

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины  
Национальный горный университет

Кафедра геофизических методов разведки

доцент Лозовой А.Л.

Методические указания к лабораторной работе:

**«ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА, ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И РАБОТЫ  
АППАРАТУРЫ РАДИОАКТИВНОГО КАРОТАЖА ДРСТ»**

по дисциплине: «Геофизические исследования скважин»  
для студентов специальности 7.07702 «Геофизические  
методы поисков и разведки»

Днепропетровск  
2011

## Назначение и состав аппаратуры ДРСТ

Двухканальный термостойкий радиометр ДРСТ-1(2)(3) предназначен для исследования скважин глубиной до 3000 м методами радиоактивного каротажа. Аппаратура выпускается в трёх вариантах.

*Первый* вариант аппаратуры в комплекте с термостатированными датчиками рассчитан для исследования угольных скважин методами ГК с максимальной температурой окружающей среды 70°C в течении 8 часов.

*Второй* рассчитан на исследование нефтяных и газовых скважин методами ГК, НГК и ННК с температурой окружающей среды до 120°C в течении 2.5 часов.

*Третий* вариант рассчитан для исследования рудных скважин методами ГК, НГК и ННК с максимальной температурой среды 50°C в течении 10 часов.

В состав аппаратуры входят: панель управления, скважинный прибор, зондовое устройство, сменные блоки детекторов, блок питания УВК-1 или ДРСТ-2-3-0-00, пересчётный прибор типа ПС-1000, запасное имущество, сопроводительная документация.

## Основные технические данные

1. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока с частотой 45-53 Гц, 220 В ±5-10%.

2. Потребляемая прибором мощность не более 200 Вт.

3. Наземная панель имеет 2 идентичных канала, обеспечивающих регистрацию скоростей счёта до 20 000 *имп/мин*.

4. Весь интервал измеряемых скоростей счёта каждого из каналов разбит на 7 кратных поддиапазонов: 0-3000, 0-6000, 0-12000, 0-24000, 0-48000, 0-96000, 0-192000 *имп/мин*.

5. Постоянные времени каналов: 0.5, 1.5, 3, 6, 12 с.

6. Наземная панель обеспечивает регистрацию импульсов при уровне входного сигнала от 0,3 В

7. Установление масштабов записей осуществляется от калибратора с частотами 50, 100, 200, 400 и 800 Гц.

8. Схема панели обеспечивает одновременную запись информации от 2 каналов скважинного прибора с использованием регистратора каротажной станции.

9. Прибор комплектуется пересчётным прибором на декадронах.

10. Вход панели имеет общий регулятор амплитуды входных сигналов.

11. Диаметр скважинного прибора 60 мм, гидростатическое давление, выдерживаемое кожухом прибора, для рудного и угольного вариантов – не менее 400 *кг/см<sup>2</sup>*, а для нефтегазового варианта – не менее 600 *кг/см<sup>2</sup>*.

12. Питание скважинного прибора осуществляется от блока питания типа УВК-1 постоянным током 255 мА при напряжении на скважинном приборе 150 В, либо от отдельного источника ДРСТ-2-3-00.

## Принцип работы радиометра

На рисунке 1 представлена блок-схема радиометра. Верхняя часть схемы относится к панели управления, нижняя – к скважинному прибору.

Воздействие гамма- или нейтронного излучения на детекторы  $I$  и  $I'$  вызывает сцинтилляции в люминофорах, число которых пропорционально интенсивности излучения. Эти световые вспышки преобразуются фотоумножителем в электрические импульсы и усиливаются. Питание ФЭУ осуществляется от высоковольтного преобразователя 5. Импульсы с ФЭУ, усиленные усилителями 2 и 2', подаются на амплитудные дискриминаторы 3 и 3', запускающиеся импульсами, амплитуда которых превышает определённый уровень (порог срабатывания дискриминатора). Импульсы на выходе дискриминатора имеют постоянные параметры (длительность и амплитуду). Импульсы с дискриминаторов, отрицательные в первом канале и положительные во втором, поступают на смеситель 4, являющийся одновременно выходным усилителем мощности, и подаются в кабель.

Сигналы отрицательной и положительной полярности от скважинного прибора поступают через кабель в панель управления.

Разделение импульсов, относящихся к разным каналам, после усиления двухкаскадным усилителем 6, осуществляется триггерами Шмитта 8 и 8'. Положительные импульсы вызывает срабатывание триггера Шмитта первого канала 8, отрицательные, пройдя через фазоинвертер 7, вызывают срабатывание триггера второго канала 8'. Далее оба канала идентичны. Импульсы с триггеров через дифференциальные цепочки поступают на входы нормализаторов 9 и 9'. Выходные импульсы нормализаторов, стабильной длительности и амплитуды, подаются на интеграторы 10 и 10', преобразовывающие их в постоянный ток, пропорциональный частоте следования сигналов. Ток интеграторов записывается регистраторами 11 и 11'. Конструкция нелинейного интегратора позволяет скорректировать просчёт импульсов, имеющий место из-за конечной разрешающей способности каналов измерения и получать в итоге линейную зависимость между интенсивностью излучения, воздействующего на детектор, и выходным током интегратора.

Контроль за работой каналов и настройка масштабов записи осуществляется с помощью калибратора 13.

Пересчётный прибор типа ПС-100 12 ёмкостью 100000 *имп* позволяет производить счёт импульсов поочерёдно в одном и другом канале.

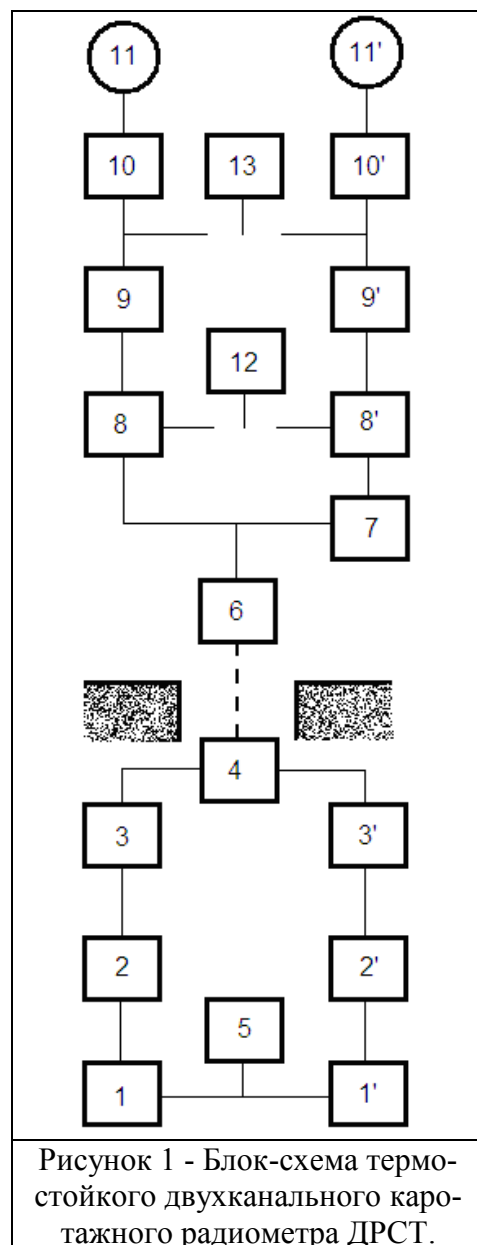


Рисунок 1 - Блок-схема термостойкого двухканального каротажного радиометра ДРСТ.

## Конструкция аппаратуры

### Скважинный прибор

Скважинный прибор представляет собой стальной цилиндрический кожух, герметизированный с обоих концов головками с самоуплотняющимися резиновыми

кольцами. Верхняя головка прибора служит для подсоединения прибора к кабелю, нижняя – для подсоединения зондового устройства с источником.

Электрическая схема скважинного прибора выполнена на платах из стеклотекстолита, размещённых в корытообразном шасси.

По обе стороны шасси располагаются блоки детекторов излучения. В комплект прибора могут входить 7 сменных детекторов излучения:

а) детектор ГК, состоящий из монокристалла йодистого натрия (размерами 20х40 мм) и фотоумножителя;

б) детектор НГК – состоящий из газонаполненного счётчика типа СИ-23Г;

в) детектор ННК-Т – состоящий из сцинтиллятора типа ЛДНМ и фотоумножителя ФЭУ-31, термостатированного с помощью сосуда Дьюара;

г) детектор ГГК, состоящий из монокристалла йодистого натрия и фотоумножителя ФЭУ-35.

Для работы в скважинах с температурой +50°С:

а) детектор ГК, состоящий из монокристалла йодистого натрия размером 30х70мм и фотоумножителя ФЭУ-35;

б) детектор ГГК, состоящий из монокристалла йодистого натрия (размером 30х40 мм) и фотоумножителя ФЭУ-35;

в) детектор ННК-Т, состоящий из сцинтиллятора ЛДНМ и фотоумножителя ФЭУ-35.

Для регистрации надтепловых нейтронов к комплекту блоков ННК-Т прилагаются съёмные кадмиевые и полиэтиленовые экраны.

Для обеспечения устойчивости сосудов Дьюара применена консольная система крепления, благодаря которой сосуд не несёт никакой нагрузки.

Несущая пробка из слабопроводящего тепло материала имеет ёмкость, заполненную парафином, для увеличения теплоёмкости внутренней полости сосудов Дьюара. Зондовое устройство обеспечивает экранирование детекторов от прямого излучения источников и позволяет менять расстояние между источником и детектором.

Размеры зондов для работы методами ГГК и ННК-Т: 300, 400, 500, 600 мм; для работы методом НГК: 500, 600, 700 мм.

### ***Панель управления***

Выполнена на стандартном сменном шасси, устанавливаемом в аппаратурный стенд каротажной станции. На лицевой части панели расположены следующие органы управления (рис.2):

1. Переключатель питания, имеющий положения «ВЫКЛ», «НАКАЛ» и «АНОД» – для подключения всех цепей питания.

2. Переключатель рода работ, имеющий положения: «С», «Г», «0 ИНД», калибратор «3000», «6000», «12000», «24000» и «48000».

Положение «С» – в цепь регистрации включен скважинный прибор.

Положение «Г» – включен скважинный прибор, в первом канале которого установлен газоразрядный счётчик.

Положение «0 ИНД» – вход панели управления закорочен, импульсы от скважинного прибора отсутствуют.

Положение «3000», «6000», «12000», «24000», «48000» – частота калибратора – количество импульсов в минуту.

3. Переключатель работы счётного устройства, имеющий положение «I» – счёт импульсов первого канала, «СТОП» – остановка счёта, «II» – счёт импульсов второго канала.

4. Переключатели постоянных времени *I* и *II* каналов, имеющие положение «0.5», «1.5», «3», «6», «12» с.

5. Переключатели масштабов записи *I* и *II* каналов, имеющие по 7 положений. Переключатели позволяют изменять масштабы записи в пределах: «0-3000», «0-6000», «0-12000», «0-24000», «0-48000», «0-96000», «0-192000» имп/мин.

6. Переключатель «КОНТРОЛЬ», имеющий положения «ЦЖК», «1ДИСКР.».

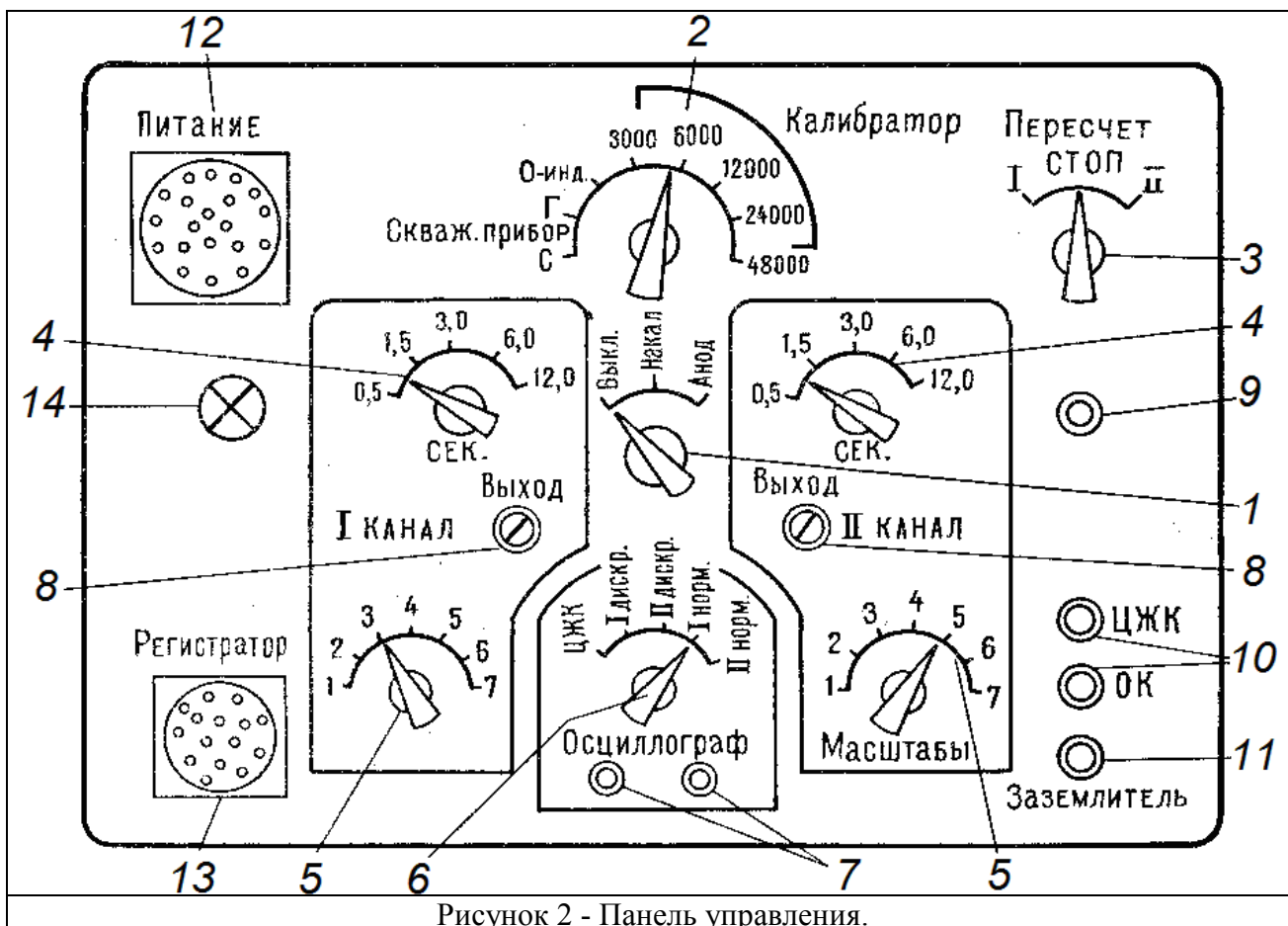


Рисунок 2 - Панель управления.

«2ДИСКР.», «1НОРМ.», «2НОРМ.».

Положение «ЦЖК» – к гнездам с надписью «Осциллограф» подключен вход панели.

Положение «1ДИСКР.» – подключён вход дискриминатора *I* канала.

Положение «2ДИСКР.» – подключён вход дискриминатора *II* канала.

Положение «1НОРМ.» – подключён выход нормализатора *I* канала.

Положение «2НОРМ.» – подключён выход нормализатора *II* канала.

7. Разъём «Ш1» – для подключения кабеля от пересчётного прибора.

8. Ручки под шлиц с надписями «ВЫХОД» – для регулирования выходного тока интеграторов *I* и *II* каналов.

9. Гнезда «ЦЖК» и «ОК» – для подключения кабеля.

10. Гнездо для заземления корпуса прибора с надписью «ЗАЗЕМЛИТЬ».

11. Разъём с надписью «ПИТАНИЕ» – для подключения кабеля питания прибора.

12. Разъём с надписью «РЕГИСТРАТОР» – для подключения панели управления к регистратору каротажной станции.

13. Контрольная лампочка, включенная в цепь накалов радиоламп.

В левой части панели расположены монтажные платы *I* канала, в правой – *II*. Платы калибратора расположены в центральной части панели.

### Блок питания

Питание панели управления аппаратуры ДРСТ-2 осуществляется от специального блока питания типа ДРСТ-2-3-00 (рис. 3). Блок питания работает от промышленной сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В, обеспечивает на выходе переменные напряжения для каналов ламп 6,3 В, постоянные напряжения для анодов ламп +150 В и -150 В и постоянное напряжение для питания скважинного прибора +250 В. Он выполнен в отдельном корпусе.

На лицевой панели блока установлены клеммы 1 для подключения его к промышленной сети 220 В, выключатель сети 2, реостат 3 и миллиамперметр 4 для установки и контроля тока питания скважинного прибора, штепсельный разъем 5 для подключения панели управления к блоку питания, контрольные лампы 6 и 7 включения сети и наличия тока в скважинном приборе, предохранитель 8.

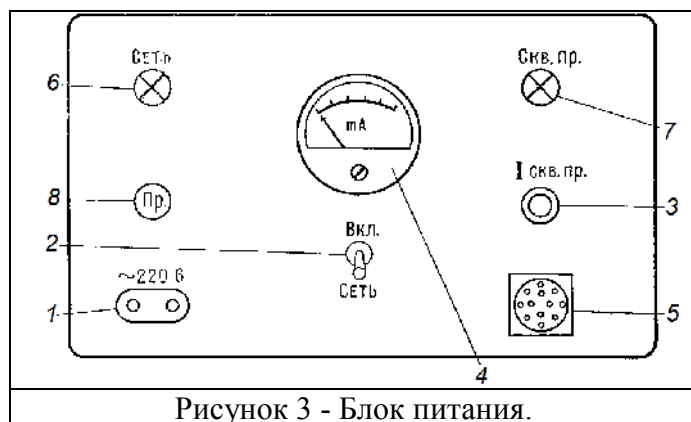


Рисунок 3 - Блок питания.

### Пересчетный прибор ПС-100.

Пересчетный прибор типа ПС-100 (рис. 4) служит для счета импульсов в том или другом канале аппаратуры ДРСТ-2. Его емкость 100 000 импульсов.

Прибор выполнен в отдельном корпусе, подключается к измерительной панели при помощи гнезда 1 и штекерного провода. На лицевой части его панели выведены 10 неоновых ламп 2 и четыре декастроны 3 - 6.

При поступлении первого импульса в пересчетный прибор загорается неоновая лампа с номером «1», при поступлении второго импульса — лампа с номером «2» и т. д. При прохождении десятого импульса загорается лампа «0» и вспыхивает эмиттер «1» декастроны 3. Итак, при прохождении каждого десятого импульса вспыхивает каждый последующий эмиттер декастроны 3. Каждый сотый импульс зажигает последовательно эмиттеры декастроны 4, каждый тысячный импульс - эмиттеры декастроны 5 и каждый десятитысячный - эмиттеры декастроны 6. Общее число поступивших импульсов определяется как сумма показаний эмиттеров декастронов 6 (десятков тысяч), 5 (тысяч), 4 (сотен), 3 (десятков) и неоновых ламп (единиц).

Выключение пересчетного прибора производится кнопкой 7, сброс показаний - кнопкой 8, запуск прибора - кнопкой 10, остановка счета - кнопкой 11. При нажатии на кнопку 9 к пересчетному прибору подключается генератор, дающий импульсы с частотой 50 Гц. Этим самым проверяется работа прибора.

Тумблером 12 прибор подключается для счета импульсов положительной или отрицательной полярности.

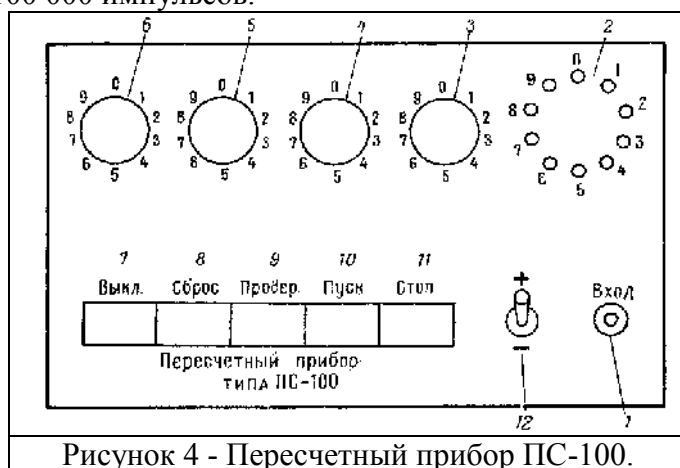


Рисунок 4 - Пересчетный прибор ПС-100.

## Подготовка прибора к работе

Технической инструкцией по эксплуатации аппаратуры рекомендуется такая последовательность операций по подготовке прибора к работе:

1. Установить панель управления в соответствующий отсек аппаратного стенда станции.
2. Заземлить корпус прибора.
3. Соединить панель соответствующими кабелями с блоком питания, пересчётным прибором и регистратором каротажной станции.
4. Подсоединить скважинный прибор к кабелю подъёмника.
5. Коллекторные концы подъёмника соединить с гнездами «ЦЖК» и «ОК» на панели управления. Обратное включение жил кабеля недопустимо.
6. Переключатель «РОД РАБОТЫ» установить в положение «С» или «Г», в зависимости от типа детекторов скважинного прибора.
7. Ручки «ВЫХОД» установить в крайнее левое положение.
8. Подключить осциллограф к гнездам «ОСЦИЛЛОГРАФ».
9. Переключатель «КОНТРОЛЬ» установить в положение «ЦКЖ».
10. Включить тумблер блока питания «СЕТЬ».
11. Выключатель питания на панели управления перевести в положение «НАКАЛ», а затем «АНОД».
12. Ручкой регулировки тока «ТОЧНО» на блоке питания установить ток скважинного прибора, равный 250 - 260 мА, контролируя по контрольному прибору блока питания.
13. После установки режимов питания прибора на экране осциллографа должны появиться импульсы отрицательной и положительной полярности.
14. Переключатель «КОНТРОЛЬ» перевести в положение «1ДИСКР». Потенциометром, расположенным на шасси панели управления установить амплитуду входного сигнала, превышающую уровень дискриминации приблизительно вдвое. На экране осциллографа (на ждущей развёртке) уровень дискриминации изображается более яркой точкой или изломом на линии переднего и заднего фронтов импульса. После настройки яркая точка должна находиться на уровне  $\frac{1}{2}$  от вершины импульса.
15. Перевести переключатель «КОНТРОЛЬ» в положение «2ДИСКР». В этом положении импульс должен быть таким же, как и в положении «1ДИСКР» (амплитуда порядка 30 - 35 В, длительность 25-30 мкс, порог срабатывания дискриминатора – яркая точка – на уровне  $\frac{1}{2}$  от вершины импульса).
16. Перевести последовательно переключатель «КОНТРОЛЬ» в положение «1НОРМ» и «2НОРМ». При этом на экране должен появляться импульс длительностью 60 мкс и амплитудой 80 - 100 В.
17. С помощью калибратора, регуляторов выходного напряжения и переключателей масштабов записи выбрать масштабы записей каждого из каналов.
18. Установить необходимые постоянные времени переключателями постоянных времени каждого из каналов.

## Эталонировка аппаратуры

Методика и техника эталонировки прибора и обработка её результатов отличаются от работы с другими приборами радиоактивного каротажа, применяемых в настоящее время.

1. По пересчётному прибору проверяются частоты калибратора. Частоты калибратора должны соответствовать частотам, указанным на лицевой панели с точностью 10%.

2. С помощью калибратора проверяется выходной ток интеграторов. Переключатель рода работ устанавливается в положение «3000». Ручки «ВЫХОД» в крайнем правом положении. Выходной ток интеграторов на первом масштабе должен быть  $20 \text{ мкА} \pm 30\%$ . Переведя переключатель рода работ в положение «6000», проверяется второй масштаб и т.д.

3. Установив переключатель рода работ в положение «С» или «Г» (в зависимости от счётчика, включенного в первом канале скважинного прибора), проверяют с помощью осциллографа работоспособность каналов.

4. Изменяя ток питания скважинного прибора на  $\pm 5 - 10\%$ , контролируем ток интеграторов. Ток интеграторов не должен изменяться более, чем на  $1\%$ .

5. С помощью эталона  $\gamma$ -излучения проверяется эффективность счётчиков каналов ГК, ГГК, НГК.

6. Методом двух источников определяется нелинейность тока интеграторов.

Необходимо иметь ввиду следующие особенности аппаратуры ДРСТ:

1. Измерение должно проводиться на диапазоне, соответствующем скорости счёта в канале, если скорость счёта превысит более чем в 2 раза номинальную скорость для данного диапазона, загроуление масштаба следует производить переключением диапазона на панели ДРСТ. Использование в этом случае переключателя чувствительности регистратора приведёт к работе на нелинейном участке характеристики аппаратуры.

2. Не следует подключать питание к скважинному прибору при открытом ФЭУ. Воздействие дневного света приводит к его порче.

### **Техника безопасности при работе с аппаратурой**

1. При работе с источниками запрещается прикасаться к ним руками. Запрещается также брать руками прибор в месте расположения источника. На зондовом устройстве должен быть нанесён знак радиационной безопасности.

2. При насадке источников в зондовые устройства следует использовать манипулятор для захвата держателя источника и ручные дистанционные инструменты, обеспечивающие удаление кистей рук не менее, чем на 200 - 250 мм для  $\gamma$ -источников и 400 - 500 мм для нейтронных источников.

3. Для работы с  $\gamma$ -источником используют переносной контейнер типа КП с толщиной защитного слоя свинца 21 мм и транспортировочный контейнер типа КТ-4.5 с толщиной защитного слоя свинца 45 мм. Такая защита обеспечивает безопасность при перевозке и работе на скважине с источниками Co-60, активностью до 10 мг-экв Ra и Cz-137 – активностью до 50 мг-экв Ra.

Доза облучения на расстоянии 1 м от контейнера за рабочий день 6 ч не превышает 3.4 мбэр, т.е. в 2.5 раза меньше предельно допустимой суточной нормы.

4. На время использования  $\gamma$ -источники должны быть заложены на базе с помощью дистанционного инструмента в свинцовые экраны зондовых устройств. Размещение источников в свинцовых экранах зондовых устройств обеспечивает полную безопасность проведения всех операций, т.к. расчёт для незранированного источника даёт суммарную дозу, не превышающую 0.2 допустимой.

5. Контейнер каротажный для промыслово-геофизических работ с нейтронными источниками КНК включает:

а) транспортировочный контейнер (960-кратное ослабление быстрых нейтронов от полониево-берилиевого источника). Доза облучения на расстоянии 1 м от контейнера не превышает за рабочий день (6 ч) 1.3 мбэр, т.е. более, чем в 13 раз меньше предельно допустимой.

б) контейнер переносного типа, обеспечивающий 4-кратное ослабление при концентричном положении камеры с нейтронным источником и 12-кратное при эксцентричном.



6. Для повышения безопасности работ с нейтронными источниками, последний рекомендуется закладывать в камеру прибора на всё время его использования. Закладка источника в камеру должна проводиться с помощью манипулятора. Операция осуществляется в следующем порядке:

- а) из камеры вывинчивается держатель источника;
- б) камера устанавливается в переносном контейнере;
- в) один из рабочих захватывает держатель источника манипулятором. Другой вынимает источник из хранилища с помощью дистанционного устройства и устанавливает его в держатель;
- г) держатель с источником ввинчивается в хвостовик с помощью манипулятора.

Операция зарядки и разрядки камеры источником не должна превышать 2 минут. Камера, заряженная источником, хранится и перевозится в контейнере.

7. Переносной контейнер с камерой, заряженной источником, перевозится в транспортировочных контейнерах с опломбированными крышками. Доставка переносного контейнера с источником к устью скважины и обратно должна осуществляться 2 рабочими с помощью специального щита, обеспечивающего удаление контейнера от несущих людей на расстояние 1-1.5 м. При этом камера с источником должна находиться в середине контейнера в вертикальном положении. Время, затрачиваемое на переноску контейнера не должно превышать 1 ч в смену.

8. На буровой переносной контейнер с источником извлекается и устанавливается рядом с устьем скважины. Прибор поднимается лебёдкой на высоту 0.5 - 0.7 м над устьем скважины. Затем контейнер устанавливают на устье скважины и вращением внутреннего подвижного цилиндра камеру с источником перемещают из центрального положения в эксцентричное. Убедившись в том, что камера соединена с корпусом прибора, отводят защёлку контейнера. После спуска прибора кабель освобождают через прорезь в контейнере и последний убирают от устья скважины.

9. При извлечении прибора из устья скважины контейнер устанавливают в прежнее положение на устье. Затем с помощью пружинной защёлки закрепляют камеру в контейнере и отсоединяют корпус прибора от камеры.

Время на проведение операции на присоединение и отсоединение кабеля и корпуса прибора с использованием защитного контейнера не должно превышать 2 мин.

10. Суммарная доза облучения при работе на скважине с использованием переносных контейнеров не превышает 0.2 допустимой суточной дозы. Для дозиметрического контроля рекомендуется использовать универсальные радиометры и индивидуальные  $\gamma$ -дозиметры.

11. Хранение источников нейтронного и  $\gamma$ -излучения в стационарных условиях должно производиться в отдельных, специально оборудованных в соответствии с «Санитарными правилами работы с закрытыми источниками излучения при радиометрических исследованиях разрезов буровых скважин», помещениях.

12. В полевых условиях при сезонных работах допускается хранение источников в транспортировочных контейнерах в автомашине, автоприцепе, закрываемых на замок.

13. Для градуировки  $\gamma$ -канала используются образцовые  $\gamma$ -источники Со-60.

### Задание

Изучить устройство, принцип действия и работу скважинного радиометра типа ДРСТ.

### Литература

1. Кунщиков Б.К., Кунщикова М.К. Общий курс геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1972. - 288 с.