отношению к показаниям в баке с пресной водой):

$$I/I_b = f(W_n), \quad (1)$$

в единицах относительной амплитуды:

$$\Delta J = (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min}) = f(W_n), \quad (2)$$

где  $I$ ,  $I_{\min}$  и  $I_{\max}$  — соответственно показания, полученные нейтронным методом в данной среде испарением за ( $v$ ,  $\tau$ ,  $h$ ), в средах с минимальными ( $W_n < 1\%$ ) и максимальными ( $W_n < 100\%$ ) значениями — так называемых опорных пластах метода [10].

Эквивалентная влажность пород  $W_n$  — главный параметр, который определяется при интерпретации диаграмм нейтронных методов; ее часто называют нейтронной пористостью  $K_n$ , по которой определяют общую пористость пород.

Процесс интерпретации диаграмм нейтронных методов разделяется на несколько этапов (рис. 1).

Первый предварительный этап обработки одинаков для всех методов радиометрии и заключается в приведении показаний  $I_p$  к условиям бесконечной мощности  $I_\infty$  (или бесконечно малой скорости записи диаграммы).

Вторым этапом обработки, отличающим нейтронный гамма-метод (НГМ) от остальных нейтронных методов, является вычитание гамма-фона из показаний, записанных при регистрации данных НГМ в скважине. При интерпретации под величиной  $I$  подразумевается разность ( $I_{ny} - k_{\gamma}$ ). Здесь  $I_{\gamma}$  — показания кривой гамма-метода (ГМ);  $k$  — коэффициент, учитывающий разницу в чувствительностях  $\gamma$ -индикаторов, стоящих в каналах ГМ и НГМ [10].

В схеме интерпретации данных нейтронных методов в практике используется только метод относительных амплитуд, основанный на вычислении относительной амплитуды. Для опорных пластов должны быть известны их пористость, глинистость и скважинные условия. Интенсивность излучения в опорных пластах приводится к условиям, для которых была получена зависимость  $\Delta J = f(W_n)$ , либо значения кажущейся влажности  $W_k$ , полученные при отклонении этих условий от модели, приводятся затем к стандартным с помощью поправок, вводимых в значение  $K_n$  [10].

Существуют два подхода к обработке. Первый предусматривает разделение на поправки, вводимые в интенсивность излучения или  $\Delta J$  для приведения к стандартным скважинным условиям, и петрофизические поправки, вводимые в  $K_n$ . В этом случае переход от  $\Delta J$  к  $K_n$  осуществляется по кривым  $\Delta J = f(W_n)$ , полученным для заданных параметров  $d_c$ ,  $C_b$ ,  $C_p$  и  $h_{гк}$ . При переходе от  $K_n$  к  $K_{n,общ}$  вводятся петрофизические поправки в виде постепенного вычитания  $\Delta W_{гк}$ ,  $\Delta W_{лит}$ ,  $\Delta W_{пл}$ ,  $\Delta W_{p,t}$  — поправок соответственно на глинистость, разницу в литологическом составе, плотности, на давление и

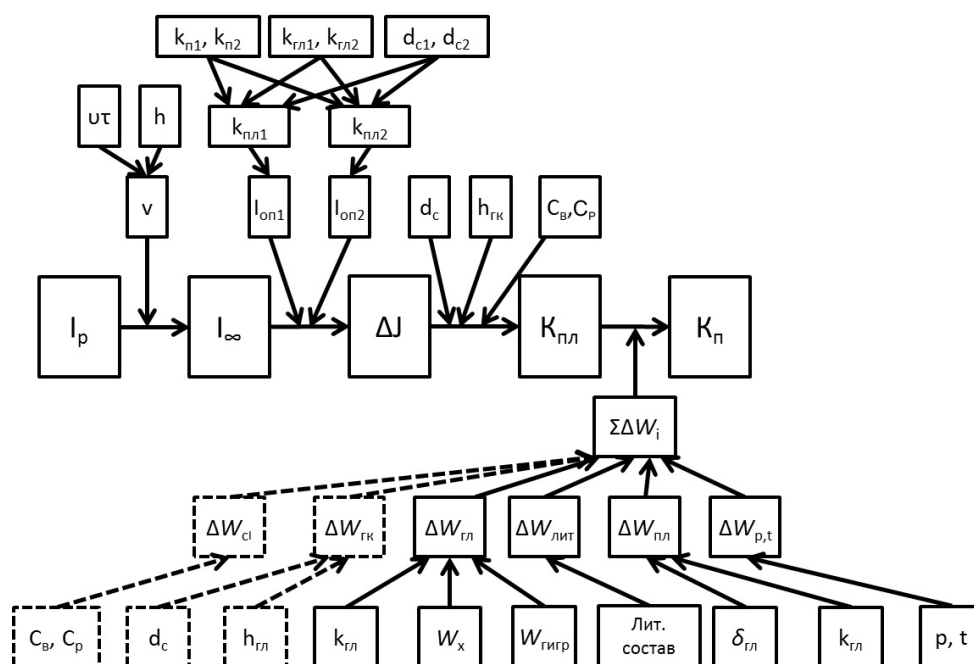


Рис. 1. Блок-схема интерпретации диаграмм нейтронных методов

Fig. 1. Flow chart of interpretation of diagrams by neutron methods

температуру опорных и исследуемых пластов. Второй подход предусматривает введение части поправок, связанных с влиянием скважинных условий, также в значения  $K_{п.общ.}$ . Это поправки  $\Delta W_{cl}$ ,  $\Delta W_{гл}$ , учитывающие влияние хлоросодержания ( $C_b$ ,  $C_p$ ) в пласте и скважине и толщины глинистой корки ( $h_{гл}$ ). На схеме (рис. 1) эти поправки показаны в пунктирных контурах. В результате учета всех влияющих факторов по данным нейтронных методов находят коэффициент пористости пород [10].

Факторы, влияющие на отклонение изучаемой в скважине интенсивности излучения от стандартной, делятся на две группы. В первую группу входят факторы, отражающие скважинные условия: диаметр скважины, плотность раствора, толщину глинистой корки, хлоросодержание раствора, пластовой воды и др. Ко второй группе относятся петрофизические факторы: наличие минералов с большим содержанием связанной воды (глины, гипс); различие в химических составах скелета пород и сред, в которых произведено моделирование; изменение плотности и газосодержания пород, влияние температуры и давления и др. [9].

Увеличение (уменьшение) диаметра скважины приводит к уменьшению (увеличению) показаний НК. При увеличении диаметра скважины увеличивается длина пробега нейтрона и, таким образом, плотность нейтронного пучка, взаимодействующего с породой, уменьшается [8].

Чувствительность НГК к глинистой корке примерно соответствует чувствительности ННК-Т. Поправка за влияние глинистой корки не пропорциональна ее толщине и существенно зависит от пористости пласта в диапазоне больших значений, где изменяется ее знак. Это объясняется тем, что наличие глинистой корки все более проявляется как эффективное уменьшение диаметра скважины [8].

Влияние свойств пластовой жидкости (ПЖ) на показания зондов ННК-Т и НГК в общем случае в зависимости от ее состава (глинистая, инвертно-эмульсионная, известково-битумная и др.) может быть охарактеризовано следующими параметрами: плотностью и минерализацией. При уменьшении плотности ПЖ увеличивается количество элементов, имеющих малые массовые числа, в том числе водорода (в воде), которые обладают сильной замедляющей способностью. Минерализация ПЖ по-разному влияет на показания зондов ННК-Т и НГК. Если же захват ядрами элементов — аномально активных поглотителей нейтронов — сопровождается жестким  $\gamma$ -излучением, то их наличие в породе приводит к повышению величины  $I$ , регистрируемой НГК. К числу таких элементов относится хлор. Характер зависимости величины  $I$  от содержания хлора в ПЖ показывает, что его увеличение в породе сопровождается закономерным повышением регистрируемых интенсивностей, но для ННК-Т — наоборот, их уменьшением [8, 12].

Влияние минерализации пластовой воды аналогично влиянию минерализации ПЖ. Плотность тепловых нейтронов снижается при увеличении хлоросодержания ПЖ, что приводит к снижению регистрируемых интенсивностей зондом ННК-Т, но при НГК жесткое  $\gamma$ -излучение обуславливает повышение величины  $I$  [9].

Влияние минерального состава породы происходит по тем же законам, что и минерализации ПЖ и пластовых вод. Так, замедляющие характеристики присущи минералам, в состав которых входит химически связанная вода (гипс, гидрослюда, монтмориллонит, каолинит и др.), т.е. с повышенным водородосодержанием. Поглощающие характеристики свойственны минералам пород с повышенным хлоросодержанием (хлорит, манганит, доломит и др.) [8, 9].

Температура и давление — существенные факторы, влияющие на химический состав подземных вод и повышающие растворимость горных пород. Плотность жидкости, а следовательно, и водородосодержание породы (при постоянной пористости) уменьшаются с увеличением температуры. Действие давления противоположно действию температуры. Повышение давления увеличивает плотность ядер водорода в среде вследствие сжатия пластовой и скважинной жидкости [7].

*Поправка на естественное гамма-излучение.* При НГМ кроме гамма-излучения радиационного захвата регистрируется гамма-излучение естественных радиоактивных элементов горных пород, поэтому при интерпретации данных НГК из его показаний вычитают показания ГК, которые регистрируются отдельно либо параллельно, умноженные на коэффициент, учитывающий различие чувствительности детекторов в каналах НГК и ГК. Для нивелирования естественного измерения на приемник НГК также ставят фильтр (свинцовый кожух) [7].

**Разработка методики.** На первом этапе работы необходимо было проанализировать файлы формул, которые решают задачу ввода поправок и находятся в дополнительном наборе “формул и палеток” пакета “ГеоПоиск”. Эти файлы хранят программный код (алгоритмы) на языке “ГеоСи”, позволяющий вычислять поправки для разных методов и приборов. Данные алгоритмы представляют собой набор последовательно выполняющихся итераций по массивам каротажных кривых или производных от них (например  $K_n$  — коэффициент пористости), на выходе дающие  $K_n$  с внесенными поправками на условия скважины. В процессе выполнения алгоритма происходит взаимодействие с пользователем при помощи диалоговых сообщений, в которых необходимо указать код параметра или выбрать из списка параметр для расчета. Это задача и постоянная необходимость редактирования формул (удаление ненужных расчётов, изменение имен кривых) под выполняемую задачу весьма усложня-

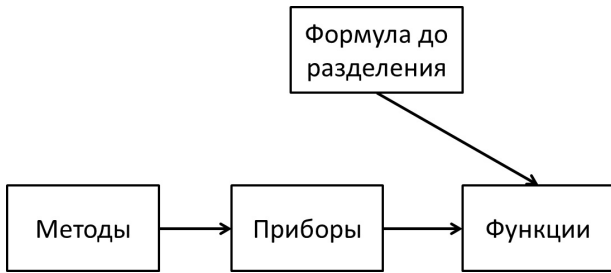


Рис. 2. Схема группирования частей разделённой формулы  
Fig. 2. The chart of grouping pieces of the formula

ли работу пользователя, не говоря уже о том, что понимание кода формул не является тривиальной задачей для рядового пользователя, не владеющего навыками программирования. Результатом анализа стало решение разделить формулы на отдельные части (один файл – одна формула с поправкой) и разместить их в каталоги, имеющие иерархическую структуру (рис. 2).

*Второй этап* – разработка программного приложения. С целью выполнения поставленной задачи был использован инструментальный для написания программного кода Microsoft Visual Studio.

Microsoft Visual Studio Express – линейка бесплатных интегрированных сред разработки, облегчённая версия программы Microsoft Visual Studio, разработанной компанией Microsoft. Данный продукт позволяет разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms, для всех платформ, поддерживаемых Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, Xbox, Windows Phone .NET Compact Framework и Silverlight [16].

Visual Studio включает в себя редактор исходного кода с возможностью простейшего рефакторинга кода. Встроенный отладчик может работать в качестве отладчика как уровня исходного кода, так и машинного уровня. В состав остальных встраиваемых

инструментов входят редактор форм для упрощения создания графического интерфейса приложения, веб-редактор, дизайнер классов и дизайнер схемы базы данных [14].

Поскольку для выполнения расчёта необходимо иметь функцию, входные-выходные кривые и параметры, возникает необходимость их хранения для возможности программного доступа к ним. Для этого создан массив, который содержит объекты класса метод (Method). Класс метод имеет два свойства: имя (Name) – название метода, и массив объектов класса прибор (Hardware). В свою очередь, класс прибор имеет два свойства: имя (Name) – название метода, и массив объектов класса функция (Function). Класс функция имеет следующие свойства: название (Name), путь к файлу с формулой поправки (Path), массив объектов класса кривая (Crv) и массив объектов класса параметр (Param). Свойства класса кривая: синоним (Mnimonik) – сокращённое название кривой, имя кривой (Definition) – полное название. Свойства класса параметр: код в словаре БД (Cod), название параметра (Name), значение по умолчанию (Value), описание (Definition). Таким образом, получается иерархическая система хранения данных, коррелирующая со схемой физического хранения (рис. 3).

На *третьем этапе* использовался пакет Microsoft Foundation Classes (MFC) – библиотека на языке C++, разработанная Microsoft и призванная облегчить разработку GUI-приложений для Microsoft Windows путем использования богатого набора библиотечных классов. Данная библиотека необходима для создания диалогового приложения. Диалоговое окно в графическом пользовательском интерфейсе – специальный элемент интерфейса, окно, предназначенное для вывода информации и (или) получения ответа от пользователя [13, 15].

Программное диалоговое приложение основывается на взаимодействии объектов массива “метод” и имеет следующий алгоритм (рис. 4).

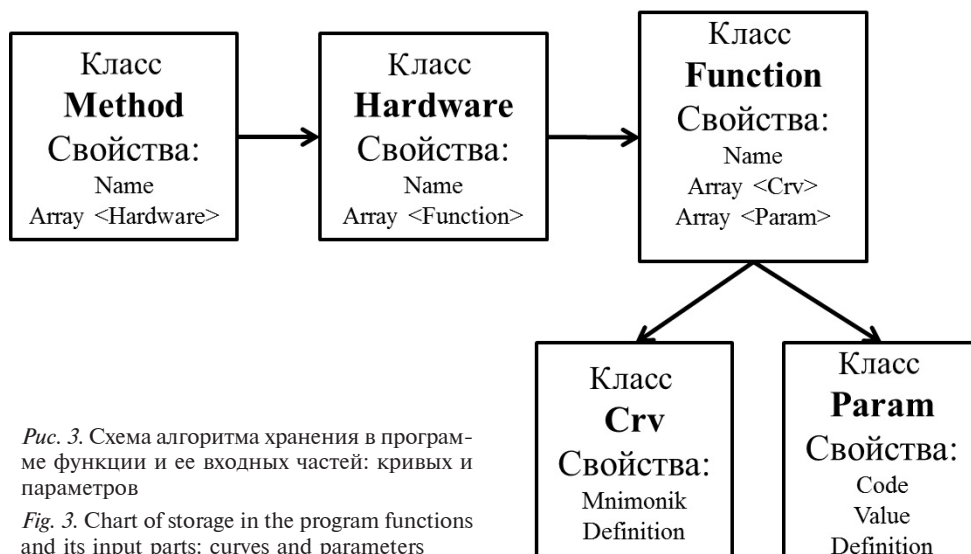


Рис. 3. Схема алгоритма хранения в программе функции и ее входных частей: кривых и параметров

Fig. 3. Chart of storage in the program functions and its input parts: curves and parameters

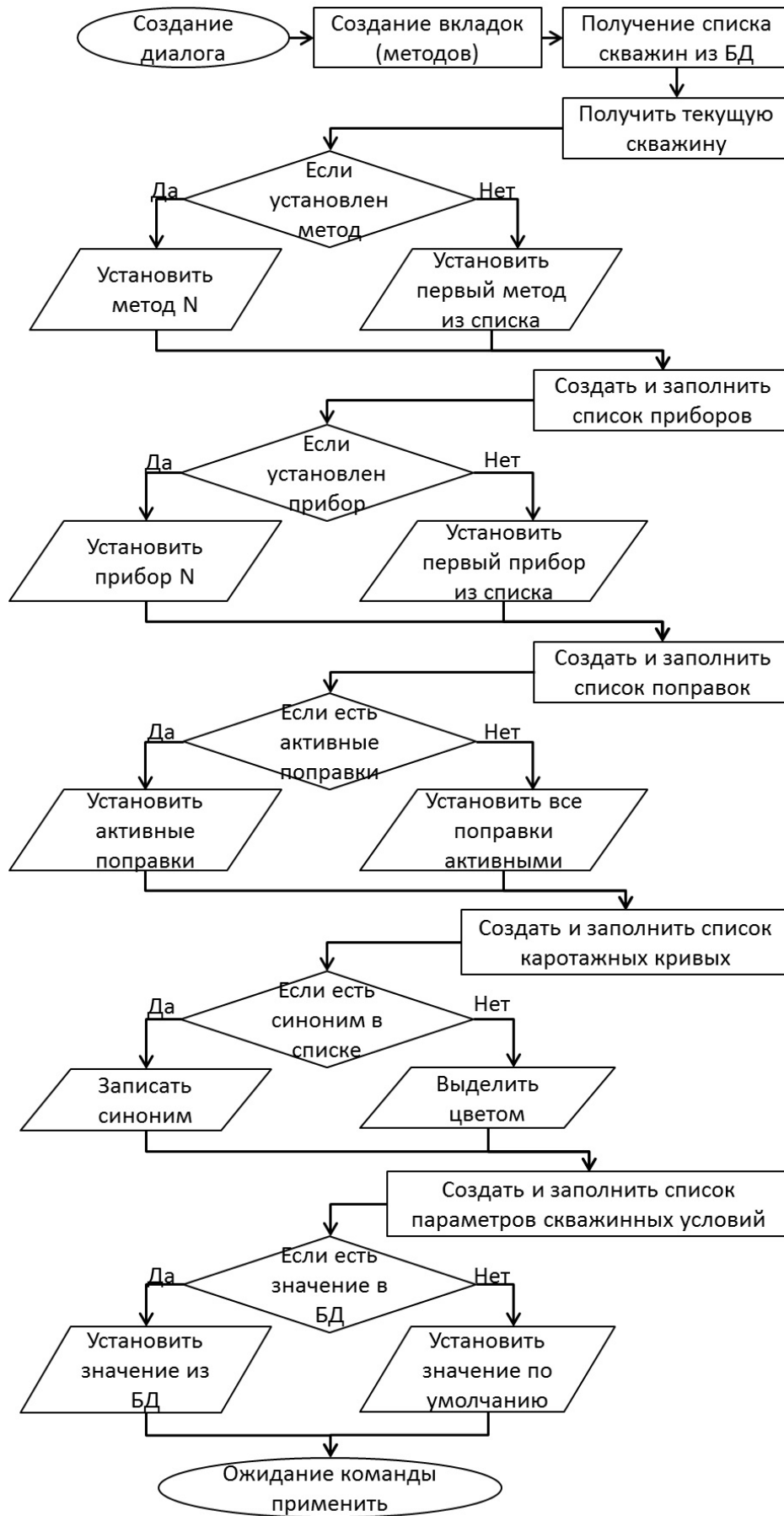


Рис. 4. Основной алгоритм взаимодействий объектов программного диалогового приложения

Fig. 4. The basic algorithm of interactions objects of software dialog application

С помощью библиотеки MFC создается диалоговое окно. Далее устанавливаются настройки. С использованием массива объектов класса метод создаются вкладки, которые отвечают методам геофизических исследований. С помощью запроса к БД загружается список хранящихся в ней скважин. Устанавливается как текущая скважина, активная в программе “Планшет”. Далее запрос к параметрам текущей скважины – для определения был ли уже проведен какой-либо расчёт или указан какой-либо метод ГИС для нее. Для этого в словаре были резервированы новые коды, отвечающие за данные параметры. Если да, был проведен расчет, то активизируется указанная вкладка-метод, если нет, то активизируется первая вкладка. Затем создается и заполняется значениями из массива объектов класса прибор список приборов активного метода и также, с помощью запроса, устанавливается активный прибор. Далее создается и заполняется значениями из массива объектов класса функции, список поправок активного прибора и также, с помощью запроса, отмечаются активные поправки. Из массивов объектов класса кривых и класса параметров передаются для заполнения в созданные список каротажных кривых и список параметров соответственно только те значения, функции которых отмечены как активные в предыдущем шаге. Те синонимы каротажных кривых, для которых нет соответствия в списке кривых БД, выделяются красным цветом. Значения параметров заполняются значениями соответствующего кода в таблицы параметров БД, если таковые имеются, в противном случае присваивается значение по умолчанию. Далее программа ожидает действия пользователя.

На *четвертом этапе* создаются элементы управления диалогового интерфейса. Поскольку в ходе выполнения предыдущего шага создаются все основные элементы управления диалога, а именно закладки-методы, списки приборов и скважин, список поправок, таблицы кривых и параметров, возникает необходимость в реализации программы для взаимодействия с ними пользователя. Другими словами, необходимо обработать события на ожидаемые программой действия. Так, при событии смены скважины изменяется содержание всех элементов управления, т.е. срабатывает алгоритм (рис. 4) начиная с этапа “получение текущей скважины”; при смене вкладки – часть алгоритма начиная с пункта “установить N метод”; при включении или исключении каких-либо поправок в расчет – с пункта “создать и заполнить список каротажных кривых”. Далее пользователь может взаимодействовать с таблицей кривых, где может выбрать из списка БД нужную кривую, или в таблице параметров изменить значение какого-либо параметра, новое значение запишется в БД. Кроме перечисленных выше действий есть возможность сохранить собранную формулу (общий файл), нажав на кнопку “сохранить формулу”, а также загрузить её в калькуляторе для визуализации и возможной корректировки перед расчётом (рис. 5).

На *пятом этапе*, заключительном, осуществляется обработка команды “выполнить”, запускается алгоритм, в процессе которого происходит поочередный парсинг тех формул, которые связаны с активными поправками: проверка на совпадение имён кривых с последующей заменой тех, чьи име-

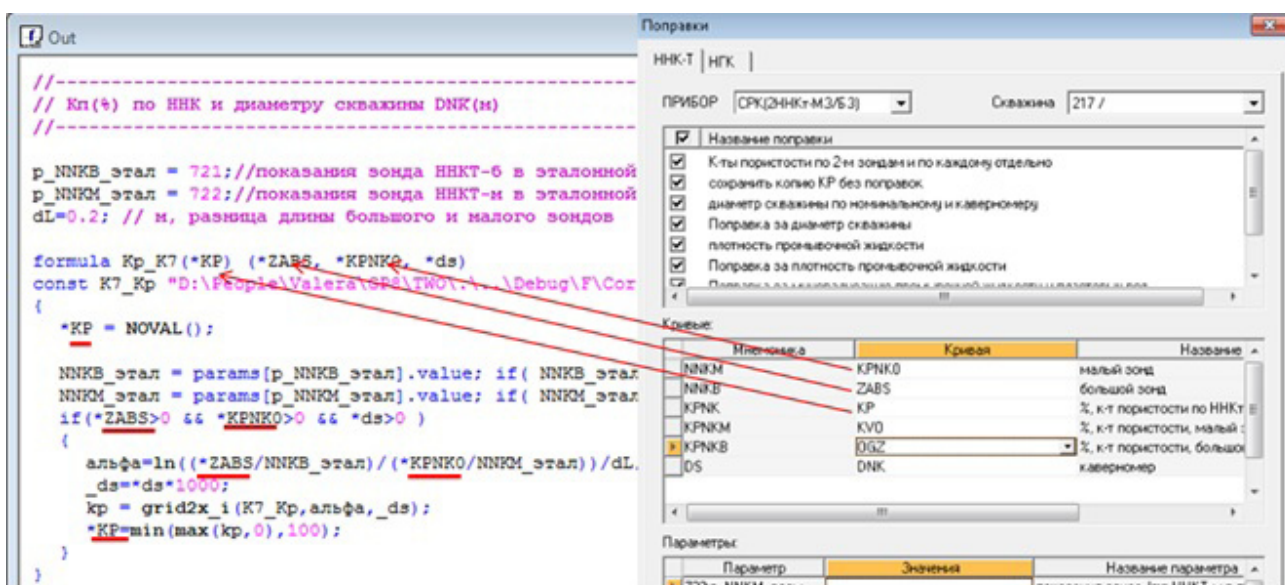


Рис. 5. Замена имён кривых, записанных в формуле, на имена, указанные пользователем  
 Fig. 5. Replace the names of the curves recorded in the formula to the names specified by the user

Рис. 6. Интерфейс диалога для введения настроек перед вычислением поправочного коэффициента для  $K_n$

Fig. 6. Interface of dialog application for entering settings before the calculation of the correction factor for  $K_n$

на, установленные в диалоге, не совпадают с синонимами (рис. 6).

После парсинга формула записывается в общий файл. После того как последняя формула записана в файл, он компилируется. В процессе компиляции рассчитываются новые или перерасчитываются старые кривые, в том числе  $K_n$  с внесёнными поправками, и записываются в БД, что позволяет в дальнейшем визуализировать их в программе “Планшет”.

**Результат.** Для тестирования и апробации программы использовались результаты каротажной съемки скважины 39 нефтегазоконденсатного месторождения “Байрацкое”, Диканьковского р-на, Полтавской обл. Съемка велась методами ННК-Т и НГК в интервале глубин 4460–4730 м. Разрез в этом интервале представлен переслаиванием песчаников и аргиллитов. Среди песчаников выявлены

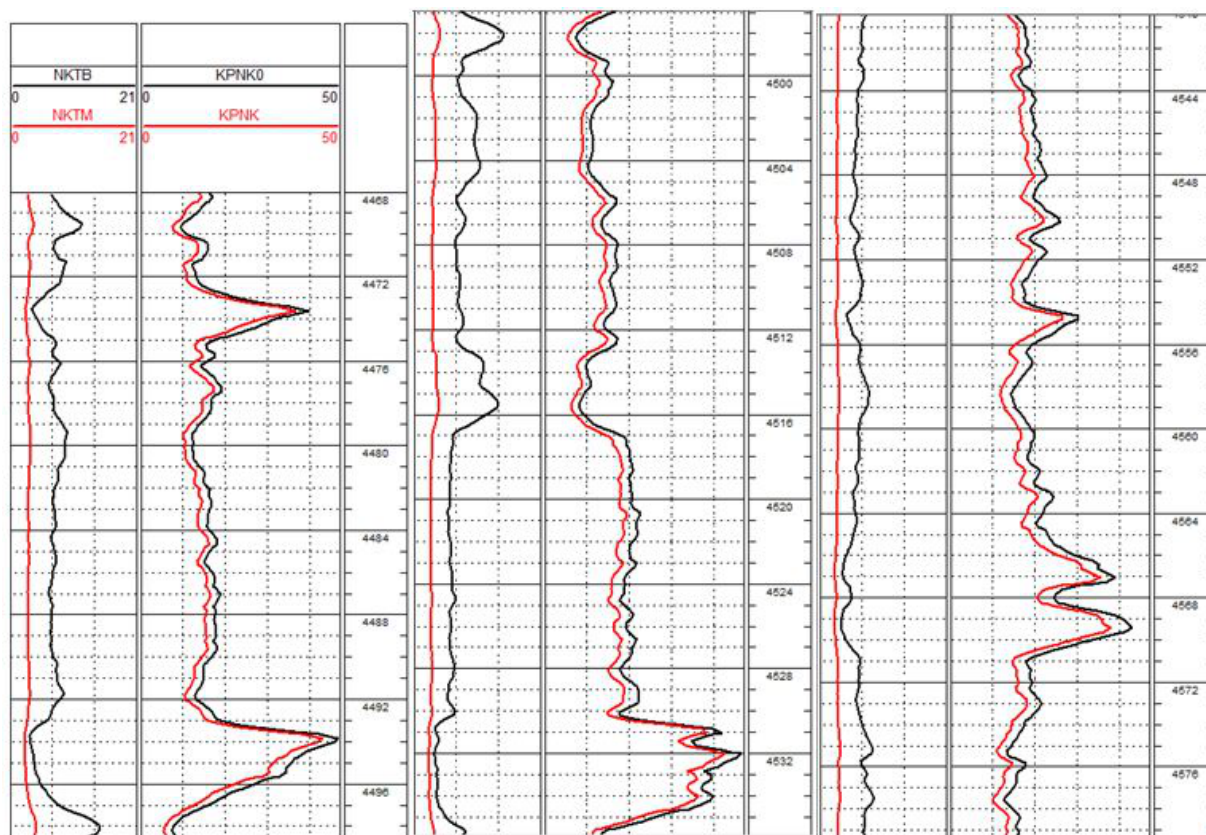
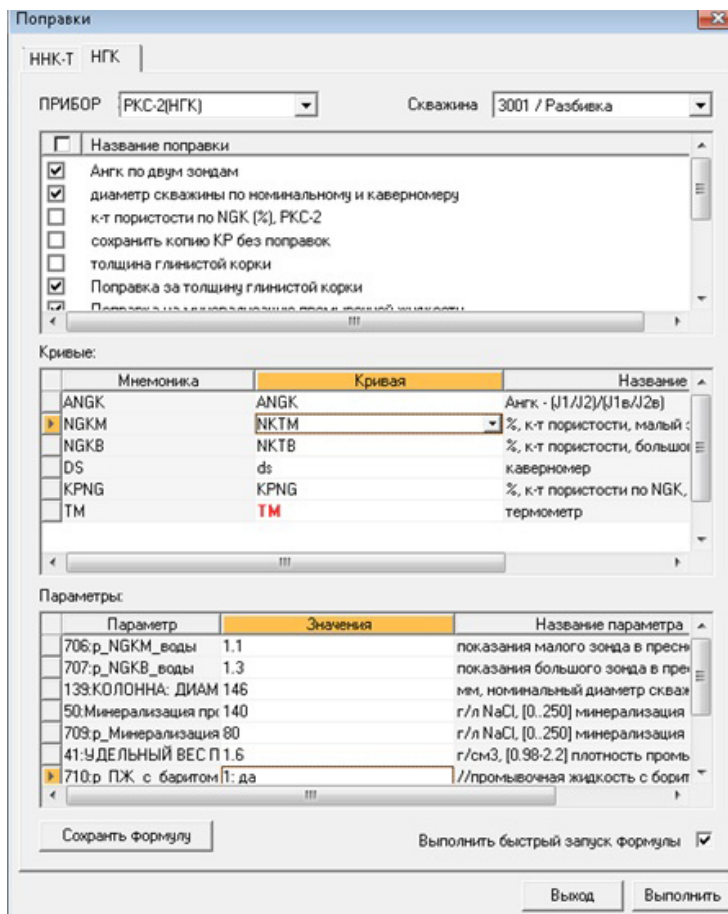


Рис. 7. Диаграмма каротажных кривых, разбитая на три последовательные части

Fig. 7. Chart logging curves split into three sequential parts

продуктивные нефтяные пропластки с пористостью 30–40%.

На рис. 7 показан результат расчета  $K_n$  с дальнейшим введением поправок (на диаметр скважины, глинистую корку, минерализацию промывочной жидкости, термобарические условия) для СРК (2ННКт). Левая часть диаграммы – кривая измерений большого зонда НКТВ (имп/с), обозначенная черным цветом, и малого (НКТМ) – красным; правая часть – кривая  $K_n$  без поправок КРНК0 (в %), показанная черным цветом, и  $K_n$  с введенными поправками КРНК – красным. Как видим, значения  $K_n$  (КРНК0) изменяются от 10 до 45 %. При введении поправок значения  $K_n$  (КРНК) снижаются на 3–8 % по всей кривой, что объясняется исключением влияния скважинных эффектов на запись приборов, не выходя за рамки допустимых значений и, даже наоборот, преобразуется в более осмысленную допустимо нормальную форму.

**Выводы.** Результат представленной работы существенно упрощает обработку данных НК на этапе внесения поправочных коэффициентов при вычислении  $K_n$ . Теперь пользователи программного пакета “ГеоПоиск”, не имеющие опыта работы с языком программирования “GeoSi”, могут без проблем выполнить указанный этап обработки данных НК с помощью выбора настроек в программном диалоге.

Недостатком рассмотренной методики решения поставленной задачи является отсутствие гибкости при добавлении новых измерительных приборов. Указанную задачу может выполнить только разработчик программного пакета “ГеоПоиск”. Поэтому предметом дальнейшей разработки должно стать создание инструментария, который даст возможность простым способом добавлять данные новых методов каротажа и показания каротажных приборов в программу для вычисления поправки  $K_n$ .

1. *Вендельштейн Б.Ю.* Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газа по материалам геофизических исследований скважин с привлечением результатов анализов керна, опробований и испытаний продуктивных пластов / [под ред. Б.Ю. Вендельштейна, В.Ф. Козыра, Г.Г. Яценко]. – Калинин: НПО Союзпромгеофизика, 1990. – 261 с.

2. *Дахнов В.Н.* Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин / В.Н. Дахнов. – М.: Недра, 1982. – 448 с.
3. *Добрынин В.М.* Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин: справочник / В.М. Добрынин. – М.: Недра, 1988 – 476с.
4. *Дьяконов Д.И.* Общий курс геофизических исследований скважин / Д.И. Дьяконов, Е.И. Леонтьев, Г.С. Кузнецов. – М.: Недра, 1984. – 432 с.
5. *Ибрагимов Ш.З.* Ядерная геофизика: пособие для самостоятельного изучения лекционного курса слушателей курсов повышения квалификации специальности «Геофизика» / Ш.З. Ибрагимов. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. – 90 с.
6. *Косков В.Н.* Геофизическое исследование скважин / В.Н. Косков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2005. – 124 с.
7. *Кожевников Д.А.* Нейтронные характеристики горных пород и их использование в нефтегазопромысловой геологии / Д.А. Кожевников. – М.: Недра, 1974. – 184 с.
8. *Кузнецов О.Л.* Скважинная ядерная геофизика / О.Л. Кузнецов, А.П. Поляченко. – М.: Недра, 1990. – 318 с.
9. *Ларионов В.В.* Радиометрия скважин / В.В. Ларионов. – М.: Недра, 1969. – 328 с.
10. *Латышова М.Г.* Практическое руководство по интерпретации данных ГИС / М.Г. Латышова, В.Г. Мартынов, Т.Ф. Соколова. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. – 327 с.
11. *Описание технологии ГИС в ГеоПоиске* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geopoisk.com/practice.htm> (дата обращения: 25.06.2016).
12. *Резванов Р.А.* Радиоактивные и другие неэлектрические методы исследования скважин / Р.А. Резванов. – М.: Недра, 1982. – 368 с.
13. *Руководство по диалоговым элементам управления* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/apps/dn997764.aspx> (дата обращения: 25.06.2016).
14. *Mackey A.* Introducing .NET 4.0 with Visual Studio 2010 / A.Mackey. – Apress, 2010. – 416 с.
15. *MFC Reference* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com> (дата обращения: 25.06.2016).
16. *Visual Studio Express* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.visualstudio.com/en-US/products/visual-studio-express-vs> (дата обращения: 25.06.2016).

Поступила в редакцию 13.07.2016 г.

## АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПОПРАВОК НЕЙТРОННОГО КАРОТАЖУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТА “ГЕОПОШУК”

*В.І. Зацерковний, В.В. Халимендік*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна, e-mail: valera-h92@yandex.ru*

Висвітлено методику розв’язання однієї з проблем програмного пакета “ГеоПошук”. Коефіцієнт пористості ( $K_n$ ) гірських порід за даними нейтронного каротажу (НК) обчислюють у декілька етапів. Один з них – етап введення поправок за свердловинні умови. Пакет “ГеоПошук” надає інструмент, за допомогою якого можна



виконати це завдання. Проте всі обчислювальні алгоритми згаданого інструменту файлу програмного коду “GeoCi” (так званої “формули”) потребують додаткових змін для коректного обчислення окремих випадків. Розроблено програмний алгоритм діалогового додатку, інтегрованого в пакет “GeoПошук” засобами бібліотеки MFC мовою програмування C++, що дає змогу в разі взаємодії користувача з його інтерфейсом здійснити настройки для обчислення поправкових коефіцієнтів, внести їх і дістати код формули, не взаємодіючи напряму з ним. Отриманий результат істотно спрощує обробку даних НК на етапі внесення поправкових коефіцієнтів під час обчислення  $K_n$ . Користувачі програмного пакета “GeoПошук”, що не володіють досвідом роботи з мовою програмування “GeoCi”, можуть безперешкодно виконати вказаний етап обробки даних НК, вибравши настройки у програмному діалозі.

**Ключові слова:** нейтронний каротаж, коефіцієнт пористості, облік поправок, технологія “GeoПошук”, мова програмування “GeoCi”.

## SOFTWARE FOR CALCULATION OF NEUTRON LOGGING ENVIRONMENT CORRECTIONS USING SOFTWARE PACKAGE “GEOPOISK”

*V. Zatserkovnyi, V. Khalimendik*

*Taras Shevchenko National University of Kyiv, 90, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine, e-mail: valera-h92@yandex.ru*

**The purpose** of the paper is to development a software algorithm for dialog applications, integrated into the “GeoPoisk” to calculate neutron logging environment corrections. This urgent problem could be solved using “GeoPoisk” which has a tool for this task. However, the computational algorithms of this tool are integrated into complex formulas of a “GeoC” – software code. It is necessary to visualize the calculation process to simplify the work.

**Design/methodology/approach.** The work was divided into five stages. The first stage was to analyze files of a “GeoC” software code that compute corrections for various methods and instruments. The result of the analysis was the decision to split the formula into separate files (one file – one correction formula) and sort them hierarchically in directories (Method – Hardware – Correction). On the second stage we developed a system of storing information to compute. The system consists of arrays, alternately nested in the main array, of objects different classes: Method – Hardware – Function. The latter consists of two arrays of objects of Crv and Param classes. The classes have properties to store necessary information. The algorithm is implemented in the C ++ language. The third stage was used to create the MFC dialog with the controllers. An algorithm was developed to fill controllers with the data from the main array. The fourth step was to write a code to handle the events of the user interaction with controllers. In the last stage, clicking on the run button was realized. This action runs an algorithm that alternately parses a user-selected formula and replaces in it the names of those curves that do not match the names defined in the dialog by the user.

**Findings.** As a result of the execution of all the stages a software dialogue has been created, integrated in the “GeoPoisk”. It permits to implement settings to calculate the environment corrections of porosity based on neutron logging data.

**Practical value/implications.** The dialogue substantially simplifies the users, work. It enables users of the software package “Geopoisk” to perform processing of neutron logging, without being familiar with the programming language “GeoC”.

**Keywords:** neutron logging, porosity factor, environment corrections, technology “GeoPoisk”, programming language “GeoC”.

### References:

1. Vendel'shteyn B.Yu., Kozyar V.F., Yatsenko G.G. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu podschetnykh parametrov zalezhey nefi i gaza po materialam geofizicheskikh issledovaniy skvazhin s privlecheniem rezul'tatov analizov kerna, oprobovaniy i ispytaniy produktivnykh plastov. Kalinin: NPO Soyuzpromgeofizika, 1990, 261 p. (in Russian).
2. Dakhnov V.N. Interpretatsiya rezul'tatov geofizicheskikh issledovaniy razrezov skvazhin. Moscow: Nedra, 1982, 448 p. (in Russian).
3. Dobrynin V.M. Interpretatsiya rezul'tatov geofizicheskikh issledovaniy neftyanykh i gazovykh skvazhin: spravochnik. Moscow: Nedra, 1988, 476 p. (in Russian).
4. D'yakonov D.I., Leont'ev E.I., Kuznetsov G.S. Obshchiy kurs geofizicheskikh issledovaniy skvazhin. Moscow: Nedra, 1984, 432 p. (in Russian).
5. Ibragimov Sh.Z. Yadernaya geofizika: posobie dlya samostoyatel'nogo izucheniya lektsionnogo kursa slushateley kursov povysheniya kvalifikatsii spetsial'nosti Geofizika. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy universitet, 2008, 90 p. (in Russian).
6. Koskov V.N. Geofizicheskoe issledovanie skvazhin. Perm': Permskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet, 2005, 124 p. (in Russian).

7. Kozhevnikov D.A. Neytronnye kharakteristiki gornykh porodiikh ispol'zovanie v neftegazopromyslovoy geologii. Moscow: Nedra, 1974, 184 p. (in Russian).
8. Kuznetsov O.L., Polyachenko A.P. Skvazhinnaya yadernaya geofizika. Moscow: Nedra, 1990, 318 p. (in Russian).
9. Larionov V.V. Radiometriya skvazhin. Moscow: Nedra, 1969, 328 p. (in Russian).
10. Latyshova M.G., Martynov V.G., Sokolova T.F. Prakticheskoe rukovodstvo po interpretatsii dannykh GIS. Moscow: Nedra-Biznestsentr, 2007, 327 p. (in Russian).
11. Opisanie tekhnologii GIS v GeoPoiske. Availble at: <http://www.geopoisk.com/practice.htm> (Accessed 25 June 2016) (in Russian).
12. Rezmanov R.A. Radioaktivnye i drugie neelektricheskie metody issledovaniya skvazhin. Moscow: Nedra, 1982, 368 p. (in Russian).
13. Rukovodstvo po dialogovym elementam upravleniya. Availble at: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/apps/dn997764.aspx> (Accessed 25 June 2016).
14. Mackey A. Introducing .NET 4.0 with Visual Studio 2010. Apress, 2010, 416 p.
15. *MFC* Reference. Availble at: <https://msdn.microsoft.com> (Accessed 25 June 2016).
16. *Visual Studio Express*. Availble at: <https://www.visualstudio.com/en-US/products/visual-studio-express-vs> (Accessed 25 June 2016).

*Received 13/07/2016*