


Унгер П.
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ИНСТРУКЦИЯ
по гамма-каротажу скважин
при массовых поисках
урана

Утверждена
Министерством Геологии СССР
12 марта 1981 г.

Ленинград
1982



Составители:
А. КУШТЫСЕВ, Э. Д. КАРПОВ, М. М. МАКСИМО
В. И. СОКОЛОВ, Б. П. БУЛЫГИН, И. В. ШКРАБО

Ответственный редактор *В. В. ДУНАЕВ*


ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время гамма-каротаж является обязательным методом при комплексном изучении скважин, бурящихся на нефть, газ, воду, твердые полезные ископаемые и для геологического картирования. При этом одновременно решаются задачи массовых поисков радиоактивных руд.

Роль гамма-каротажа при поисках и разведке месторождений урана с каждым годом возрастает и в настоящее время данный вид работ становится одним из ведущих и наиболее эффективных методов в системе массовых поисков, в особенности в районах, закрытых рыхлыми отложениями.

Переход на работу с аппаратурой, оснащенной сцинтилляционными детекторами, открыл широкие возможности для более достоверной оценки слабых радиоактивных аномалий и проведения на этой основе поисков радиоактивного сырья по погребенным ореолам рассеяния.

Гамма-каротаж широко применяется также для детального литологического расчленения пород и корреляции разрезов.



Разнообразные задачи, стоящие перед геологической службой, обуславливают применение разнотипной аппаратуры радиоактивного каротажа как многоцелевого назначения, так и специального профиля. Так, при проведении гамма-каротажа скважин наряду с каротажной аппаратурой, предназначенной для поисков урановых руд (типа ПКС-1000, ПРКС-2, СРП-68-02, 03), применяются каротажные приборы общего назначения (РСК-М, РСК-У, ДРСТ-1, ДРСТ-2, ДРСТ-3, РСК-3, ДРСА, БКР-2, БКР-3, ГНК-2а, РУР-1, РУР-2, КУРА-2 и др.), основные технические данные которых приведены в приложении 1.

Кроме того, в нефтяной геологии для обслуживания глубоких скважин с высоким температурным режимом продолжают эксплуатировать каротажную аппаратуру с газоразрядными детекторами (НГГК-62, СП-62, Р-3 и др.).

Многие из вышеуказанных типов каротажных радиометров (РСК-М, РСК-У, ДРСТ-1, ДРСТ-2, РСК-3, СРП-2к и др.) были разработаны и сконструированы 10—20 и более лет назад и поэтому они по своим параметрам не всегда отвечают современным метрологическим требованиям.

Разнообразие типов и конструкций аппаратуры радиоактивного каротажа ставит перед геологами и геофизиками, занятыми массовыми поисками, определенные трудности при использовании их, а также при обобщении, сопоставлении и увязке результатов приборов и в разное время.

Учитывая, что геологические и буровые организации в ближайшее время не сразу будут оснащаться новыми каротажными приборами (КУРА-2, РУР-2, БКР-3 и др.), в настоящей инструкции рассмотрены все существующие типы аппаратуры радиоактивного каротажа, имеющие на сегодняшний день еще довольно широкое распространение в системе массовых поисков. Исключены из рассмотрения лишь только такие приборы как РК-60л, РК-140, ГНК-2а, РГП-2, ГГП, имеющие ограниченное применение, а также РРКА, РРША (рентгено-радиометрические каротажные анализаторы специального назначения), не пригодные для гамма-каротажа при массовых поисках без существенных изменений в блоке детектирования.

В данной инструкции изложены основные требования и указания по подготовке аппаратуры к работе и проведению измерений на буровой, рассмотрены способы количественной интерпретации аномалий, позволяющие определять мощность рудных тел и содержание радиоактивных элементов в эквиваленте урана.

Соблюдение требований инструкции позволит улучшить качество материалов гамма-каротажа, полученных с помощью рассматриваемой аппаратуры и, тем самым, повысить эффективность массовых поисков.

Вся находящаяся в эксплуатации гамма-каротажная аппаратура и используемые при ее настройке контрольно-измерительные приборы и регистрирующие устройства, а также радиоактивные источники гамма-излучения должны пройти государственную или ведомственную метрологическую аттестацию (поверку) в сроки, определенные ГОСТами или ТУ на указанные изделия.

Порядок проведения метрологических поверок и используемые при этом аппаратура и оборудование оговариваются соответствующими документами.

В результате этих поверок удостоверяется соответствие параметров каждого конкретного прибора (чувствительность, пределы измерений, температурные и другие режимные допуски, основная и дополнительная погрешности и др.) номинальным паспортным значениям.

Периодическое проведение государственных или ведомственных поверок не освобождает геологическую и каротажную службы от необходимости выполнения того или иного комплекса настроечных операций и градуирования аппаратуры в полевых и лабораторных условиях, согласно требованиям, изложенным в данной инструкции.

В настоящее время используемые в геологии и геофизическом приборостроении на протяжении десятка лет привычная термино-

логия и наименование единиц заменяются на новые, принятые в международной системе единиц (СИ). В связи с этим в тексте инструкции везде даны двойные названия: пА/кг (мкР/ч), фДж (эВ) и т. д.

Наряду с полными названиями величин использованы сокращения. Так, «мощность экспозиционной дозы фотонного (гамма) излучения» названа «мощность дозы излучения»; «скорость счета импульсов, выраженная в единицах мощности экспозиционной дозы гамма-излучения по радиевому источнику» — «скорость счета импульсов» или просто «скорость счета»; «естественный фон ионизирующего излучения» — «естественный фон»; «фон ионизирующего излучения» — «фон»; «блок детектирования ионизирующего излучения» — «блок детектирования».

При составлении инструкции использован материал «Методической инструкции по использованию аппаратуры ДРСТ-2, РСК-М, РК-60л и РК-140 при массовых поисках», вып. 1967 г., с учетом собственных исследований и обобщения материалов, полученных производственными организациями.

Проект инструкции был рассмотрен в геологических организациях, контролирующих и проводящих массовые поиски в различных районах Советского Союза, а также отдельными специалистами по радиоактивному каротажу. Авторами учтены замечания, сделанные Аулем Ю. Ф., Бондыревым В. М., Заленским Л. В., Ильиным Г. Г., Ильченко В. А., Кадыровым М. К., Кирпичниковым П. С., Комским М. М., Кирпищиковым С. П., Лерманом Г. И., Марковичем В. А., Михайловым А. П., Немцовым С. Н., Овчинниковым А. К., Пельмской Н. С., Поляковым С. Н., Поповым В. Д., Поповым Ю. П., Пучковым В. Д., Рудиным А. Г., Сингуровым О. Ф., Субботиным Л. С., Юфой Б. Я. и др.

Составители весьма признательны сотрудникам производственных геологических организаций Украинской ССР т.т. Лерману Г. И., Рудину А. Г., Кирпичникову П. С. и Писковцу Г. Е. за большую помощь в организации и проведении опытно-методических работ с новыми типами аппаратуры радиоактивного каротажа.

С выходом в свет настоящей инструкции отменяются все действующие инструктивные указания и директивные ведомственные документы по гамма-каротажу скважин при массовых поисках.

1. ПОДГОТОВКА АППАРАТУРЫ И ОБОРУДОВАНИЯ К РАБОТЕ

1.1. В данном разделе изложены методические указания по подготовке аппаратуры, оборудования и кабеля для гамма-каротажа скважин с целью выявления уранового оруденения, вскрытого скважинами, и определения его параметров.

1.2. Большая часть приборов радиоактивного каротажа (приложение 1) предназначена для решения геологических задач, в основном, в комплексе с ядерно-физическими, электрическими и другими методами и рассчитана, как правило, для работы с автоматическими каротажными станциями СК-1, СК-1р, СК-2, АЭКС-1500, АКС/Л-7, АКС-П-65, СКВ-69 и др. Некоторые каротажные радиометры, нашедшие применение, главным образом, в организациях Министерства геологии СССР (ПКС-1000, ПРКС-2, АГАТ и др.), могут работать как с автоматическими каротажными станциями, так и в переносном разборном варианте.

В последнем случае запись гамма-каротажной кривой производится малогабаритным регистратором типа Н-361 (Н-381), а для спуска и подъема скважинных приборов используются переносные лебедки различных марок.

Способ подключения потенциометра ПАСК-8 к каротажным приборам ПКС-1000 и ПРКС-2 приводится в приложении 2.

Аппаратура

1.3. Перед введением в эксплуатацию гамма-каротажной аппаратуры необходимо тщательно проверить работоспособность всех ее узлов и блоков.

1.3.1. Подготовка приборов к работе (порядок подключения блоков, установка режимов питания и пр.) выполняется согласно техническим описаниям и инструкциям по их эксплуатации.

1.3.2. Все параметры аппаратуры (комплектующих изделий) должны отвечать техническим условиям (ТУ) завода-изготовителя, указанным в паспорте прибора.

1.3.3. Перед вводом каротажных радиометров в эксплуатацию обязательно надо определять один из важных параметров аппаратуры — величину постоянной времени интегратора. Методика проверки истинных значений постоянной времени интегратора (τ) изложена в приложении 10.

1.4. Для регистрации гамма-излучения в скважине, в основном, используются сцинтилляционные детекторы на основе монокристаллов йодистого натрия, активированных таллием. Интегральная чувствительность радиометра зависит от объема монокристалла NaJ(Tl), спектра регистрируемого гамма-излучения, энергетического порога регистрации и степени ослабления гамма-излучения в защитном корпусе скважинного прибора (СП). Осредненные значения интегральной чувствительности для различных по объему монокристаллов, используемых в рассматриваемых типах аппаратуры радиоактивного каротажа, к гамма-излучению точечного радиового источника при пороге регистрации не выше 4,8 фДж (30 кэВ) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Размер инокристалла, мм	r, ф	Интегральная чувствительность	
		имп/с 1пА/кг	(имп/мин мкР/ч)
8 × 160	100	230	(1000)
40 × 80	79	200	(870)
40 × 63	63	160	(700)
40 × 50	50	130	(550)
30 × 70	28	75	(320)
30 × 40	19,6	50	(220)
25 × 40	18	45	(200)
24 × 40	17,7	45	(200)
30 × 25	14,7	40	(160)
25 × 30	10,2	25	(110)
18 × 40	7,6	18	(80)
18 × 30	7	18	(80)
30 × 10	3,14	8	(35)
10 × 40	0,8	2	(9)
10 × 10			

1.4.1. Монокристаллы, используемые в блоках детектирования, должны быть прозрачными, прочно закрепленными в контейнере и не иметь трещин, отслоений от стекла контейнера, желтизны и других дефектов. При работах в условиях низких температур охлаждающего воздуха (ниже -50°C) рекомендуется применять морозостойкие монокристаллы (ТУ-СП-47—71, ТУ-51—69). При каротаже глубоких скважин с высокими температурными характеристиками применяются термостойкие детекторы излучений (ТУ-6П-63—70).

1.4.2. Для работы пригодны практически все фотоумножители, предназначенные для того или иного прибора, не имеющие обрывов или замыканий электродов, а также разгерметизации, о чем свидетельствует испарение фотокатода.

1.4.3. Сочленение монокристалла и фотоумножителя производится с помощью вазелинового масла типа КВЭ (ГОСТ 3164—52) или силиконовой смазки. Для этого 2—3 капли применяемой

смазки (масла) наносят на монокристалл или фотоумножитель и соединяют таким образом, чтобы жидкость вытеснила воздух между ними.

1.4.4. Блок детектирования является светочувствительным элементом, поэтому во избежание выхода его из строя при снятом охранном кожухе должны быть приняты меры для его светозащиты или отключено питание.

1.4.5. Для расширения диапазона измеряемых скоростей счета в блоке детектирования может быть установлен монокристалл меньших размеров. Крепление его производится с помощью легких материалов (органического стекла, полистирола и т. д.).

1.5. На светозащитный и охранный кожух скважинного прибора должны быть нанесены риски, соответствующие положению фотокатода ФЭУ.

Оборудование и кабель

1.6. Подготовку оборудования к проведению каротажа проводят в соответствии с требованиями «Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах» [6].

1.7. Перед выездом на скважину необходимо:

1.7.1. Проверить крепление лебедки на шасси автомобиля, исправность подъемных устройств, ручного тормоза, кабелеукладчика.

1.7.2. Вычистить лебедку и блок-баланс и смазать их движущиеся части. Профиль канавки ролика блок-баланса должен соответствовать диаметру кабеля (радиус канавки должен быть на 5% больше радиуса кабеля).

1.7.3. Проверить крепление коллектора на валу лебедки, сопротивление изоляции его от токопроводящих частей, надежность контакта щеток с кольцами коллектора. Сопротивление изоляции токопроводящих деталей коллектора от корпуса и друг от друга должно быть не менее 10 МОм. Результаты проверки заносят в аппаратный журнал (приложение 3).

1.8. При вращении барабана лебедки от двигателя автомобиля или от электропривода должна быть обеспечена скорость спуска и подъема кабеля от 50 до 4000 м/ч.

1.9. Каротажный кабель выбирают, исходя из наибольшей глубины исследуемых скважин, в соответствии с приложением 4.

При исследовании глубоких скважин, особенно при большом удельном весе бурового раствора, рекомендуется пользоваться бронированными кабелями. Длина кабеля должна быть такой, чтобы при спуске СП на забой самой глубокой из исследуемых скважин на барабане лебедки оставалось не менее половины последнего ряда витков кабеля.

1.9.1. Кабель наматывают на лебедку под натяжением аккуратно, виток к витку.

Следует оберегать кабель от ударов, резких изгибов и образования узлов и петель, своевременно производить ремонт изоляции.

Для равномерного износа кабеля необходимо 1—2 раза в год менять местами его концы.

1.9.2. Сопротивление изоляции кабеля, измеряемое мегомметром (при отсоединенном скважинном приборе), должно быть не менее 2 МОм между жилой и наружной защитной оболочкой, а также между разными жилами кабеля.

1.9.3. При меньшем сопротивлении изоляции кабеля обнаружение мест нарушения изоляции, ремонт и, в случае необходимости, сращивание кабеля производят способами, изложенными в «Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах» [6] и «Инструкции по эксплуатации и ремонту бронированных каротажных кабелей» (1968 г.).

1.10. Для проведения каротажа кабель должен быть размечен на стационарной разметочной установке или на обсаженной скважине (скважине с устойчивыми стенками) в присутствии представителей геологической и буровой служб. Предварительно, если кабель новый, его тренируют (растягивают), совершив 5—6 спуско-подъемов с дополнительным грузом.

Разметка кабеля на скважине производится в следующей последовательности.

1.10.1. Автомашину (лебедку) устанавливают в 25—50 м от устья скважины, скважинный прибор опускают сначала до забоя, а затем поднимают на 5—10 м.

1.10.2. Вблизи лебедки на кабель наносят метку, от которой начинают установку меток при подъеме кабеля.

1.10.3. Установку меток производят через 10—50 м, при точечном каротаже — через 1 м. При разметке длину кабеля измеряют 20-ти метровой стальной мерной лентой (рулеткой) с погрешностью не более 1 см на 20 м (0,05%).

1.10.4. Последняя нанесенная метка, ближайшая к скважинному прибору, считается первой меткой и счет всех меток ведут от нее. Расстояние от первой метки до центра детектора измеряют и записывают в аппаратный журнал (цена 1-й метки).

1.10.5. Метки на шланговом кабеле или кабеле в оплетке наносят, наматывая на кабель слой шпагата и сверху несколько слоев изоляционной ленты. На бронированном кабеле метку делают из нескольких слоев изоляционной ленты.

Длина метки 2—5 см, диаметр на 3—5 мм больше диаметра кабеля. Одну из меток на расстоянии 30—50 м от скважинного прибора делают отличной от других и используют как сигнальную, по которой судят о приближении скважинного прибора к устью скважины.

Магнитные метки наносятся при помощи намагничивающего устройства, входящего в комплект каротажной станции.

1.10.6. Результаты разметки кабеля оформляются актом по форме, приведенной в приложении 5.

1.11. Проверку меток проводят 1 раз в 3 месяца, а при использовании нового кабеля — после каротажа первых пяти скважин.

Если при проверке меток установлено большое (более 2 см на 20 м) их смещение (например, после чрезмерного натяжения кабеля при прихвате), разметку кабеля необходимо произвести заново.

Новая разметка производится также после замены и ремонта кабеля.

1.12. Для того, чтобы расстояние между метками на диаграммной ленте (в соответствующем масштабе) равнялось расстоянию между метками на кабеле и привязка глубин осуществлялась с требуемой точностью (0,1%), профиль канавки ролика блок-баланса (мерного ролика) должен соответствовать диаметру кабеля. Поэтому при необходимости следует проводить регулировку диаметра мерного ролика корректором либо путем наложения латунной прокладки на желоб ролика.

Настройка аппаратуры

В условиях естественного залегания горных пород (руд) дискретный (линейный) энергетический спектр ионизирующего излучения нуклидов урано-радиевого и ториевого рядов, в результате взаимодействия гамма-излучения с веществом вмещающих пород, преобразуется в непрерывный и обогащается фотонами низких энергий. При этом эффективность регистрации гамма-излучения сцинтилляционной аппаратурой может приближаться к 100%. Однако, на эффективность регистрации гамма-излучения и стабильность работы приборов наряду с другими факторами большое влияние оказывает также величина энергетического порога.

Под энергетическим порогом подразумевается то минимальное значение энергии фотонов, при котором последние регистрируются прибором за пределами собственных шумов блока детектирования.

1.13. Установка энергетического порога должна быть проведена так, чтобы обеспечить высокую чувствительность аппаратуры к регистрации естественного гамма-излучения, добиться наибольшей стабильности работы и идентичности конечных результатов, получаемых при помощи различных приборов.

1.14. Настройка производится с полным комплектом аппаратуры и эксплуатируемым кабелем. Каротажные радиометры, у которых дискриминатор расположен в скважинном приборе, разрешается настраивать без кабеля. Однако, проверку и устранение влияния других каналов на канал ГК (приложение 9) необходимо проводить с кабелем той марки и длины, с которым будет выполняться гамма-каротаж скважин.

1.15. Периодичность настройки устанавливается один раз в 6 месяцев. Обязательной внеочередной настройке энергетического порога подлежат приборы после смены монокристалла, ФЭУ и ремонта электронной схемы.

1.16. Во избежание многократного повторения при описании вопросов подготовки и настройки все рассматриваемые приборы радиоактивного каротажа сгруппированы (4 группы) в зависимости от конструктивных особенностей их пороговых устройств и других различий в электронных схемах.

1.16.1. Аппаратура типа ДРСТ-3, ДРСА, ПРКС-2, ПКС-1000, КУРА-2, РУР-2, БКР-3 (установка энергетического порога с применением моноэнергетического источника ионизирующего излучения — таллий-204, путем снятия интегрального спектра с помощью ступенчатого делителя амплитуд сигнала).

1.16.2. Каротажные радиометры, не имеющие ступенчатых делителей амплитуды импульсов: РСК-М, РСК-У, ДРСТ-1, ДРСТ-1с, ДРСТ-2, РУР-1, БКР-2*, СРП-2к (настройка по параметрам плато счетной характеристики блоков детектирования).

1.16.3. Приборы СРП-68-02 и СРП-68-03 (установка энергетического порога с помощью источника ионизирующего излучения — таллий-204).

1.16.4. Гамма-каротажная аппаратура на газоразрядных детекторах (счетчиках): НГГК-62, НГГК-66, РКМ-4, СП-62, Р-2, Р-3.

1.17. Настройка приборов с составными блоками детектирования (ДРСА, ДРСТ-3, БКР-2, БКР-3 и др.) должна производиться с каждым из них отдельно. Для этого последовательно отключают от входа гамма-канала радиометра сигнальные провода блоков детектирования, при этом режим работы ФЭУ практически не изменяется. Однако, в скважинных приборах типа ДРСТ-3, из-за схемных особенностей входных цепей аппаратуры, следует отключать поочередно напряжение питания фотоумножителей. После подключения питания к ФЭУ следует выждать 15—20 мин (время, необходимое на установку его режима).

1.18. Перед настройкой приборов первой и второй групп следует предварительно проверить правильность установки электрического порога дискриминации, а также определить истинные значения коэффициентов деления амплитуд сигналов пороговым устройством (ДРСА, ДРСТ-3, ПРКС-2, КУРА-2, БКР-3, РУР-2, ПКС-1000). Необходимость выполнения указанного требования связана с тем, что встречаются отдельные экземпляры приборов, имеющие в элементах схемы дискриминатора отклонения от допусков, что приводит к неоправданной отбраковке детекторов, большим затратам рабочего времени на настройку или к неправильной установке энергетического порога.

* Прибор БКР-2 имеет, как и приборы первой группы, ступенчатый делитель амплитуд, однако, последний уменьшает амплитуду сигналов только в 4,5—5 раз (надо не менее 8 раз), что не позволяет строить нормальные графики интегрального и дифференциального спектров гамма-излучения от источника таллий-204 и определить энергетическую цену деления шкалы дискриминатора. В связи с этим аппаратура БКР-2 по способу настройки отнесена ко второй группе приборов. Для устранения указанного недостатка необходима замена резисторов делителя и установка более высоких значений коэффициента деления амплитуд сигналов.

1.19. Проверка и установка электрического порога производится следующим образом.

1.19.1. В скважинном приборе из схемы выпаивают сигнальный провод, соединяющий анод ФЭУ со входом усилителя. К последнему через разделительную емкость 0,1—0,5 мкФ подключают выход генератора прямоугольных импульсов типа Г5-15 или Г5-54, установив на нем следующие параметры импульсов: $t_n = 3 \div 5$ мкс; $f_{сл} = 0,5 \div 3$ кГц; полярность «—»; $U_m = 0$. Включают и прогревают генератор и прибор в течение 15—20 мин. Увеличивают амплитуду сигнала генератора до появления начала счета на регистраторе или стрелочном индикаторе. Начальный электрический порог дискриминации определяют, замеряя с помощью осциллографа амплитуду импульсов на входе дискриминатора, и при необходимости, устанавливают требуемую величину его регулировочными резисторами (табл. 2).

1.19.2. Для приборов первой группы выше указанную операцию необходимо проделать в каждом из положений ступенчатого делителя амплитуд и затем вычислить истинные значения коэффициентов деления ($n_{ист}$). Уровень дискриминации в последнем положении делителя амплитуд должен быть не менее, чем в 8 раз выше, по сравнению с первым положением.

Настройка приборов ДРСТ-3, ДРСА, ПРК 2, ИКС-1000, КУРА-2, РУР-2, БКР-3

1.20. Энергетический порог регистрации каротажных приборов первой группы, эксплуатируемых в нормальных условиях, должен быть $3,2 \pm 0,8$ фДж (20 ± 5 кэВ). В аппаратуре ДРСТ-3, используемой в скважинах с повышенным температурным режимом (более 70° С), рекомендуется устанавливать энергетический порог порядка 4,8—5,6 фДж (30—35 кэВ).

1.21. Установка энергетического порога производится в следующей последовательности.

1.21.1. Из корпуса скважинного прибора извлекают внутренний каркас с радиосхемой, свинцовый экран при наличии снимают и заменяют его светозащитным алюминиевым кожухом или чехлом из плотной темной материи (бумаги). Подключают электростатический вольтметр параллельно делителю ФЭУ настраиваемого блока детектирования. Затем включают прибор и после 15—20-минутного прогрева устанавливают необходимый режим питания измерительной панели и скважинного прибора*.

1.21.2. Подают напряжение на ФЭУ, соответствующее интегральной анодной чувствительности 10 А/лм (по паспортным данным ФЭУ).

* В скважинных приборах ДРСА первых выпусков установлен гасящий резистор R_{54} (ПЭВ-20, 2,2 кОм), который не обеспечивает необходимый режим питания и стабильность работы всей схемы. Указанный резистор следует заменить на более мощный (ПЭВ-30, 2,2 кОм), установив его в наземном блоке аппаратуры.

Тип прибора	Величина электрического порога дискриминатора, мВ	Регулировочные элементы схемы для установки электрического порога дискриминатора	Регулировочные элементы схемы для установки напряжения питания делителя	Величина тока протекающего через высоковольтный стабилизатор, мА	Регулировочный элемент схемы для установки высокого напряжения
ИКС-1000 („Зонд-1“)	≤ 50	R	R_1, R_2	40—60	R_3
ПРК-2 („Виток-2“)	10—12	—	R_{27}, R_{28}, R_{30}	40—60	R_{13}, R_{14}, R
ДРСТ-3	200—250	R		40—60	R_{17}, R_{18}, R
ДРСТ-2	150—200	R		40—60	R_{35}, R_{37}
ДРСТ-1	150—200	R		40—60	R_{30}, R
ДРСТ-1с	1(40—70	R_{34}
ДРСА	2(40—60	R_{33}
РСК-М (РСК-У)	3(40—60	R_1
РУР-2	5(20—40	R_6
РУР-1				40—60	4- R_4
БКР-2	60—70			40—60	R_{12}
БКР-3	200—400			22—25	R
СРП-68-02, 03				—	
СРП-2к				20—40	
КУРА-2	30—50			20—40	

Примечание
указанных.

ируются

Величина тока, протекающего через стабилизатор, должна соответствовать значению, указанному в табл. 2. В приборе ДРСТ-3 ток через стабилизатор, питающий второй из составных блоков деления, необходимо установить не более 90 мкА.

1.21.3. Источник неизменяющегося излучения — тапмий-204 (марки ИРИТ-1, ТВ-И-146—71) располагают напротив делителя на таком расстоянии, при котором скорость счета при первом делении переключающего (перемычки), соответствующего деления сигнала $i:1$, составит 500—3000 имп/с, а отклонение стрелки (пера) перистратора — 0,7—0,9 шкалы (ширина ленты) на соответствующем поддиапазоне, и последовательно в течение 2—3 мин записывают на диаграммной ленте показания прибора при каждом положении делителя делителя дискриминатора. При эксплуатации прибор без перистратора (ПРКС-2) записываются показания стрелочного индикатора на соответствующем поддиапазоне.

1.21.4. По средним значениям на той же самой диаграммной ленте или в отдельном альбоме настройки аппарата на миллиметровой бумаге строят график зависимости показаний прибора от положения переключающего (перемычки) делителя (II), на котором по оси абсцисс откладываются каждое положение переключателя с учетом фактических (истинных) значений коэффициентов деления амплитуды сигнала ($n_{ист}$), а по оси ординат — соответствующие им показания перистратора устройства (рис. 1, кривая 1).

1.21.5. По графику находят среднюю его линейную часть (точка перегиба) и ее абсциссу (n_0). Величину n_0 можно определить также по графику дифференциального спектра, который строят по разности показаний между двумя соседними положениями переключающего делителя, отнеся эту разность к среднему значению между двумя соседними положениями переключающего, при этом n_0 будет равно абсциссе максимума этого графика (рис. 1, кривая 2).

1.21.6. Значение уровня дискриминации E_n в фДж (кэВ) для каждого положения делителя (II) определяют по формуле:

$$E_n = \frac{11,4 \cdot n}{171 \cdot n_0} \text{ фДж} \left(\frac{1}{71 \cdot n_0} \text{ кэВ} \right)$$

1) Каждое положение делителя (II) определяют по формуле:

1.21.9. Настройка прибора считается законченной с данным блоком детектирования, если при перистратации фонового излучения показания его не увеличатся при переключении делителя амплитуды из положения П_p в положение П_{p-1}. Например, если прибор настраивается на заданный энергетический порог при положении П_{p2}, проверка показаний фонового излучения производится в положении делителя П₁₁.

У (мм диаграммн. л. ленты)

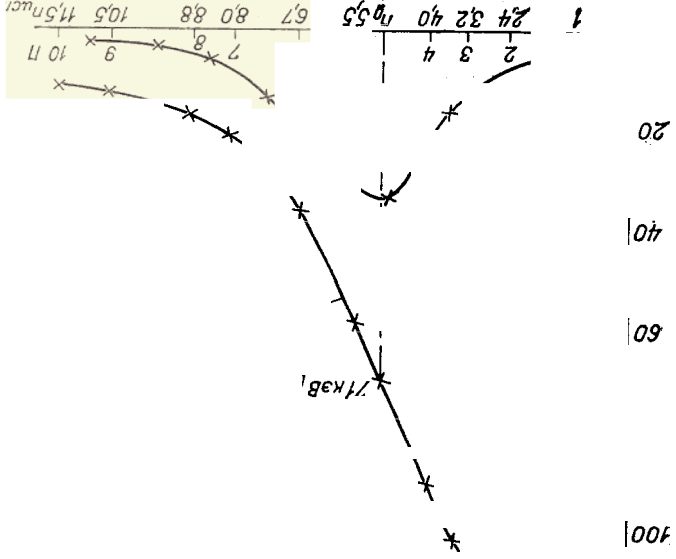


Рис. 1. График интервала (кривая 1) и дифференциального спектра (кривая 2) для определения энергетического порога перистратации прибором.

1.21.10. В том случае, когда энергетический порог $3,2 \pm 0,8$ фДж (20 ± 5 кэВ) соответствует положению переключающего П_{p1}, то проверку необходимо провести при П₁₁, увеличив рабочее напряжение ФЭУ на 50 В.

1.21.11. Если фоновые показания при указанных переключениях увеличиваются (за счет влияния собственных шумов делителя), необходимо заменить блок детектирования (прежде всего ФЭУ) и провести настройку прибора заново.

1.21.12. В каротажных радиометрах с составными блоками детектирования, а также в каналах ЛК_{лит} и ЛК_{кол} прибора ПКС-1000 требуется энергетический порог дискриминации для каждого из них должен быть получен в одном и том же положении переключе-

чателю (перемычки) делителя амплитуд. В противном случае один из блоков детектирования должен быть заменен.

1.22. После проведения всех настроечных операций проверяется и окончательно устанавливается ток стабилитрона (стабилитронов — в приборе ДРСТ-3). При этом контролируется и при необходимости корректируется «рабочее» напряжение блоков детектирования.

1.23. В случае использования для детализации аномалий канала НГК (ГГК), необходимо весь процесс подготовительных и настроечных операций проводить и с блоками детектирования канала НГК (ГГК). При этом свинцовый экран с детекторов снимается.

1.24. Во время производства каротажа или переездов на скважины могут существенно измениться параметры блока детектирования или отказать в работе какой-либо его элемент (ФЭУ или монокристалл). Поэтому необходимо иметь в комплекте аппаратуры заранее подготовленный запасной блок детектирования. Подготовка запасных монокристалла и ФЭУ к работе проводится одновременно с подготовкой основного блока детектирования в соответствии с методикой, изложенной выше.

Настройка приборов

ДРСТ-1, ДРСТ-2, РУР-1, БКР-2, РСК-М, СРП-2к

Второй способ определения начального энергетического порога позволяет лишь качественно оценить его величину не свыше 4,8 фДж (30 кэВ). Для этого определяется зависимость показаний регистрирующего прибора от величины напряжения питания ФЭУ при постоянной мощности гамма-излучения. В том случае, если энергетический порог регистрации достаточно низок (10—50 кэВ), то вариации напряжения питания ФЭУ в довольно широких пределах (800—1100 В) практически мало изменяют скорость счета импульсов. Это свойство, как показано ниже, используется для оценки правильности установки оптимального энергетического порога.

1.25. В качестве излучателя при снятии счетной характеристики используется радий-226 с рассеивателем или радиоактивные источники с энергией до 24 фДж (150 кэВ) — галлий-204 и др. Рассеиватель представляет собой ящик с песком размером (см) 40 × 30 × 40 (рис. 2).

Запрещается снятие счетной характеристики блока детектирования от радиоактивных источников гамма-излучения с энергией свыше 150 кэВ, а также от гамма-источников с неизвестным спектром излучения, так как в случае их применения по параметрам счетной характеристики трудно будет судить об истинном энергетическом пороге регистрации.

1.25.1. Порядок подготовки аппаратуры перед настройкой на энергетический порог аналогичен порядку подготовки приборов первой группы.

1.25.2. Источник гамма-излучения — радий-226 с содержанием около 0,1 мг (Ra-14 или EP-14) располагают с одной внешней стороны ящика, а скважинный прибор без внешнего корпуса и свинцового экрана — с другой. В случае использования источников с «мягким» спектром излучения, их располагают от детектора на таком расстоянии, чтобы можно было обеспечить «загрузку» прибора в пределах 500—3000 имп/с.

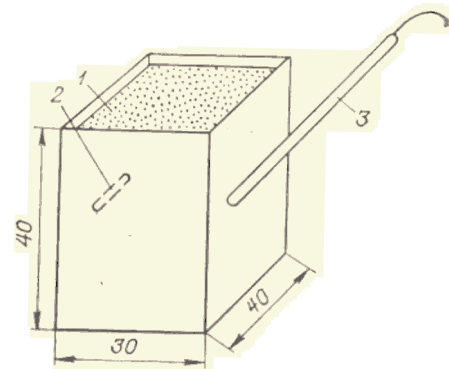


Рис. 2. Схема рассеивателя.
1 — ящик с песком; 2 — радиевый источник;
3 — скважинный прибор.

1.25.3. Для измерения напряжения питания детектора электростатический вольтметр с пределом измерения 1,5 кВ подключают к прибору параллельно делителю ФЭУ. В приборах РСК-М, РСК-У и СРП-2к, а также в первых выпусках аппаратуры ДРСТ-2 гасящий резистор (табл. 2) должен быть заменен выносным магазином сопротивлений (10 резисторов с общим сопротивлением порядка 50 МОм и переменным резистором 5—10 МОм). В приборе СРП-2 ручка потенциометра «усиление» на пульте устанавливается в среднее положение.

1.25.4. После прогрева аппаратуры проверяется и предварительно устанавливается ток стабилитрона. Затем с помощью выносного магазина сопротивлений изменяют напряжение питания детектора через 50 В, начиная от 600 В, до значений, при которых появляются шумы, и последовательно записывают при помощи регистратора показания прибора в течение 1,5—2 мин после каждого изменения напряжения. Вместо регистратора можно применить пересчетное устройство, входящее в комплект некоторых типов аппаратуры радиоактивного каротажа.

Форма журнала снятия счетной характеристики приводится в приложении 7.

1.25.5. По полученным замерам строится график зависимости скорости счета от напряжения на ФЭУ. По оси абсцисс откладывают напряжение питания детектора в вольтах, а по оси ординат — осредненные показания регистратора (рис. 3, кривая 1) в миллиметрах диаграммной ленты или имп/с по пересчетному прибору.

1.26. Пригодность детектора оценивается по параметрам линейной части (отрезка *АВ*) графика зависимости скорости счета от напряжения на ФЭУ.

1.26.1. Протяженность плато счетной характеристики, полученной с помощью радио-песчаной модели, должна быть не менее 200 В, при использовании источника гамма-излучения таллий-204 — не менее 150 В.

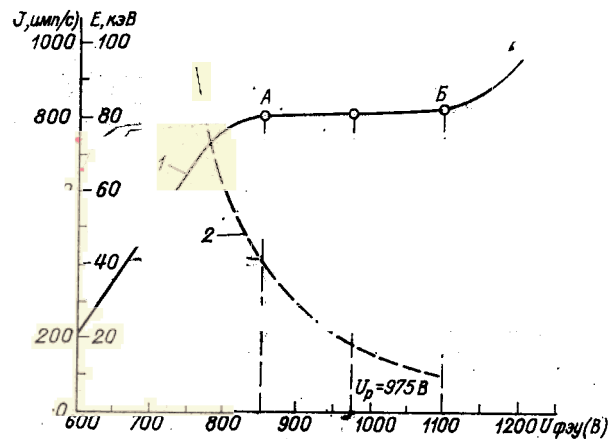


Рис. 3. График зависимости скорости счета (кривая 1) и величины энергетического порога (кривая 2) от напряжения питания ФЭУ (при использовании источника гамма-излучения радий-226 с рассеивателем).

1.26.2. Величина наклона плато счетной характеристики приборов (δ) не должна превышать 5% и определяется по формуле:

$$\delta = \frac{J_B - J_A}{J_A} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где J_A и J_B — показания прибора в начале и конце плато (точках А и В).

1.26.3. Если параметры счетной характеристики прибора отвечают требованиям п.п. 1.26.1 и 1.26.2, то рабочее напряжение на ФЭУ устанавливается равным значению, соответствующему середине плато (в случае использования источника радий-226 с рассеивателем) или участку в пределах от одной трети до середины плато при использовании источника таллий-204.

1.26.4. После выбора рабочего напряжения проверяют и окончательно устанавливают величину тока, протекающего через стабилитрон.

1.27. Выполнение условий п. 1.26 обеспечит, как это видно из сопоставления кривых 1 и 2 (см. рис. 3), порог регистрации гамма-излучения не более 4,8 фДж (30 кэВ) и тем самым необходимую стабильность работы аппаратуры во время ее эксплуатации.

1.28. Величина рабочего напряжения ФЭУ отмечается на графике счетной характеристики прибора и записывается в журнале (приложение 7).

Настройка приборов СРП-68-02, 03

1.29. Установка энергетического порога выполняется без охранный кожух скважинного прибора, со светозащитным кожухом (свинцовый экран снимается) в следующей последовательности.

1.29.1. Подсоединяют к выходу блока высокого напряжения электростатический вольтметр (С-50 или других марок) с пределом измерения 0—1,5 кВ и устанавливают с помощью потенциометра R_{14} напряжение питания ФЭУ, соответствующее интегральной анодной чувствительности 10 А/лм (по паспорту ФЭУ).

1.29.2. Располагают моноэнергетический источник гамма-излучения таллий-204 (ИРИТ-1) напротив монокристалла $NaJ(Tl)$ перпендикулярно его продольной оси на таком расстоянии от детектора, чтобы обеспечить скорость счета в пределах 700—900 имп/с.

1.29.3. Переключатель режима работы устанавливают в положение «5 с». Через 15—20 с по стрелочному индикатору фиксируют в течение 30—40 с отсчеты и записывают осредненный замер N . Не меняя геометрию измерений, нажимают кнопку «Кн₁» в блоке детектирования и вращением шлица потенциометра R_{14} устанавливают такое напряжение питания ФЭУ, при котором скорость счета импульсов N_1 составит 0,7—0,8 N . Указанную операцию следует повторить несколько раз, так как корректировка напряжения питания ФЭУ вызывает изменение первоначальной величины скорости счета.

При этом следует иметь в виду, что при увеличении напряжения величина отношения N_1/N возрастает и наоборот.

Окончательно установленное рабочее напряжение питания ФЭУ должно отличаться не менее, чем на 50 В от напряжения, при котором прибор регистрирует шумы ФЭУ.

1.29.4. Указанная настройка обеспечивает установку энергетического порога регистрации гамма-излучения в пределах $3,2 \pm \pm 0,8$ фДж (20 ± 5 кэВ).

Настройка аппаратуры на газоразрядных детекторах

1.30. В скважинных приборах типа СП-60, СП-62* и других используются, в основном, газовые детекторы (газоразрядные счетчики импульсов) марки СИ-4Г, СИ-23Г и СИ-31Г. Из них

* Скважинные приборы СП-62 входят в комплект аппаратуры НГГК-62 и эксплуатируются с наземным пультом ПРК-62. Однако, в последнее время во многих организациях СП-62 используется для каротажа с универсальной измерительной панелью радиоактивного каротажа (ИПРК-У) марки 1Р4-1П.

комплекуются стандартные блоки детектирования, состоящие из 3—6 счетных трубок (детекторов).

Детализацию аномальных участков в скважине рекомендуется проводить с блоком детектирования, состоящим из одной счетной трубки. В этом случае значительно расширяется диапазон измеряемых величин мощности экспозиционной дозы гамма-излучения.

1.31. При комплектации стандартных и детализационных блоков детектирования необходимо выбрать детекторы (счетчики импульсов), основные параметры которых не выходят за пределы значений, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Тип детектора (счетчика)	Начало счета, В	Ширина плато, В (не менее)	Наклон плато, % (не более)	Фон, имп/мин	Температурный режим работы, °С
СИ-4Г	720—800	200	10	350—380	-40 ÷ +150
СИ-23Г	720—800	200	10	350—380	-40 ÷ +200
СИ-31Г	720—800	200	20	320	+10 ÷ +250

1.31.1. Определение этих параметров производится путем снятия счетной характеристики блока детектирования.

1.31.2. Непосредственно в приборе СП-62 (НГК-62) счетную характеристику снять не представляется возможным. Эту операцию рекомендуется проводить на лабораторных установках (например, установка Б-4, ПС-100 и др.) через интервал напряжения 50 В.

1.31.3. Во избежание пробоя счетной трубки (детектора) увеличение напряжения следует прекратить, когда детектор будет входить в область разряда (увеличение счета на 15—20% по сравнению с показаниями в области плато).

1.31.4. Рабочее напряжение стандартного блока детектирования устанавливается в конце первой трети плато. Параметры отдельных счетных трубок в стандартном блоке детектирования не должны отличаться по напряжению начала счета более, чем на 50 В, а по скорости счета при одинаковой нагрузке более, чем на 5%.

Сравнение отдельных детекторов по скорости счета производится при рабочем напряжении, которое устанавливается для стандартного блока детектирования (общее для всей группы счетных трубок). Общий участок плато всех детекторов, входящих в группу, должен быть не менее 200 В.

1.31.5. Рабочее напряжение стандартного блока детектирования устанавливается путем подбора сопротивления в цепи управляющей сетки блокинг-генератора преобразователя высокого на-

пряжения, а величина его измеряется электростатическим вольтметром со шкалой 1,5 кВ.

1.31.6. Все сведения по снятию характеристик детекторов и укомплектованию стандартных блоков детектирования заносятся в журнал снятия счетной характеристики. По полученным данным строятся графики счетных характеристик детекторов.

На графиках необходимо указывать: дату снятия характеристики, номер и тип детектора, подпись лица, производившего снятие характеристики.

1.32. Настройка дискриминаторов пульта НГК-62 производится с выбранными стандартными блоками детектирования и осуществляется каждый раз после ремонта аппаратуры или замены счетчиков.

1.32.1. Нормально настроенный дискриминатор должен:

- не срабатывать от импульсов помех;
- исключить влияние канала НГК на канал ГК;
- обеспечить линейность для всего диапазона измеряемых величин скорости счета (не хуже 15%) — при работе с измерительной панелью ПРК-62.

1.32.2. Влияние канала НГК на канал ГК обусловлено дифференцирующими свойствами схемы при прохождении сигналов. В результате у положительного импульса НГК появляется отрицательный выброс, который при низком пороге дискриминации канала ГК регистрируется измерительной схемой. Способ определения взаимного влияния каналов аналогичен изложенному в приложении 9 для сцинтилляционной каротажной аппаратуры.

1.32.3. Если эти влияния превышают значения фона более, чем на 10%, то необходимо увеличивать порог дискриминации в канале ГК до тех пор, пока величина искажения показаний канала ГК не уменьшится до допустимых значений.

1.32.4. Регулятор порога дискриминации фиксируется и производится окончательная оценка настройки дискриминаторов по величине нелинейности градуировочного графика. В исправных и настроенных приборах нелинейность канала (при работе с измерительной панелью ПРК-62) не должна превышать 15%.

1.32.5. Следует иметь в виду, что в силу особенностей разряда в газовых детекторах ионизирующих излучений с возрастанием скорости счета происходит уменьшение амплитуды импульса на сопротивлении нагрузки. Поэтому при высоких значениях порога дискриминации с увеличением мощности дозы гамма-излучения наблюдается резкий просчет регистрируемых импульсов.

Градуирование аппаратуры

1.33. Градуирование каротажных радиометров производится для определения зависимости между показаниями прибора (имп/мин, мм диаграммной ленты, дел./шк.) и мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения в пА/кг (мкР/ч). Градуировочные характеристики (графики) позволяют выражать показания различных приборов (с однотипными детекторами), зависящие от

особенностей каждого конкретного прибора, в одинаковых единицах и непосредственно сравнивать их.

1.34. В общем случае градуирование радиометров заключается в измерении мощности экспозиционной дозы излучения гамма-источника при различных расстояниях между источником и детектором.

1.34.1. Градуирование выполняется на поверочной установке УПГД, УПЛ-1 (ГОСТ 8.313—78) с коллимированным источником излучения. Установка размещается в отдельном помещении так, чтобы расстояние до стен и потолка было не менее 1 м. Способ градуирования на УПГД (УПЛ) является основным. Использование УПГД (УПЛ) позволяет значительно снизить дозу облучения, получаемую персоналом при градуировании.

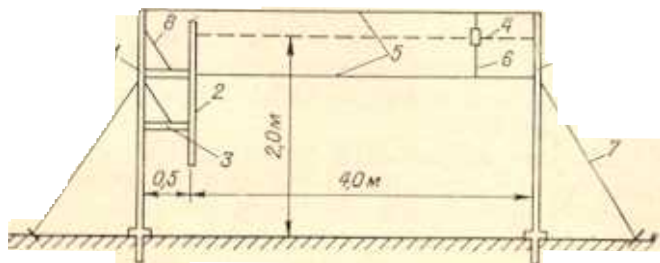


Рис. 4. Разборная градуировочная установка.

1 — стойки (стальной уголок 20×20 мм); 2 — скважинный прибор; 3, 8 — кронштейны; 4 — источник; 5—7 — растяжки (стальной тросик или проволока 2 мм).

1.34.2. В связи с тем, что промышленностью к настоящему времени не освоен серийный выпуск установок типа УПГД (УПЛ), разрешается проводить градуирование с неколлимированным источником гамма-излучения (в диффузном поле) при расположении центров детектора и источника гамма-излучения на высоте не менее 2 м от поверхности земли. Схема установки и ее размеры приведены на рис. 4.

Установка должна располагаться на ровной горизонтальной площадке размером не менее 10×10 м и иметь мерную ленту с ценой деления 1 мм.

1.34.3. В зимнее время (при t ниже 0°C) градуирование производится в утепленном помещении. Градуировочную установку необходимо располагать на расстоянии не ближе 3 м от стен и 2 м от потолка помещения. При ограниченных размерах помещения источник необходимо помещать в свинцовый коллиматор с толщиной стенок не менее 25 мм (длина цилиндрического канала коллиматора 195—210 мм, диаметр канала 30—90 мм, расстояние от центра источника до края коллиматора по выходу пучка гамма-излучения должно быть не менее 150 мм).

1.35. Для градуирования используются образцовые источники гамма-излучения 2-го разряда из радия-226.

Применяемые источники излучения должны иметь индивидуальные паспорта и находиться в заводских контейнерах. Использование источников без паспортов запрещается.

Один раз в 5 лет источники должны проходить аттестацию в организациях государственной метрологической службы или в базовых ведомственных лабораториях по проверке источников.

1.36. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения радиевого источника в общем случае рассчитывается по формуле:

$$J_t = J_{100} \left(\frac{100}{R_t} \right)^2 e^{-\mu(R_t-100)} e^{-0,693 \frac{t}{T_{1/2}}} \quad (3)$$

(см. приложение 23, п. 4.2).

1.36.1. Для условий градуирования (R_t менее 500 см, t не более 5 лет) выражения $e^{-\mu(R_t-100)}$ и $e^{-0,693t/T_{1/2}}$ можно принять равными 1 и расчет мощности экспозиционной дозы проводят по упрощенной формуле:

$$J_t = J_{100} \left(\frac{100}{R_t} \right)^2 \quad (4)$$

при градуировании на установке УПЛ (УПГД), или

$$J_t = J_{100} \left(\frac{100}{R_t} \right)^2 j \quad (5)$$

при градуировании на разборной градуировочной установке, где J_t — мощность экспозиционной дозы излучения в данной точке, $\mu\text{A}/\text{кг}$ (мкР/ч); J_{100} — мощность экспозиционной дозы излучения, создаваемая образцовым источником на расстоянии 100 см (из паспорта источника), $\mu\text{A}/\text{кг}$ (мкР/ч); R_t — расстояние от центра источника до точки, в которой определяется мощность дозы, см; j — поправка за рассеянное гамма-излучение, а также за размеры детектора (для аппаратуры на газоразрядных счетчиках), определяется из графиков (рис. 5, 6).

1.36.2. Если в паспорте источника указана не мощность дозы излучения на расстоянии 100 см, а масса радия (источники старых выпусков), то расчет мощности экспозиционной дозы проводят в зависимости от типа градуировочной установки по формуле

$$J_t = \frac{60a}{R_t^2} \mu\text{A}/\text{кг} \left(J_t = \frac{840a}{R_t^2} \text{мкР}/\text{ч} \right), \quad (6)$$

или

$$J_t = \frac{60a}{R_t^2} j \mu\text{A}/\text{кг} \left(J_t = \frac{840a}{R_t^2} j \text{мкР}/\text{ч} \right), \quad (7)$$

где a — масса радия в источнике, мг; R_t — расстояние между центрами источника и детектора, м.

1.37. Градуирование проводится:

— при температуре воздуха от 0 до $+50^\circ\text{C}$, при этом в летнее время скважинный прибор и наземная аппаратура должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей;

— с рабочей длиной каротажного кабеля;

— при выключенном компенсаторе в одноканальных каротажных радиометрах;

— при максимальной постоянной времени интегратора;

— при расстояниях (R) между центрами источника гамма-излучения и детектора от 0,3 до 4,0 м для сцинтилляционных приборов и от 0,5 до 4 м для аппаратуры с газонаполненными детекторами.

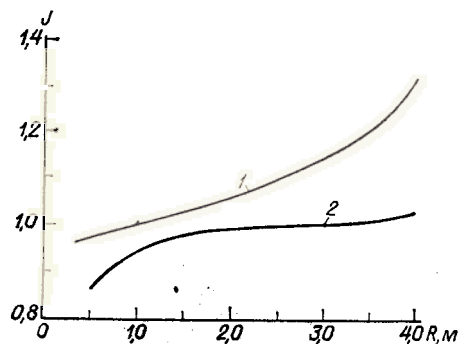


Рис. 5. Графики поправочного коэффициента j .

1 — аппаратура типа ДРСТ, РСК-М, БКР, РУР, КУРА-2; 2 — аппаратура НГК (СП-62), блок детектирования с газоразрядными детекторами СИ-4Г, СИ-23Г, СИ-31Г.

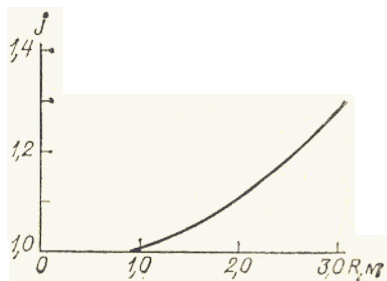


Рис. 6. График поправочного коэффициента j для приборов SRP-68-02, 03, SRP-2к, ПРКС-2, ПКС-1000.

1.38. Для того, чтобы иметь возможность градуировать все поддиапазоны приборов и вводить поправку за рассеянное излучение, соблюдая требования пункта 1.37, необходимо иметь набор из 2—3 радиевых источников. В табл. 4 приводятся примерные диапазоны мощностей экспозиционной дозы, создаваемых образцовыми радиевыми источниками 2-го разряда разного типа при использовании типовой градуировочной установки.

1.38.1. Для целей массовых поисков достаточно, чтобы при работе с монокристаллами большого размера были проградуированы все поддиапазоны, пределы измерения которых превышают 2,16 пА/кг (30 мкР/ч). При решении других геологических задач, а также при поисках гидрогенных месторождений урана градуируются все необходимые поддиапазоны.

1.39. Перед градуированием необходимо проверить чувствительность регистрирующих устройств и их настройку согласно технической инструкции по эксплуатации. При работе используют линейную шкалу ПАСК и 2-й (3-й) канал фоторегистратора, дающие отклонение блика гальванометра на всю ширину диаграммной ленты.

У регистраторов Н-361 и Н-381 (аппаратура ПКС-1000, ПРКС-2) переключатель пределов измерений следует поставить в положение «50 мкА».

1.40. Сквжинный прибор укрепляют на градуировочной установке в соответствии с принятым способом градуирования и производят регулировку «выхода» интегратора (укладку поддиапазонов), т. е. установку масштаба записи.

1.40.1. В том случае, когда нет определенных требований к масштабу записи, регулировка «выхода» интегратора производится следующим образом.

Таблица 4

Тип источника		Масса радия, мг	Диапазон мощности экспозиционной дозы излучения, пА/кг (мкР/ч)
Новая марка	Старая марка		
Ra-15	C-51	~0,01	0,072—7,2 (1—100)
Ra-14	C-41	~0,1	0,36—72 (5—1000)
Ra-24	C-42	~0,2	0,72—144 (10—2000)
Ra-13	P-1	~1,0	3,6—720 (50—10 000)
EP-1	—	~1,0	3,6—720 (50—10 000)
EP-14	—	~0,1	0,36—72 (5—1000)
EP-15	—	~0,01	0,072—7,2 (1—100)

Включают наиболее часто применяемый поддиапазон регистрации гамма-излучения и образцовым радиевым источником типа Ra-15, Ra-14 или другим задают предельно допустимую для данного поддиапазона мощность дозы. Затем регулятором «выход» интегратора устанавливают средние показания регистратора равными 90% всей шкалы.

Рекомендуемые пределы измерений каждого из поддиапазонов в зависимости от типа аппаратуры и размеров монокристалла приведены в табл. 5. Нелинейность шкал при этом не превышает 15%.

Расстояние, на которое следует поместить источник гамма-излучения, чтобы получить необходимую мощность дозы, находят из формул (4)—(7).

Указанные в табл. 5 пределы измерений поддиапазонов могут быть расширены только в случае сохранения их линейности.

1.40.2. Если для данного района исследований уже принят масштаб записи в n пА/кг (мкР/ч) на 1 см, настройку прибора на заданный масштаб производят следующим образом.

1.40.2.1. Регулятор «выход» интегратора устанавливают в крайнее правое положение.

1.40.2.2. Выбирается такой поддиапазон, чтобы фон ионизирующего излучения составлял 10—25% ширины диаграммной ленты и производят запись фона (I_{ϕ}).

1.40.2.3. Источник гамма-излучения (Ra-15, Ra-14 и др.) устанавливают на таком расстоянии от детектора, при котором перо (блик) регистратора отклоняется на 75—90% ширины диаграммной ленты, и записывают показания регистратора (I') в течение 1,0—1,5 мин, при этом протяженность записи должна составлять 4—5 см.

	Размер кристалла, мм количество и тип сечений	подразделов, п/кг (шт/кг)								VIII	IX	Примечание	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
ДСК-М	30 × 70	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,6 (50)	7,2 (100)	14,4 (200)	28,8 (400)	57,6 (800)	114,4 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	ПУ
	30 × 40	0,72 (10)	1,44 (20)	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	23 (320)	46 (640)	
	30 × 25	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	276,8 (4000)	36 (500)	72 (1000)	
	30 × 10	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	368 (4000)	736 (8000)	86,4 (1200)	172,8 (2500)	
ДРС-1	30 × 70	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,6 (50)	7,2 (100)	14,4 (200)	28,8 (400)	57,6 (800)	114,4 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	Панель ДРС-1 ДРС-2
	30 × 40	0,72 (10)	1,44 (20)	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	23 (320)	46 (640)	
	30 × 25	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	276,8 (4000)	36 (500)	72 (1000)	
	30 × 10	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	368 (4000)	736 (8000)	86,4 (1200)	172,8 (2500)	
ДРС-А	18 × 40—2 шт.	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	276,8 (4000)	36 (500)	72 (1000)	Панель ДРС-2, ДРС-1П
	30 × 70—2 шт.	0,22 (3)	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	55,36 (8000)	7,2 (100)	14,4 (200)	
БКР-2	30 × 70	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,6 (50)	7,2 (100)	14,4 (200)	28,8 (400)	57,6 (800)	114,4 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	Панель ДРС-2
	30 × 25	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	276,8 (4000)	36 (500)	72 (1000)	
	30 × 10	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	368 (4000)	736 (8000)	86,4 (1200)	172,8 (2500)	
ДРС-3	30 × 70	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,6 (50)	7,2 (100)	14,4 (200)	28,8 (400)	57,6 (800)	114,4 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	ПУ
	18 × 40	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	276,8 (4000)	553,6 (8000)	288 (4000)	576 (8000)	
ДРС-3-60	24 × 40—2 шт.	0,5 (7)	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	17,3 (240)	34,6 (500)	Панель ДРС-2
	24 × 40	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	27,6 (500)	55,2 (1000)		
	30 × 10	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	368 (4000)	736 (8000)	93,6 (1300)	187,2 (2600)	
ДРС-3-90	40 × 80—2 шт.	0,11 (1,5)	0,22 (3)	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	3,6 (50)	7,2 (100)	ПУ
	40 × 40	0,22 (3)	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	7,2 (100)	14,4 (200)		
	40 × 20	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	55,36 (8000)	14,4 (200)	28,8 (400)		
	30 × 10	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	55,36 (8000)	110,72 (16000)	28,8 (400)	57,6 (800)		
ДРС-2	30 × 70	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,6 (50)	7,2 (100)	14,4 (200)	28,8 (400)	57,6 (800)	114,4 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	Панель ДРС-2, ДРС-1П
	10 × 10	25,9 (360)	51,8 (720)	103,6 (1080)	207,2 (2160)	414,4 (4320)	828,8 (8640)	1657,6 (17280)	3315,2 (34560)	6630,4 (69120)	13260,8 (138240)	26521,6 (276480)	
КУРА-2	30 × 70	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	55,36 (8000)	110,72 (16000)	221,44 (23040)	442,88 (46080)	885,76 (92160)	ПУ
	24 × 40	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	276,8 (4000)	553,6 (8000)	1107,2 (16000)	2214,4 (23040)	
БКР-3	30 × 70—2 шт.	0,22 (3)	0,43 (6)	0,86 (12)	1,73 (24)	3,46 (50)	6,92 (1000)	13,84 (2000)	27,68 (4000)	55,36 (8000)	7,2 (100)	14,4 (200)	ПУ
	25 × 30	1,44 (20)	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	368 (4000)	46 (640)	92 (1000)	
НГК-57	СИ-23Г—2 шт.	0,72 (10)	1,44 (20)	2,88 (40)	5,76 (80)	11,5 (160)	23 (320)	46 (640)	92 (1000)	184 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	ПУ
	МС-4—1 шт.	12,2 (170)	24,4 (340)	48,8 (680)	97,6 (1360)	195,2 (2720)	390,4 (5440)	780,8 (10880)	1561,6 (21760)	3123,2 (43520)	14,4 (200)	28,8 (400)	
НГК-62 (СП-60, СП-62)	СИ-23Г—6 шт.	0,5 (7)	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	14,4 (200)	28,8 (400)	ПУ
	СИ-23Г—3 шт.	1,08 (15)	2,16 (30)	4,32 (60)	8,64 (120)	17,3 (240)	34,6 (500)	69,2 (1000)	138,4 (2000)	28,8 (400)	57,6 (800)		
	СИ-23Г—1 шт.	3,24 (45)	6,48 (90)	12,96 (180)	25,92 (360)	51,84 (720)	103,68 (1360)	207,36 (2720)	414,72 (5440)	829,44 (10880)	110,72 (1600)	221,44 (23040)	

1.40.2.4. Определяют расчетную мощность дозы от гамма-источника J' по одной из формул (4) — (7) и оценивают имеющийся масштаб записи M'_3 из соотношения:

$$M'_3 = \frac{J'}{I' - I_\phi} \cdot \frac{\text{пА/кг}}{\text{см}} \cdot \left(\frac{\text{мкР/ч}}{\dots} \right) \quad (8)$$

1.40.2.5. Зная необходимый масштаб записи (M_3), вычисляют величину отклонения пера регистратора в этом масштабе в см шкалы (l_3) из соотношения:

$$l_3 = \frac{M'_3 \cdot I'}{M_3} \quad (9)$$

1.40.2.6. Не изменяя расстояния между детектором и источником гамма-излучения, регулятором «выход» интегратора устанавливают средние показания регистратора равными l_3 .

1.40.3. При градуировании детализационного прибора (с малым монокристаллом) положение шлица «выход» интегратора больше не трогают. Пределы измерений поддиапазонов радиометра со вторым скважинным прибором находят по табл. 5, исходя из размеров монокристалла и установленного предела измерений (масштаба записи) основного прибора.

1.40.4. Настройка масштаба записи при градуировании приборов ПРКС-2 («Виток-2») и ПКС-1000 («Зонд-1») отличается тем, что в этих приборах предусмотрена регулировка каждого поддиапазона отдельно. Шлицованные регуляторы для укладки поддиапазонов находятся на задней («Виток-2») и передней («Зонд-1») стенках пульта.

Приборы ПРКС-2 и ПКС-1000 предназначены для работы как с детектором в свинцовом экране, так и без свинцового экрана.

1.40.4.1. Укладку поддиапазонов и градуирование прибора ПРКС-2 (Виток-2) в зависимости от решаемых геологических задач следует производить либо с детектором в свинцовом экране, либо со снятым экраном.

При переходе от работы без экрана к работе со свинцовым экраном дополнительной укладки поддиапазонов (если в ней нет необходимости) не требуется.

1.40.4.2. В двухканальном приборе ПКС-1000 («Зонд-1») укладка и градуирование первых 2—3 поддиапазонов проводится с детектором без экрана (канал ГК_{лит}), а остальных — с детектором в свинцовом экране (канал ГК_{кол}).

1.40.4.3. Рекомендуемые пределы измерения поддиапазонов для приборов ПКС-1000 и ПРКС-2 приведены в табл. 6.

1.40.5. Установленное положение «выхода» интегратора или шлицованных регуляторов должно оставаться неизменным до следующей градуировки. Для обеспечения постоянства положения «выхода» интегратора его следует залить шеллаком или другим быстро сохнущим материалом (нитрокраской, клеем БФ-2 и т. п.). В случае выполнения одноканальным прибором других видов каротажных исследований (НГК, ГК) изменение масштаба записи

Таблица 6

Тип аппаратуры	Скважинный прибор	Размеры кристалла, мм	Наличие свинцового экрана (канал)	Пределы измерений поддиапазонов, пА/кг (мкР/ч)												
				ПРКС-2				ПКС-1000								
				50	200	1 т	2,5 т	10 т	40×1	200×1	1т×1	1т×5	1т×35			
ПРКС-2 («Виток-2»)	Алмаз-4	18×30	С экраном Без экрана	3,6 (50)	14,4 (200)	72 (1000)	180 (2500)	720 (10 000)	—	—	—	—	—	—	—	
				2,16 (30)	8,64 (120)	43,2 (600)	108 (1500)	432 (6000)	—	—	—	—	—	—	—	—
ПКС-1000 («Зонд-1»)	Алмаз-2-36 (Алмаз-3)	18×40	ГК _{лит} ГК _{кол}	—	—	—	—	—	—	0,86 (12)	4,32 (60)	21,6 (300)	—	—	—	
				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПКС-1000 («Зонд-1»)	Алмаз-2-28 (Алмаз-1)	10×40	ГК _{лит} ГК _{кол}	—	—	—	—	—	—	2,58 (36)	13 (180)	—	—	—	—	
				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1.41.6. После того, как закончено градуирование всех необходимых поддиапазонов, повторяют измерения в точках, соответствующих середине каждого поддиапазона, а затем снова записывают на всех поддиапазонах фон, калибратор.

Расхождения между показаниями при первичных и повторных измерениях не должны превышать 10%. В противном случае необходимо выяснять причины расхождений, устранить их и заново провести градуирование.

1.42. По завершении градуирования производят измерения с контрольным источником («рабочим эталоном»). Порядок выполнения контрольных измерений изложен ниже в п. 1.46 настоящей инструкции.

1.43. После градуирования основного скважинного прибора с большим монокристаллом (со стандартным блоком детектирования) градуируют запасной прибор с меньшим монокристаллом (с детектором, состоящим из одной счетной трубки) или второй канал прибора (ГГК, НГК, ГК_{кол}).

Прибор с малым монокристаллом необходим для обеспечения возможности регистрации гамма-аномалий большой интенсивности и для их детализации.

1.43.1. Градуирование прибора (канала) со сцинтилляционным монокристаллом малого размера выполняется только на тех поддиапазонах, которые расширяют общий диапазон измерений прибора. При этом руководствуются данными, приведенными в табл. 5 и 6. Например, предел измерений последнего (VII) поддиапазона прибора ДРСТ-2 при работе с большим монокристаллом (30×70) составляет 28,8 пА/кг (400 мкР/ч).

Следовательно, скважинный прибор с малым (30×10) монокристаллом достаточно проградуировать на V, VI, VII поддиапазонах, пределы измерений которых равны соответственно 43,2, 86,4, 180 пА/кг (600, 1200 и 2400 мкР/ч, табл. 5).

1.44. Допускается расширение предела измерений поддиапазонов за счет использования второго канала ПАСК или второго гальванометра фоторегистратора при условии сохранения линейности шкалы. В этом случае запись в процессе градуирования поддиапазона сначала ведут двумя потенциометрами (гальванометрами), а после зашкаливания первого из них запись последующих мощностей экспозиционной дозы излучения (J) источника продолжают вторым, не переключая поддиапазона. Предел измерения на втором гальванометре (и, соответственно, величины последующих J) находят по табл. 5 и 6, исходя из соотношения между потенциометрами, гальванометрами (1:5). Для удобства записи при гамма-каротаже, а также сохранения линейности соотношение между гальванометрами регистратора может быть изменено (например 1:2, 1:3 или другое, вместо 1:5). Оптимальное соотношение выбирают на основании опыта работ в данном районе и устанавливают до начала градуирования.

1.45. При градуировании каротажных радиометров типа СРП-68-02, СРП-68-03 и СРП-2к, предназначенных для гамма-ка-

ротажа неглубоких скважин, используют визуальную (точечную) регистрацию.

1.45.1. Приборы СРП-68-02, СРП-68-03 и СРП-2к могут быть проградуированы как для проведения исследований с целью литологического расчленения пород, выявления и приближенной оценки гамма-аномалий (без свинцового экрана на детекторе), так и для более точной количественной характеристики этих аномалий (с детектором в свинцовом экране).

1.45.2. До начала градуирования проверяют режим питания и правильность настройки на начальный порог регистрации. У прибора СРП-2к необходимо выполнить укладку поддиапазонов с помощью шлицованных регуляторов, расположенных внутри прибора.

Рекомендуемые пределы измерений поддиапазонов приборов приведены в табл. 8. Производить регулировку поддиапазонов радиометра в период между градуировками запрещается.

1.45.3. Градуирование выполняется при максимальном значении постоянной времени (переключатель в положении «медленно» или «5с») способом, описанным выше.

Отсчеты по шкале прибора берутся только спустя время 3τ после установки источника на данное расстояние. Скорость счета для каждого положения радиового источника определяется как среднее из показаний прибора за время 1 мин.

1.45.4. Поправки за рассеянное гамма-излучение для приборов без свинцового экрана на детекторе находят по графику, представленному на рис. 6.

1.45.5. Результаты измерений записывают в журнал градуирования, форма которого приведена в приложении 11.

1.46. После градуирования каждого скважинного прибора (канала, блока детектирования) проводятся контрольные измерения, которые в дальнейшем необходимы для проверки стабильности работы радиометра в период между его градуированием. Они выполняются с помощью специальных контрольных источников («рабочих эталонов»).

1.46.1. В качестве контрольных источников гамма-излучения используются металлические герметизированные цилиндры высотой 100 мм, наружным диаметром порядка 100 мм и внутренним на 1,0—2,0 мм больше диаметра скважинного прибора, заполненные раздробленным рудным материалом (ториевой или равновесной урановой рудой). Внешний и внутренний диаметр контрольного рудного источника может изменяться в зависимости от диаметра скважинного прибора (приложение 22).

Концентрация радиоактивных элементов должна быть в пределах 1,5—2,5% для тория и 0,5—1,0% для урана. Рудный материал для устранения сегрегации необходимо сцементировать.

Источники, изготовленные из урановой руды, разрешается использовать в качестве контрольных не ранее, чем через 1 месяц после их герметизации. Каждому контрольному рудному источ-

Тип прибора	Размеры моно-кристалла, мм	Наличие свинцового экрана	Пределы измерения поддиапазонов, пА/кг (мкР/ч)											
			СРП-68					СРП-2к						
			100	300	1г	3г	10г	50	250	1250	2500			
СРП-68-02	18×30	Без экрана С экраном	4,32 (60)	14,4 (200)	43 (600)	144 (2000)	430 (6000)	—	—	—	—	—	—	—
СРП-68-03	10×40	Без экрана С экраном	7,2 (100)	21,6 (300)	72 (1000)	216 (3000)	720 (10 000)	—	—	—	—	—	—	—
СРП-2к	18×30	Без экрана	8,64 (120)	28,8 (400)	86,4 (1200)	288 (4000)	864 (12 000)	—	—	—	7,2 (100)	36 (500)	187 (2600)	396 (5500)
		С экраном	14,4 (200)	43,2 (600)	144 (2000)	432 (6000)	1440 (20 000)	—	—	—	12,2 (170)	61 (850)	324 (4500)	684 (9500)

нику должен быть присвоен номер, который краской наносится на корпус источника.

1.46.2. Если отсутствуют рудные цилиндрические контрольные источники, разрешается применять для проверки стабильности работы приборов образцовые радиевые источники гамма-излучения (Ra-14, Ra-15 и др.), а также закрытые радиоизотопные источники излучения (таллий-204, цезий-137, прометий-147, америций-241 и кобальт-60). Радиевые источники при контрольных измерениях для ослабления жесткого гамма-излучения следует помещать в свинцовые или стальные цилиндрические экраны. В случае использования в качестве контрольных источников радионуклидов таллий-204 (период полураспада 3,88 лет), прометий-147 (2,7 лет) и кобальт-60 (5,27 лет) необходимо учитывать поправку за распад — K_p (приложение 23).

1.46.3. Порядок выполнения контрольных измерений следующий. Скважинный прибор размещают в кузове автомобиля (каротажной станции или подъемника) или на площадке возле каротажной станции и производят запись нуля регистратора и фона ионизирующего излучения на первых 2—3 поддиапазонах (на остальных поддиапазонах фон будет практически близок к 0). Затем регистрируют показания от контрольного источника на всех поддиапазонах, подвергшихся градуированию, выбирая для каждого поддиапазона такое положение источника относительно детектора, чтобы скорость счета импульсов составила, примерно, 0,7—0,8 ширины диаграммной ленты (шкалы прибора). Эти положения отмечают на охранном кожухе скважинного прибора рисками, нанесенными краской или напильником, по ближайшему к детектору краю контрольного источника, а расстояние от центра детектора до источника записывают в журнал градуирования. Запись контрольных измерений проводится в режиме, указанном в табл. 7, и с включенным отметчиком времени.

1.46.4. Контрольные измерения, проведенные сразу же после градуирования, являются опорными. Последующие измерения с контрольным источником в период между градуированиями должны выполняться при тех же условиях рассеяния гамма-излучения. Для этого внутреннее расположение приборов и оборудования при измерениях в автомашине должно сохраняться неизменным.

1.46.5. По результатам контрольных измерений в журнале градуирования для каждого поддиапазона строят график стабильности работы прибора (рис. 8).

1.47. При систематической эксплуатации приборов градуирование должно производиться не реже одного раза в 3 месяца.

Внеочередное градуирование приборов проводят после замены в них монокристаллов, ФЭУ или транзисторов, и при изменении масштаба записи, т. е. при изменении «выхода» интегратора. Каротажные радиометры градуируются заново также при больших (свыше 10%) расхождениях измерений по контрольному источнику.

1.48. Оформление результатов градуирования проводится следующим образом.

1.48.1. Записи на диаграммной ленте (фотобумаге) осредняются (рис. 7), все сделанные карандашом в соответствии с пунктом 1.41.5 пометки поднимаются тушью или чернилами (на фотопленку необходимые данные переносятся из журнала после ее проявления).

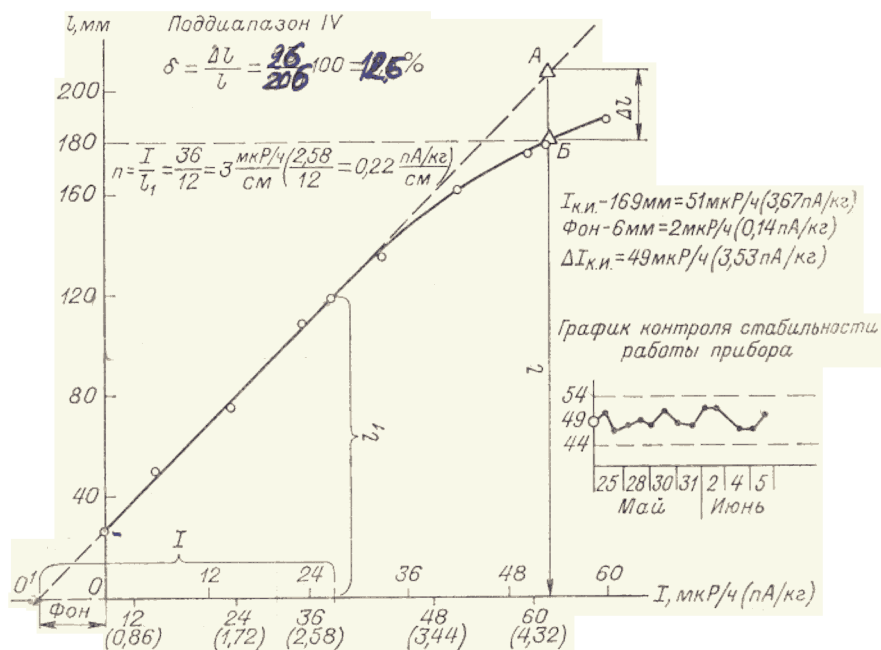


Рис. 8. Пример построения градуировочной характеристики (кривой) и графика контроля стабильности работы прибора.

Кроме того, на подлиннике градуировочной ленты должны быть приведены сведения в соответствии с приложением 11.

1.48.2. Отдельно для каждого поддиапазона на миллиметровой бумаге или на диаграммной ленте строят градуировочную характеристику (кривую), которая представляет собой зависимость показаний регистратора (прибора) от мощности экспозиционной дозы (I), создаваемой образцовым радиевым источником.

Если в процессе градуирования поддиапазона использовались 2 гальванометра (2 потенциометра), то градуировочные кривые строят отдельно для каждого гальванометра (потенциометра).

1.48.3. Для построения градуировочной характеристики по оси абсцисс откладывают значения I , а по оси ординат — соответствующие им отклонения пера регистратора (блика фоторегистра-

тора), выраженные в мм, или стрелки прибора в имп/с (дел./шк.), если производилась точечная регистрация (рис. 8).

Через полученные точки проводят прямую линию. Масштаб по осям абсцисс и ординат выбирают с таким расчетом, чтобы график укладывался в пределах рабочей части диаграммной ленты или на листе бумаги размером примерно 20×20 см, а градуировочная кривая имела наклон около 45° .

1.48.4. Для каждого прибора должен быть заведен отдельный журнал (альбом) градуирования, куда подклеивают диаграммные ленты с данными градуирования или строят градуировочные кривые на миллиметровой бумаге.

В журнале отмечается дата и причина градуирования, канал, поддиапазон, номер и тип ФЭУ, номер и размер кристалла, номер и серия образцового радиевого источника гамма-излучения, дата настройки и ставятся подписи проводившего построение графика и проверяющего.

1.48.5. По градуировочной характеристике определяют значение фона в пА/кг (отрезок 00^1) и графически складывают его с величинами рассчитанных мощностей экспозиционной дозы. Для этого кривую градуирования экстраполируют до пересечения с осью абсцисс и полученную точку 0^1 принимают за новое начало координат (рис. 8).

По графику в новой координатной системе определяют масштаб записи в пА/кг (мкР/ч) на 1 см или цену деления шкалы в пА/кг (мкР/ч) на 1 дел — при точечной регистрации.

1.48.6. Проводят оценку нелинейности поддиапазонов прибора. На градуировочной кривой находят точку Б с ординатой, равной 0,9 шкалы поддиапазона (рис. 8). Затем через точки соответствующие 0,15, 0,30, 0,45 шкалы проводят прямую линию и на ней находят точку А с абсциссой, равной абсциссе точки Б.

Отношение разности ординат точек А и Б (ΔI) к ординате точки А (I), выраженное в %, является мерой нелинейности (δ) поддиапазона:

$$\delta = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100\%. \quad (10)$$

Величина нелинейности при максимальной скорости счета не должна превышать 10% для сцинтилляционных и 15% для газоразрядных детекторов.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ГАММА-КАРОТАЖА

2.1. Каротаж проводится только в специально подготовленных скважинах. Подготовка должна обеспечить беспрепятственный спуск и подъем скважинных приборов, исключить возможность их прихвата и оставления в скважинах.

2.2. Подготовка скважины к каротажу осуществляется буровой бригадой в соответствии с «Техническими условиями на подготовку скважин для проведения каротажа» (приложение 12). По завершении подготовительных работ геологом, ответственным за бурение, и буровым мастером должен быть составлен акт о готовности скважины к каротажу по форме, приведенной в приложении 13.

2.3. Буровая бригада должна присутствовать на скважине до окончания каротажа. Начальник каротажного отряда может привлекать работников буровой бригады для вспомогательных работ, связанных с каротажем [СУСН, вып. V, 1969 г.].

2.4. Гамма-каротаж выполняется, как правило, до обсадки ствола скважины. В скважинах, каротаж которых предполагается проводить спустя несколько суток после окончания бурения, подготовка должна обеспечить сохранность ствола в течение длительного времени и, при необходимости, предусматривать обсадку скважины.

2.5. Каротаж ранее пробуренных (старых) скважин проводится только с разрешения руководства партий (экспедиции). В этом случае перед каротажем необходимо проверить состояние скважины, осуществив 1—2 спуско-подъема груза диаметром близким к диаметру скважинного прибора. Присутствие на скважине буровой бригады во время проведения каротажа в этом случае не обязательно.

2.6. Каротажный отряд должен прибыть на скважину заблаговременно для подготовки аппаратуры и оборудования к проведению каротажа. При выезде на скважину оператор обязан иметь с собой:

- графики градуирования гамма-каротажного прибора;
- графики контроля стабильности работы аппаратуры.

2.7. В процессе подготовки к каротажу необходимо:

2.7.1. Установить каротажную станцию (подъемник) или лебедку так, чтобы ось барабана лебедки была горизонтальна, а также перпендикулярна линии скважина—лебедка. Расстояние от лебедки до скважины должно быть несколько более расстояния между метками кабеля.

2.7.2. При работе в зимний период включить обогревающее устройство (печку) и установить температуру в салоне не ниже $+10^{\circ}\text{C}$.

2.7.3. Проверить исправность подъемных устройств.

2.7.4. Подсоединить скважинный прибор, включить аппаратуру и после ее прогрева провести контрольные измерения согласно п. 2.8.

2.7.5. Установить и закрепить блок-баланс на устье скважины; присоединить к скважинному прибору груз (если он необходим) и опустить прибор в скважину так, чтобы первая метка была на уровне ее устья; счетчик глубин поставить на нуль. При большом расстоянии между скважиной и лебедкой вес груза должен быть достаточным, чтобы исключить провисание кабеля.

2.7.6. Выбрать точку фиксирования меток (обычно ролик кабелеукладчика, мерный валик лебедки или блок-баланс при использовании магнитных меток) и измерить стальной рулеткой расстояние по кабелю от нее до устья скважины. При невозможности непосредственного измерения необходимо рассчитать это расстояние, используя данные о «мертвом» замере (см. рис. 10). Полученную величину записывают на каротажной ленте и затем используют для привязки данных каротажа по глубине (см. п. 2.17.2).

2.7.7. Ознакомиться с состоянием скважины, ее геологическим разрезом, данными о конструкции скважины. Эти сведения необходимы для выбора поддиапазона измерений при спуске скважинного прибора и для предварительной оценки аномалий.

2.8. Контрольные измерения до каротажа проводятся на тех поддиапазонах, которые предполагается использовать в процессе работы.

2.8.1. Контрольные измерения выполняются в следующей последовательности.

2.8.1.1. После 15—20 мин прогрева аппаратуры проверяется настройка регистратора, его измерительных каналов.

2.8.1.2. Производится запись нуля прибора, а также калибратора в масштабе, который выбран при градуировании. Необходимый масштаб устанавливают регулировкой чувствительности регистратора, подстраивая запись от калибратора (при неизменном положении «выхода» интегратора) под величину, полученную при градуировании.

2.8.1.3. На тех же поддиапазонах записываются фон и скорость счета от контрольного источника («рабочего эталона»). Контрольный источник прикладывается к тем точкам скважинного прибора (своей для каждого поддиапазона), которые были выбраны при градуировании и зафиксированы в журнале градуирования.

Запись каждого показания осуществляется в течение 1—2 мин с включенным отметчиком времени и должна составлять 4—5 см.

2.8.2. Показания от контрольного источника (за вычетом фона), выраженные в пА/кг (мкР/ч), выносятся на графики контроля чувствительности прибора. Если они отличаются от показаний, полученных при градуировании прибора, не более, чем на 10%, то радиометр может использоваться для гамма-каротажа. В противном случае необходимо выяснить и устранить причины, вызвавшие отклонения контрольных замеров. Если эти причины не связаны с изменением параметров блока детектирования или схемы прибора (неправильная установка режима питания, утечки в коллекторе, плохая настройка регистратора, неточное расположение

контрольного источника и др.), то после их устранения контрольные измерения выполняются заново. В случае выхода из строя блока детектирования (помутнел, пожелтел или разбит монокристалл, нарушена целостность ФЭУ) необходимо заменить скважинный прибор запасным и также провести контрольные измерения. Запасной прибор (запасной блок детектирования) должен быть настроен и проградуирован в соответствии с разделом 1 инструкции.

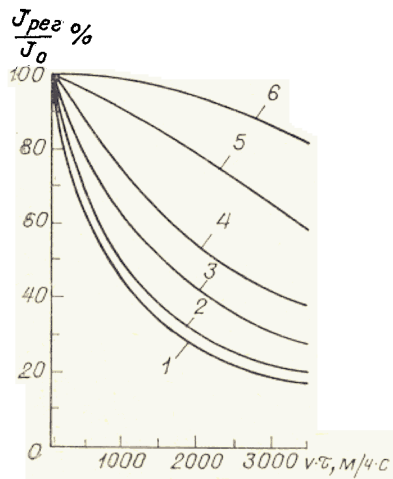


Рис. 9. Зависимость амплитуды аномалий от значения $v \cdot \tau$ в скважинах диаметром 100 мм для пластов разной мощности. Мощность пластов, см: 1—5; 2—10; 3—30; 4—40; 5—100; 6—200.

2.9. До начала каротажа необходимо определить оптимальный режим (с учетом размеров монокристалла) проведения измерений с тем, чтобы не тратить на это время непосредственно перед началом подъема, когда скважинный прибор будет на забое.

Под оптимальным режимом понимается выбор такого поддиапазона и таких величин постоянной времени прибора и скорости подъема, при которых исключалась бы возможность пропуска аномалий небольшой мощности и интенсивности вследствие инерционных искажений. Величина последних зависит, главным образом, от скорости подъема скважинного прибора v и постоянной интегрирования τ и, в меньшей степени, от диаметра скважины. При больших значениях величины $v \cdot \tau$ искажения настолько велики, что аномалии от пластов небольшой мощности становятся соизмеримыми с колебаниями гамма-активности пород вследствие изменения их литологического состава (рис. 9). Это делает невозможным уверенное выделение гамма-аномалий на каротажных диаграммах или ведет к их пропуску.

2.10. Выбор поддиапазона (масштаба записи), на котором следует проводить измерения, определяется особенностями геологического разреза, вскрытого скважиной, и стоящими перед гамма-каротажом задачами.

2.10.1. Если основной задачей гамма-каротажа является литологическое расчленение разреза, каротаж, как правило, выполняется в определенном, принятом для данного района масштабе. Установка соответствующего масштаба записи производится при градуировании (см. п. 1.40.2). Зная масштаб, выбирают нужные рабочие поддиапазоны.

2.10.2. При решении только задач массовых поисков необходимо выбирать такой поддиапазон, чтобы основная часть показаний (записи) приходилась на рабочую часть шкалы прибора (регистратора), т. е. чтобы выбранный поддиапазон обеспечивал отклонение стрелки прибора (пера регистратора или блика гальванометра) не менее, чем на 20% и не более, чем на 90% шкалы (ширины ленты).

Предварительную установку поддиапазона (до спуска) производят, исходя из геологического разреза скважины и данных табл. 5, 6 и 8.

Окончательный выбор поддиапазона для проведения измерений осуществляется на основании наблюдений за пишущим устройством (бликом) регистратора при спуске скважинного прибора.

2.11. Масштаб записи глубин при комплексных исследованиях скважин зависит от типа и назначения их и устанавливается в соответствии с проектом. В том случае, когда проводится только гамма-каротаж рекомендуются следующие масштабы записи: для скважин глубиной до 500 м—1:200; до 1000 м—1:500 и свыше 1000 м—1:1000.

2.12. Выбор постоянной времени интегрирования (τ) определяется типом применяемой аппаратуры (сцинтилляционная, на газоразрядных детекторах).

Для сцинтилляционной аппаратуры величина τ зависит от размеров используемого монокристалла и не должна быть менее значений, приведенных в табл. 9.

Для газоразрядной аппаратуры значение постоянной интегрирования не должно быть менее 6 с.

При работе с аппаратурой, имеющей два положения переключателя постоянной времени («быстро» и «медленно»), переключатель ставится в положение «быстро».

2.13. Оптимальная скорость подъема скважинного прибора определяется, исходя из выбранного значения τ и предельной величины $v \cdot \tau$.

Для того, чтобы исключить возможность пропуска аномалий, представляющих поисковый интерес, необходимо, чтобы значение $v \cdot \tau$ не превышало:

- 1500 м/ч·с — для сцинтилляционных детекторов;
- 1800 м/ч·с — для газоразрядных детекторов.

2.13.1. Максимальная скорость каротажа не должна превышать величин, приведенных в табл. 9.

2.13.2. В том случае, когда по прогнозам геологов в районе работ ожидается встреча неравновесных урановых руд со смещени-

ем равновесия в сторону урана и примерно известен коэффициент радиоактивного равновесия K_{pp} , величина максимальной скорости должна быть снижена до значения $v'_{max} = v_{max} K_{pp}$, где v_{max} — допустимая максимальная скорость, определенная по табл. 9.

Таблица 9

Размеры монокристаллов, мм Тип газоразрядного детектора	Минимальное значение τ , с	Максимальная скорость каротажа, м/ч	$v \cdot \tau$, м/ч · с
1. Сцинтилляционные детекторы			
40 × 80 — 2 шт.	0,75	2000	1500
40 × 80 40 × 50 40 × 40 — 2 шт. 30 × 70 — 2 шт.	1	1500	1500
40 × 40 30 × 70	1,5	1000	1500
30 × 40 24 × 40 — 2 шт.	2	750	1500
30 × 25 18 × 40 — 2 шт.	2,5	600	1500
30 × 10 18 × 40 18 × 30 10 × 40	3	500	1500
2. Газоразрядные детекторы			
Аппаратура НГГК-62, РМК-4 и другие скважинные приборы: СП-60, СП-62 (3—6 счетчиков СИ-4Г, СИ-23Г, СИ-31Г)	6	300	1800

Примечание. Для скважин диаметром 59 мм и менее величина $v \cdot \tau$ не должна превышать 1000 м/ч · с.

2.14. Спуск скважинного прибора в скважину производится со скоростью не более 2000 м/ч. Допускается увеличение скорости спуска до 4000 м/ч при каротаже глубоких (свыше 2000 м) нефтегазовых скважин. На глубинах, где происходит переход с одного диаметра на другой или отмечались аварии при проходке, а также на аномальных интервалах скорость спуска снижают до 250 м/ч.

2.14.1. В случае остановки скважинного прибора вследствие какого-либо препятствия (уступ, глинистая пробка, потерянный керн и т. п.) необходимо несколько раз приподнять прибор на 0,5—0,7 м и снова осторожно опустить. Если таким образом преодолеть препятствие не удастся, скважинный прибор поднимают на поверхность, а скважина должна быть заново подготовлена к каротажу буровой бригадой. Использовать скважинный прибор для преодоления встреченных препятствий категорически запрещается, так как это неминуемо приведет к выходу прибора из строя.

2.14.2. Во время спуска ведут наблюдения за изменением скорости счета импульсов по стрелочному индикатору (перу регистратора, блику гальванометра), за показаниями счетчика глубин и режимом питания.

Если в комплекте аппаратуры предусмотрен слуховой индикатор, спуск сопровождается непрерывным прослушиванием частоты следования импульсов в телефон.

2.14.3. При выявлении аномалии необходимо зафиксировать ее положение по счетчику глубин и определить диапазон измеряемых скоростей счета импульсов.

2.14.4. У забоя скважины скорость спуска должна быть уменьшена до 50 м/ч.

Достижение забоя определяют по изменению натяжения кабеля. При каротаже глубоких скважин для уверенного определения контакта с забоем следует к скважинному прибору присоединять груз большого веса.

2.14.5. Во избежание прихвата (засасывания) скважинного прибора остановка на забое не должна превышать 1—2 мин. Установив соответствующие поддиапазоны, канал и скорость подъема и включив лентопротяжный механизм, надо незамедлительно начинать подъем.

2.15. При невозможности своевременного начала каротажа вследствие обнаруженных неполадок в наземной аппаратуре необходимо поднять скважинный прибор на 5—6 м от забоя и устранить неисправности.

2.16. Методика проведения каротажа зависит от способа регистрации.

2.17. При автоматической регистрации подъем скважинного прибора производится со скоростью, определенной согласно табл. 9.

2.17.1. Во время подъема на диаграммной ленте фиксируются метки времени (отметчиком марок времени) и метки глубин в момент их прохождения через точку отбивки меток (автоматически или вручную) с указанием их порядкового номера или расстояния до первой метки.

2.17.1.1. Работа с неисправным отметчиком марок времени запрещается.

2.17.1.2. Если отметчик вышел из строя во время каротажа, разрешается, как исключение, определять скорость подъема скважинного прибора визуально: путем регистрации по секундомеру

времени прохождения каждых 100—200 м кабеля и записи его на ленте (или времени начала и окончания каротажа мелких скважин глубиной до 100 м).

2.17.1.3. Для ориентировочной установки глубины против первых меток записывают показания счетчика глубин.

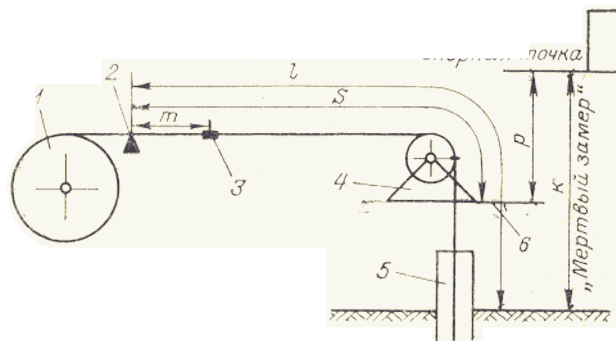


Рис. 10. Схема привязки наблюдений по глубине при каротаже скважин.
1 — лебедка; 2 — точка отметки меток; 3 — метка №; 4 — блок-баланс; 5 — кондуктор; 6 — пол буровой.

2.17.2. Привязку результатов каротажа по глубине (рис. 10) производят с учетом данных, полученных в п. 1.10.4 и 2.7.6. по формуле

$$H = (Nr + m) + (C - l), \quad (11)$$

если порядковый номер ближайшей к скважинному прибору метки равен 0 (нулевая метка), или

$$H = (N - 1)r + m + (C - l), \quad (12)$$

если порядковый номер этой метки равен 1 (первая метка), где H — глубина нахождения в скважине точки записи (центра детектора), м; N — порядковый номер метки, ближайшей к точке отметки меток (т.о.м.) со стороны скважины; r — расстояние между метками, м; m — расстояние по кабелю от точки отметки меток до метки с номером N , м; C — цена 1-й (или нулевой) метки, м; l — расстояние по кабелю от т.о.м. до устья скважины, м. На предложенной схеме (рис. 10) $l = s + (k - p)$, но возможны и другие способы определения l .

2.17.3. В процессе каротажа периодически проводится проверка режима питания аппаратуры и нуля регистратора. Переключатель контроля режима при подъеме должен находиться в положении, при котором миллиамперметр показывает ток скважинного прибора. В аппаратуре ПРКС-2 («Виток-2»), ПКС-1000 («Зонд-1») с этой целью стрелочный индикатор переключают на контроль питания. Положение «нуля» регистратора проверяется при остановке скважинного прибора.

2.17.4. Встреченные гамма-аномалии записывают на том поддиапазоне, при котором максимальное отклонение пишущего устройства составляло бы не менее $1/2$ ширины диаграммной ленты. Запись производится с обязательной отбивкой меток ниже и выше аномального интервала.

2.17.5. При каротаже аномальных интервалов необходимо соблюдать следующий порядок работы.

2.17.5.1. Каротаж продолжают на рабочем поддиапазоне до выхода в нормальное поле и отбивки следующей метки. Затем подъем прекращают, выключают лентопротяжный механизм и скважинный прибор опускают ниже аномального интервала до ближайшей метки.

Спуск проводится со скоростью, не превышающей рабочую, с тем, чтобы во время спуска определить поддиапазон, на котором аномалия может быть зарегистрирована.

2.17.5.2. Установив соответствующий поддиапазон, включают лентопротяжный механизм и по истечении времени Δt записывают аномалию в том же масштабе глубин и при той же постоянной времени и скорости подъема скважинного прибора.

2.17.6. Далее, если необходимо, проводят детализацию аномалии согласно п.п. 2.22—2.23.

2.17.7. После окончания детализации вновь включают рабочий поддиапазон и продолжают каротаж с небольшим перекрытием (5—10 м) предыдущей записи.

После прохождения предупредительной метки скорость подъема уменьшается до 250 м/ч, а при появлении 1-й метки на блок-балансе подъем прекращается или же, при необходимости, дальнейший подъем производится со скоростью не более 50 м/ч с большой осторожностью до появления СП.

2.17.8. В том случае, когда амплитуда аномалии превышает предел измерения самого грубого поддиапазона канала ГК, аномалию записывают каналом НГК, ГК или $GK_{кол}$ («Зонд-1») с перекрытием предыдущей записи. Соответствующие поддиапазоны этих каналов должны быть настроены и проградуированы.

2.17.9. Для того, чтобы уменьшить затраты времени на запись выявленных аномалий и избежать лишних спуско-подъемов, рекомендуется регистрацию гамма-аномалий в процессе каротажа проводить двумя гальванометрами (потенциометрами при работе с ПАСК). При этом второй гальванометр (потенциометр) должен быть заранее проградуирован, а нелинейность градуировочной кривой не должна превышать допустимых значений. В случае отсутствия градуировочной характеристики рекомендуется использовать второй (третий) гальванометр для более быстрого выбора необходимого поддиапазона первого гальванометра.

2.17.10. После каждого спуска скважинного прибора необходимо выбирать люфт всей механической системы лентопротяжного и подъемного устройства.

2.18. По окончании первичного каротажа скважинный прибор извлекается на поверхность и выполняется запись всех контроль-

ных операций («нуль», калибратор, фон, контрольный источник) согласно п. 2.8.1. Контрольные измерения выполняются на всех поддиапазонах, которые использовались при каротаже. Результаты контрольных измерений должны удовлетворять требованиям, изложенным в п. 2.8.2.

2.18.1. Если после каротажа расхождения контрольных измерений с опорными превысили допустимую величину, необходимо принять меры согласно п. 2.8.2 и скважину прокаротировать заново.

2.18.2. При каротаже скважин шнекового бурения, когда в день каротируются десятки скважин, проверка стабильности работы прибора (контрольные измерения) проводится 2 раза в смену: перед началом работы и после ее окончания.

2.19. В случае, когда каротаж скважины проводится поинтервально, в процессе каждого последующего каротажа необходимо производить перекрытие ранее прокаротированного интервала в объеме не менее 20—50 м в зависимости от глубины скважины.

2.20. Точечный каротаж проводится в тех случаях, когда непрерывная регистрация нецелесообразна (например, мелкие скважины шнекового бурения) или отсутствует аппаратура для ее проведения*.

2.20.1. При точечных замерах кабель должен быть размечен через 1 м, метки надежно закреплены, хорошо видны. Привязка данных по глубине производится так же, как и в случае автоматической регистрации.

2.20.2. В целом методика точечного каротажа аналогична методике непрерывного каротажа.

2.20.2.1. До начала каротажа и после него выполняют контрольные измерения.

2.20.2.2. Проводят предварительное изучение разреза во время спуска скважинного прибора, наблюдая за скоростью счета по стрелочному индикатору и прослушивая частоту следования импульсов в телефон.

2.20.2.3. Каротаж выполняют при подъеме скважинного прибора.

2.20.3. Фиксированные измерения мощности экспозиционной дозы излучения проводятся через 0,5—1,0 м при наименьшем значении постоянной времени, интервалы между точками прослушиваются в телефон.

На каждой точке отсчет берется не ранее, чем через время 3т после остановки. Мощность дозы излучения определяется по среднему значению скорости счета за 10 с.

Показания прибора записываются в журнал точечного гамма-каротажа (приложение 14).

2.20.4. При выявлении аномалии определяют максимальную скорость счета и, если необходимо, детализируют аномалию в соответствии с п. 2.29.

* После несложной переделки приборы СРП-68-02, 03 могут использоваться для непрерывной регистрации в комплекте с регистраторами Н-361 или Н-381 (приложение 20).

2.21. Величина недокаротированного интервала на забое скважины зависит от характера разреза и определяется проектом работ. Она не должна превышать:

Глубина скважины, м	% глубины скважины м
до 200	2,00—4
200—300	1,5 3—4,5
300—600	1,0 3—6
600—1500	0,7 7,2—10,5
1500—3000	0,5 7,5—15
3000—6000	0,3 9—18
Свыше 6000	0,2 12 м — ...

2.21.1. В картировочных скважинах, проходимых с целью вскрытия коренных пород, гамма-каротаж должен обязательно охватывать эти породы.

2.21.2. Если недокаротированный интервал на забое превышает допустимый, проводится повторная чистка скважины. В том случае, когда чистка не дает результатов, или при невозможности проведения ее, составляется акт за подписью представителя каротажной службы и геолога (бурмастера) с указанием причин неполного охвата каротажем.

2.21.3. Керн из недокаротированного интервала подлежит обязательному радиометрическому промеру в соответствии с методикой, изложенной в приложении 15.

2.22. При проведении гамма-каротажа в условиях, предусмотренных выше (оптимальные значения $\sigma \cdot t$ в соответствии с размерами детекторов); не пропускаются аномалии радиоактивности, представляющие поисковый интерес, но искажаются, как указывалось в п. 2.9, их параметры (скорость счета, мощность рудного пласта).

Для установления истинных параметров выявленных аномалий, последние подвергаются детализации при пониженных скоростях подъема скважинного прибора.

2.23. Вопрос определения минимальных величин аномалий, подлежащих детализации, довольно сложный. Существующая до настоящего времени методика предварительной оценки аномалии на скважине с помощью палеток является громоздкой, малоэффективной и в производственных условиях практически не используется. Многие факторы (сдвиг радиоактивного равновесия, мощность пласта и угол встречи его скважиной, коэффициент эманирования, изменение диаметра скважины за счет каверн и т. п.), влияющие на величину скорости счета, как правило заранее неизвестны.

2.23.1. В связи с этим на стадии массовых поисков необходимо детализировать все локальные (до 1 м) аномалии со значений мощностей доз от 2,16 пА/кг (30 мкР/ч) для нелигифицированных отложений, а также при каротаже картировочных скважин, и от 3,6 пА/кг (50 мкР/ч)—для изверженных и непроницаемых осадочных пород.

2.23.2. Аномалии от пластов мощностью более 1 м, которые мало искажаются или практически не искажаются при поисковом каротаже, детализируются соответственно со значений скоростей счета 3,6 пА/кг (50 мкР/ч) и 7,2 пА/кг (100 мкР/ч).

2.23.3. В величины аномалий до решения вопроса о необходимости их детализации должны быть внесены поправки за поглощение гамма-излучения в буровом растворе, обсадных трубах и цементном кольце по формуле:

$$J_{\text{испр}} = \frac{J_{\text{рег}}}{P_{\text{бур}} P_{\text{обс}} P_{\text{ц}}} \text{ пА/кг (мкР/ч)}, \quad (13)$$

где $P_{\text{бур}}$, $P_{\text{обс}}$, $P_{\text{ц}}$ — соответственно величины поправок за поглощение гамма-излучения в буровом растворе, обсадных трубах и цементном кольце (см. табл. 13, 14, 15).

2.23.4. Минимальная величина аномалии, подлежащей детализации, может быть скорректирована для каждого района или площади, исходя из конкретной геологической обстановки, и должна быть оговорена проектом работ, согласованным с курирующей организацией.

2.24. Вопрос о целесообразности проведения детализации выявленных аномалий желательно решать в процессе выполнения основного каротажа, для чего необходимо визуально по положению пера самописца или блика фоторегистратора приблизительно определить значения скорости счета в пА/кг (мкР/ч), а также ввести соответствующие поправки. Если эту операцию сразу невозможно произвести, то оценку дают по окончании подъема скважинного прибора и просмотра гамма-каротажной диаграммы.

2.25. Все выделенные аномалии детализируются независимо от глубины залегания радиоактивного пласта.

2.26. В зависимости от количества аномальных интервалов в разрезе и сложности конфигурации аномалий детализацию проводят или после выполнения основного (поискового) каротажа по всему стволу скважины, или в процессе проведения его.

2.26.1. В первом случае детализацию необходимо проводить в следующем порядке.

2.26.1.1. Спуск скважинного прибора в интервале глубин выявленной аномалии проводится со скоростью и постоянной времени, которые примерно соответствуют значениям, выбранным для детализации.

При этом определяется поддиапазон, необходимый для регистрации наибольшей величины мощности дозы гамма-излучения в аномальной зоне, а также проводится разбивка временных (дополнительных) меток через 2, 5 или 10 м между основными метками.

2.26.1.2. Спуск прекращается при положении прибора (СП) на 2—3 м ниже метки (основной или дополнительной), которая предшествует аномалии.

2.26.1.3. Производится подъем скважинного прибора со скоростью и постоянной времени согласно данным, помещенным в

табл. 10. Запись аномалий выполняется в масштабе глубин 1:50 или 1:20 на том поддиапазоне, на котором наибольшая амплитуда аномалий составляет не менее половины рабочей ширины диаграммной ленты (кроме аппаратуры ПКС-1000 и ПРКС-2, для которых указанное требование не всегда выполнимо).

2.26.1.4. Величина скорости подъема обязательно должна быть подтверждена отметками времени на каротажной диаграмме. При

Таблица 10

Размеры монокристалла, мм Тип газонаполненного детектора	Минимальные значения τ , с	Максимальная скорость детализации, м/ч
30 × 70	0,5	300
30 × 40	1	150
30 × 25	1,5	100
18 × 30	3,0	50
30 × 10		
10 × 40		
СИ-4Г, СИ-23Г, СИ-31Г	6,0	50

отсутствии автоматической отбивки меток времени на диаграммной ленте по секундомеру записывается время прохождения всех меток глубин.

При записи аномалии в масштабе 1:50 (1:20) на ленте должно быть зафиксировано прохождение не менее двух меток глубин.

2.26.1.5. В случае, если аномальная зона (интервал) содержит максимумы, различающиеся по скорости счета в 3 раза и более, необходимо повторить запись на таком поддиапазоне, на котором наименьший, но не менее 7,2 пА/кг (100 мкР/ч), пик будет записан не менее, чем на 1/2 части диаграммной ленты. В остальных случаях все аномалии при детализации в масштабе глубин 1:50 (1:20) записываются один раз.

2.26.1.6. По окончании детализации аномалий скважинный прибор поднимается на поверхность и выполняются контрольные замеры согласно п. 2.8.1.

2.26.2. Детализация аномалии в процессе каротажа проводится в следующем порядке.

2.26.2.1. После выхода из аномальной зоны скважинный прибор останавливается на ближайшей метке, отключается лентопротяжный механизм и скважинный прибор возвращается к интервалу, где было зафиксировано начало (нижнее крыло) аномалии.

2.26.2.2. Включается детализационный поддиапазон (в приборе ПКС-1000 — канал $GK_{\text{кол}}$), устанавливается скорость подъема

скважинного прибора в зависимости от выбранной постоянной времени интегратора (табл. 10).

2.26.2.3. Запись аномалии проводится согласно требованиям п. 2.26.1.

2.26.2.4. Каротаж последующих интервалов скважины продолжается после детализации аномалии с перекрытием (3—5 м) предыдущей записи.

2.27. Если аномалии не укладываются на самом грубом поддиапазоне канала ГК, то необходимо:

2.27.1. Детализацию проводить с помощью детектора канала ГК (НГК), подготовленного согласно требованиям настоящей инструкции.

2.27.2. При работе с одноканальной аппаратурой типа РСК-М и КУРА-1 основной скважинный прибор заменить запасным детализационным скважинным прибором с монокристаллом малого размера, предварительно проградированным.

2.27.3. В случае отсутствия детализационного скважинного прибора детализация аномалий производится поисковым скважинным прибором, в котором основной монокристалл заменяется на запасной малого размера. При запасном детекторе должны быть градуировочные характеристики и контрольные измерения, полученные при градуировании.

2.28. При использовании каротажных радиометров на газоразрядных детекторах детализация аномалий производится, как правило, после завершения основного каротажа. Для детализационных измерений применяется заранее проградированный скважинный прибор с одним счетчиком СИ-23Г или СИ-31Г. Все дальнейшие операции аналогичны вышеописанным.

2.29. Если подъемный механизм не позволяет обеспечить скорость подъема скважинного прибора согласно табл. 10, детализация аномалий проводится точечным способом через интервалы 10 см.

Запись показаний пера регистратора на диаграммной ленте или отсчет по блику гальванометра на каждой точке измерений производится при значениях постоянной времени, которые указаны в табл. 10, спустя время не менее 3т после остановки скважинного прибора на точке.

Мощность дозы излучения определяется по осредненному значению записи скорости счета за полминуты.

2.30. Сведения о проведении гамма-каротажа скважин, а также по детализации аномалий заносятся в журнал (приложение 17).

2.31. Керн из аномальных интервалов исследуется и опробуется согласно методике, изложенной в приложении 15.

2.32. В структурно-поисковых и разведочных скважинах бескернового бурения на нефть, газ и воду из аномальных интервалов с содержанием урана 0,01% и более (по результатам количественной интерпретации) необходимо проводить отбор образцов

горных пород боковыми стреляющими грунтоносами в соответствии с методикой, изложенной в приложении 16.

2.33. Для оценки качества каротажных работ проводится контрольный каротаж. Он выполняется другим прибором (аналогичного типа) и более опытным и квалифицированным специалистом.

2.33.1. При невозможности использования другого прибора контрольный каротаж может быть выполнен той же аппаратурой, но заново проградированной.

2.33.2. Независимым контролем является также перекрытие кривых ГК при поинтервальном каротаже с учетом п.п. 2.33 и 2.33.1.

2.33.3. Поскольку в поисковых, картировочных, шнековых и буровзрывных скважинах, проходимых в рыхлых отложениях безобсадки ствола, независимый контрольный гамма-каротаж практически невозможен, последний заменяется повторным каротажем.

Повторный каротаж выполняется в объеме 20—50 м сразу после основного тем же прибором в характерном интервале скважины (наиболее дифференцированная часть диаграммы). Перед проведением повторного каротажа необходимо записать на диаграммной ленте «нуль» регистратора, фон, показания калибратора и контрольного источника.

2.33.4. Контрольный каротаж с разрешения вышестоящей организации в отдельных случаях может быть заменен наблюдениями на специально оборудованной контрольной скважине.

Контрольная скважина должна быть обсажена, иметь стабильные гидрогеологические и физические условия в околоскважинном пространстве и вскрывать, как минимум, один аномальный интервал.

2.33.5. Объем контрольного (повторного) каротажа должен составлять не менее 5% от общего метража каротажа для скважин, бурящихся на нефть и газ, и не менее 10% для остальных видов бурения.

Контрольно-повторные измерения необходимо равномерно распределять по площади и во времени. Ими должны быть охвачены как аномальные, так и безрудные скважины.

2.34. Погрешность измерений определяют по результатам обработки основного и контрольного (повторного) каротажа. Мерой погрешности измерений является среднеквадратическая погрешность. Она может быть рассчитана двумя способами:

— по площади каротажной диаграммы;

— по средней величине мощности дозы излучения.

2.34.1. Первый способ используют при наличии в разрезе скважины аномальных горизонтов, а также при четкой дифференциации разреза по гамма-каротажу.

Среднеквадратическую погрешность определяют путем сравнения площадей гамма-аномалий при основном (S_0) и контрольном (S_k) каротаже. Площадь выражается в $\mu\text{А}/\text{кг} \cdot \text{см}$ ($\text{мкР}/\text{ч} \cdot \text{см}$).

Среднеквадратическую погрешность подсчитывают по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Z_i^2}, \quad (14)$$

где n — число измерений (сопоставляемых площадей);

$$Z_i = \frac{\sqrt{2} [(S_o)_i - (S_k)_i]}{(S_o)_i + (S_k)_i}.$$

Если для проведения контрольного каротажа используют контрольную скважину, то

$$Z_i = \frac{(S_k)_i - S_k}{S_k}$$

где $S_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_k)_i$, а $(S_k)_i$ — результаты, получаемые по периодическим измерениям на контрольной скважине.

Среднеквадратическая относительная погрешность, определяемая величиной σ , при $n \geq 20$ не должна превышать 10%.

2.34.2. Второй способ применяют при слабой дифференциации разреза на гамма-каротажных диаграммах. Он заключается в следующем.

Диаграмму основного и контрольного (повторного) каротажа разбивают на интервалы с равными значениями радиоактивности пород и для каждого интервала путем осреднения находят среднюю величину мощности дозы.

Относительную среднеквадратическую погрешность на скважине определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{\sqrt{2n \sum_{i=1}^n [(a_o)_i - (a_k)_i]^2}}{\sum_{i=1}^n [(a_o)_i + (a_k)_i]} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где $(a_o)_i$ — среднее значение мощности дозы в i -м интервале при основном каротаже; $(a_k)_i$ — то же при контрольном каротаже; n — число сравниваемых интервалов.

Погрешность измерения при $n \geq 20$ не должна превышать 20% при радиоактивности пород до 0,72 пА/кг (10 мкР/ч), 15% — при радиоактивности от 0,72 пА/кг до 1,44 пА/кг (от 10 до 20 мкР/ч) и 10% при более высоких значениях радиоактивности.

2.35. Расхождение в глубинах интервалов, определенных по основному и контрольному каротажу не должно превышать:

Глубина скважины, м	Расхождение, м
до 500	0,5
500—1000	1,0
1000—2000	1,5
2000—3000	2,0
3000—4000	2,5
4000—5000	3,0
5000—6000	4,0
Свыше 6000	5,0

3. ОФОРМЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ГАММА-КАРОТАЖА

3.1. Материалы гамма-каротажа: диаграммные ленты, аппаратный журнал, журнал учета исследованных скважин, журнал настройки, градуирования каротажной аппаратуры и др. (см. приложения 3, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 16) являются отчетными документами и должны своевременно оформляться.

Диаграммы автоматической записи и данные точечного каротажа обрабатываются сразу после его проведения.

Подчистка материалов каротажа не допускается. На забракованных диаграммах ставят надпись «брак» и подпись лица, забраковавшего работу.

3.2. Первичная обработка гамма-каротажных диаграмм заключается в следующем.

3.2.1. Шкала (ось) глубин диаграммы разбивается на интервалы, кратные 10 м при поисковом каротаже и через 1 м при детализации. Разметка производится с учетом меток, сделанных при каротаже.

3.2.2. На ленте поднимаются тушью все записи, сделанные карандашом в процессе каротажа.

3.2.3. По шкале (оси) мощности дозы излучения разносятся в соответствующих масштабах значения пА/кг (мкР/ч), кратные 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 и т. д. На всех зарегистрированных аномалиях проставляются значения мощности экспозиционной дозы в пА/кг (мкР/ч).

3.2.4. Оглавляющая часть каротажной диаграммы должна иметь следующие сведения: дату каротажа, данные о конструкции скважины, буровом растворе, приборе и детекторах; привязку забоя и меток; отметки об используемых поддиапазонах; скорости подъема СП; значения постоянной времени интегратора; дату градуирования и показания от контрольного источника; подписи оператора и лица, проверившего ленту (приложение 19).

3.3. Обработка точечного каротажа заключается в переводе показаний прибора в пА/кг (мкР/ч) по градуировочному графику и построении кривой каротажа. Кривая каротажа строится в масштабах (по оси глубин и мощности дозы), принятых для данного района.

3.4. Аппаратурный журнал (приложение 3) заполняется по мере выполнения операций со станцией (прибором). В него заносятся данные о ремонте, настройке, градуировании, проведении каротажа, разметке кабеля, цене первой метки, консервации и расконсервации прибора.

3.5. Порядок оформления материалов по настройке и градуированию и требования, предъявляемые к ним, изложены в разделе 1 инструкции.

3.6. Журнал учета скважин, изученных методом гамма-каротажа (приложение 17), заполняется на базе партии (отряда) по завершении работ на скважине и сдачи материалов ответственному

лицу (начальнику каротажного отряда, партии, ст. геофизику или сотруднику контрольно-интерпретационной группы).

При выполнении промежуточного гамма-каротажа нефтяных и других глубоких скважин регистрация в журнале учета проводится по завершении гамма-каротажа по отдельным интервалам.

3.7. Гамма-каротажные диаграммы, подлежащие количественной интерпретации, подвергаются дополнительной обработке.

3.7.1. При графическом способе интерпретации гамма-аномалии, записанные в нелинейном масштабе, перестраиваются в линейный с таким расчетом, чтобы их амплитуды не превышали 10—20 см, а площадь была не менее 5 см². Перестройка проводится по точкам оси глубин через 2 мм с выходом на 1—2 см в нормальное поле с обеих сторон.

3.7.2. Для каждой аномалии на том же листе, где она построена, записываются (переносятся с подлинника каротажной диаграммы) следующие данные: номер скважины, район (участок), тип и номер каротажной аппаратуры, диаметр скважины в интервале аномалии, диаметр скважинного прибора, толщина свинцового экрана, плотность бурового раствора, общая толщина обсадных труб, толщина цементного кольца, угол встречи скважины с рудным пластом, коэффициент радиоактивного равновесия (при наличии сведений).

3.7.3. Подготовку гамма-каротажных диаграмм для интерпретации с помощью электронных вычислительных машин производят по соответствующим программам машинной обработки для ЭВМ.

3.8. Данные гамма-каротажа после обработки первичных материалов увязываются с результатами геологической документации керна и измерениями его радиоактивности (приложение 15).

3.9. Качество гамма-каротажных материалов оценивается следующими категориями: хорошее, удовлетворительное, брак.

3.9.1. Материалы принимаются с хорошей оценкой, если они получены при соблюдении всех требований настоящей инструкции. При этом:

3.9.1.1. Параметры прибора и оборудования и их технические характеристики соответствуют ТУ на указанные изделия, что подтверждается соответствующими документами метрологической службы по результатам периодических государственной или ведомственной проверок, проведенных в сроки, установленные ГОСТом или другими директивными указаниями.

3.9.1.2. Аппаратура настроена и проградуирована в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 1 инструкции.

3.9.1.3. Техника и методика контроля стабильности работы приборов отвечает разделу 1 инструкции.

3.9.1.4. Методика и техника проведения работ на скважинах удовлетворяет требованиям раздела 2 инструкции.

3.9.1.5. Погрешность в определении глубин не превышает величин, указанных в п. 2.35.

3.9.1.6. Среднеквадратическая погрешность, вычисленная по результатам обработки первичного и контрольного (повторного)

каротажа, в аномальных интервалах должна быть не более 10%, при фоновых значениях скорости счета — не выше 20% (см. п. 2.34).

3.9.1.7. Материалы гамма-каротажа оформлены в соответствии с п.п. 3.2.—3.6 и в них нет подчисток, а исправления подтверждены подписью исполнителя работ.

3.9.2. Материалы принимаются с оценкой удовлетворительно, если диаграммы гамма-каротажа записаны с дефектами, но результаты измерений не выходят за пределы допустимых погрешностей.

К дефектам относятся:

3.9.2.1. Отсутствие некоторых необходимых сведений в заголовке подлинников диаграмм.

3.9.2.2. Отсутствие записи «нуля» регистратора, калибратора в начале или конце гамма-каротажной диаграммы.

3.9.2.3. Отсутствие записей от контрольного источника («рабочего эталона») и фона в начале или конце диаграммы.

3.9.2.4. Большие разрывы на диаграммах или размывы фотозаписи, не исключающие возможность восстановления конфигурации кривой или величины аномалии.

3.9.2.5. Отсутствие до 20% количества меток в интервале 200 м.

3.9.2.6. Большое количество переносов, плохое взаимное расположение кривых, неудовлетворительная обработка фотобумаги.

3.9.2.7. Журнал измерений при точечном каротаже заполнен с помарками.

3.9.2.8. Прочие недостатки и упущения, не исключающие возможность использования диаграмм для решения задач, поставленных перед гамма-каротажем.

3.9.3. Забракованными считаются материалы гамма-каротажа, проведенного с погрешностями, превышающими допустимые, или с упущениями и помехами, которые нельзя исправить при камеральной обработке (завышены скоростные режимы, не выполнена соответствующая настройка приборов, отсутствует детализация аномалий, наличие неперекрытых «зашкалов», полностью отсутствуют записи от калибратора или контрольного источника).

3.10. Объемы гамма-каротажа по забракованным скважинам активированию не подлежат. Измерения в данных скважинах должны быть выполнены заново с соблюдением всех требований настоящей инструкции.

4. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДИАГРАММ ГАММА-КАРОТАЖА

4.1. Количественная интерпретация данных гамма-каротажа проводится для определения мощностей рудных тел и концентраций в них урана.

Она выполняется, в основном, графическим (ручным) способом. При этом получают среднюю концентрацию урана по стволу

Таблица 12

Наименование (марка) аппаратуры	Канал	Наличие свинцового экрана на детекторе	K_0 (0,01% $U_{экр}$)	
			мкР/ч	пА/кг
ДРСТ-3-90 ПКС-1000 („Зонд-1“)	ГГК ГК _{кол}	Есть (3,75 мм) Есть (1,5 мм—ГОСТ 9559—60)	95	6,84
ПРКС-2 („Виток-2“)	ГК			
ДРСТ-3-90 НГГК-62 (СП-62)	ГК ГК	Есть Без экрана То же	115	8,28
ДРСТ-1, ДРСТ-3-60 СРП-68-02, 03	ГГК ГК			
ДРСТ-1, ДРСТ-3-60 СРП-68-02, 03	ГК ГК	Есть (~2 мм) Есть (~1,5 мм)	130	9,36
ДРСТ-2, КУРА-2, РУР-2 КУРА-2, РУР-2, КУРА-1	ГК ГГК ГК			
ДРСТ-2, БКР-2 РСК-М, РСК-У	ГК ГК	Без экрана Есть (~2 мм) Без экрана То же	140	10,08
ДРСА, РУР-1 ПРКС-2, СРП-68-02, 03 СРП-2к	ГК ГК ГК			
			160	11,52
			170	12,24
			190	13,68
			210	15,12
			250	18,0

Примечание. Для бурых и каменных углей, величина $Z_{эфф}$ которых составляет 6,7—6,9, значения K_0 , приведенные в таблице для детекторов без свинцового экрана, увеличиваются на 10—20%.

4.4. При количественной интерпретации для урановых руд с рядовыми концентрациями и $Z_{эфф}$ от 12 до 16 пересчетный коэффициент K_0 в зависимости от различных факторов принимается равным значениям, приведенным в табл. 12.

Определение мощности

4.5. Форма гамма-аномалии (ширина и наклон восходящей и нисходящей частей кривой на каротажной диаграмме) обусловлена мощностью рудного тела и характером перехода (равномерным или контрастным) концентрации радиоактивных элементов от вмещающих пород к рудному объекту. Практически приходится встречаться с двумя разновидностями крыльев гамма-аномалий — крутыми и пологими, обязанными соответственно или резкой границе рудного тела с вмещающими породами, или постепенному изменению концентраций урана по его мощности. Пологие крылья отмечаются также в случае острого угла встречи скважины с рудными телами, даже если они имеют резкую границу с вмещающими породами.

4.6. В зависимости от характера оруденения и ширины аномалии для определения границ и мощности рудного тела применяют следующие способы: $1/2 J_{max}$, $Z_{1/2}$ и J_3 .

4.7. Для решения вопроса о характере оруденения (равномерное или неравномерное) и правильного выбора метода определения границ рудного тела используют данные анализа крутизны

скважины в пределах рудного интервала. В настоящее время разработаны программы для количественной интерпретации с помощью электронных вычислительных машин (ЭВМ). Применение ЭВМ наиболее эффективно для интерпретации данных гамма-каротажа на месторождениях с неравномерным характером оруденения и в тех случаях, когда форма гамма-аномалий осложнена ореолами забалансовых руд.

При количественной интерпретации необходимо учитывать поглощение гамма-излучения в буровом растворе, обсадных трубах и цементном кольце, нарушение радиоактивного равновесия между ураном и радием, наличие в рудах тория.

В настоящей инструкции рассматривается только первый (графический) способ интерпретации.

С методикой интерпретации результатов гамма-каротажа с помощью ЭВМ можно ознакомиться в «Инструкции по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений», 1974 г. [1].

4.2. В основу графического способа количественной интерпретации результатов гамма-каротажа положена зависимость

$$S K_0 q h, \quad (16)$$

где S — площадь гамма-аномалии, мкР/ч·см; h — видимая мощность рудного пересечения (в границах оруденения по стволу скважины), см; q — средняя концентрация урана в рудном теле, в 0,01% урана; K_0 — коэффициент пропорциональности (или пересчетный коэффициент), численно равный мощности дозы гамма-излучения радиоактивного насыщенного пласта с содержанием в нем 0,01% равновесного урана.

4.3. Величина пересчетного коэффициента K_0 зависит от типа детектора гамма-излучения, материала и толщины стенок скважинного прибора и свинцового экрана, а также от вещественного состава вмещающих пород и руд, который характеризуется эффективным атомным номером $Z_{эфф}$. Значение $Z_{эфф}$ у большинства горных пород, исключая каменный и бурый уголь, колеблется в не-больших пределах (табл. 11).

Таблица 11

Породы	$Z_{эфф}$	Породы	$Z_{эфф}$
Уголь бурый	6,7	Известняк	15,1
Уголь каменный	6,9 (5,8—10,3)	Ангидрит	15,3
Песчаник	12,4	Пегматит	13,4
Доломит	13,6	Гранит	13,6
Глина	13,1	Диабаз	15,9
Мергель	14,7		

крыльев аномалии по способу относительного градиента. Величину относительного градиента вычисляют по формуле:

$$g = \frac{J_2 - J_1}{J_2 x \sin \alpha}, \quad (17)$$

где α — угол встречи рудного тела со скважиной (при пересечении рудного тела скважиной по нормали угол $\alpha = 90^\circ$), остальные параметры крыла аномалии пояснены на рис. 11.

При равномерном характере оруденения и диаметре скважины до 150 мм величина g лежит в пределах 0,04—0,07 см⁻¹. Для

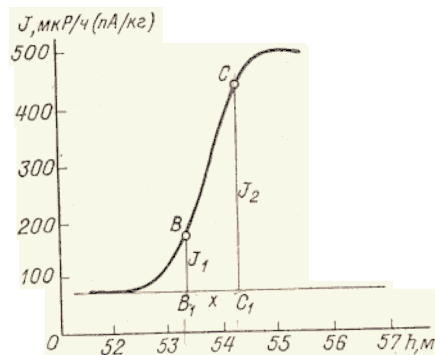


Рис.

нахождения границ рудного тела в данном случае применяют способ $1/2 J_{\max}$ или $Z_{1/2}$. Для рудных тел с постепенным изменением концентраций урана значения g меньше 0,04 см⁻¹. В этом случае границу рудного тела определяют по способу J_3 .

4.8. Способ $1/2 J_{\max}$ применяют для интерпретации гамма-аномалий, соответствующих телам, имеющим мощность не менее 40 см ($h\rho > 100$ г/см²).

4.8.1. По этому способу границы рудного тела находят по точкам на оси глубин, в которых мощность дозы равна половине разности между ее значениями во вмещающих породах и в ближайшем локальном максимуме (рис. 12). Если аномалия не имеет четких максимумов, положение границ определяют по точкам, в которых «прямолинейные» участки крыльев графика гамма-аномалии делятся пополам.

4.9. Применение способа $Z_{1/2}$ основано на зависимости ширины аномалии от мощности рудного тела (h) на уровне половины ее максимальной скорости счета за вычетом фона вмещающих пород. Эта зависимость для диаметров скважин от 40 до 300 мм и плотностей руд (ρ) от 1,25 до 3,5 г/см³ приведена на рис. 16.

Метод $Z_{1/2}$ используют для интерпретации аномалий, вызванных рудными телами мощностью менее 30—40 см ($h\rho < 100$ г/см²).

4.10. Определение мощности и границ рудного тела производят в следующей последовательности (рис. 14).

4.10.1. Раздельно для левой и правой ветвей гамма-аномалии измеряют параметры z_1 и z_2 (полуширину аномалии на уровне половины J_{\max} за вычетом фона вмещающих пород).

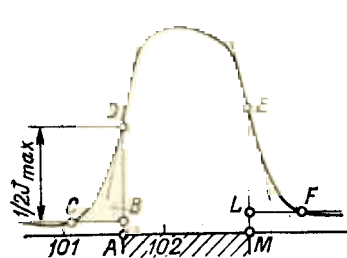


Рис. 12. Пример определения границ рудного тела по способу $1/2 J_{\max}$.

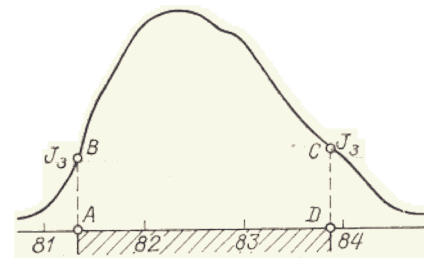


Рис. 13. Пример определения границ рудного тела по способу J_3 .

4.10.2. По графику номограммы, соответствующему конкретному диаметру скважины и плотности руды (рис. 16) для данной ширины аномалии $Z_{1/2} = z_1 + z_2$ с учетом масштаба записи, находят мощность рудного тела h .

4.10.3. От точки на оси глубины, соответствующей максимальному значению гамма-аномалии, в обе стороны откладывают от-

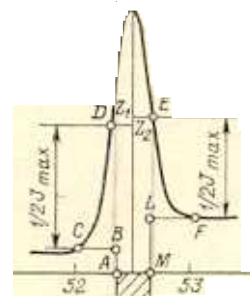


Рис. 14. Пример определения границ рудного тела по способу $Z_{1/2}$.

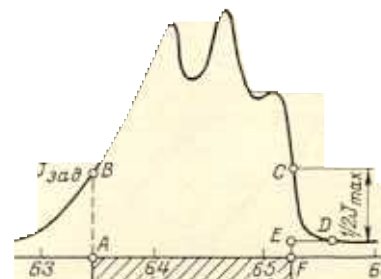


Рис. 15. Пример определения границ рудной пачки.

резки $h/2$, концы которых определяют границы рудного тела (точки A и M на рис. 14).

4.11. Способ заданной мощности дозы излучения (J_3) (рис. 13) применяют для определения границ рудных тел таких гамма-аномалий, которые имеют проекцию «прямолинейного» участка «ветви» кривой на ось глубины не менее 40 см ($h\rho \geq 100$ г/см²), что свидетельствует о постепенном изменении концентрации урана в пределах рудного тела. По этому способу границы оруденения находят по проекциям на ось глубин точек, в которых мощность до-

зы излучения соответствует заданной (балансовой) концентрации урана. Заданную мощность дозы излучения вычисляют по формуле:

$$J_3 = K_0 q_3, \quad (8)$$

где q_3 — заданная концентрация урана в рудах, в 0,01%; K_0 — расчетный коэффициент.

4.11.1. При наличии в скважине бурового раствора, обсадных труб и цементного кольца, а также при нарушении радиоактивного равновесия в рудах между ураном и радием и наличии в рудах тория в значении заданной мощности дозы, вычисленное по формуле (18), вносят соответствующие поправки (см. формулы (20), (24), (26), (27)).

4.11.2. Величина заданной мощности дозы не должна выходить за пределы «прямолинейных» участков диаграмм гамма-каротажа (рис. 13).

4.12. При интерпретации каротажных диаграмм, соответствующих чередованию маломощных (менее 20 см) рудных и безрудных пропластков, мощность всей пачки определяют по положению границ крайних рудных пропластков ее со стороны подошвы и кровли (рис. 15). В зависимости от формы «ветвей» кривой со стороны подошвы и кровли каждую из границ пачки устанавливают методом $1/2 J_{\text{пачк}}$ или J_3 .

4.12.1. Отдельные четкие пики кривой внутри рудной пачки соответствуют отдельным пластам или пропласткам (рис. 17).

При расстоянии между пластими 30 см и более «влияние» одного из них на другой мало, поэтому пики, отстоящие друг от друга на 30 см и более, можно рассматривать как отдельные аномалии на высоком фоне излучения. Метод определения мощности выбирают в зависимости от формы аномалии.

Примеры установления границ отдельных пластов и пропластков внутри пачки показаны на рис. 17.

Определение концентрации урана

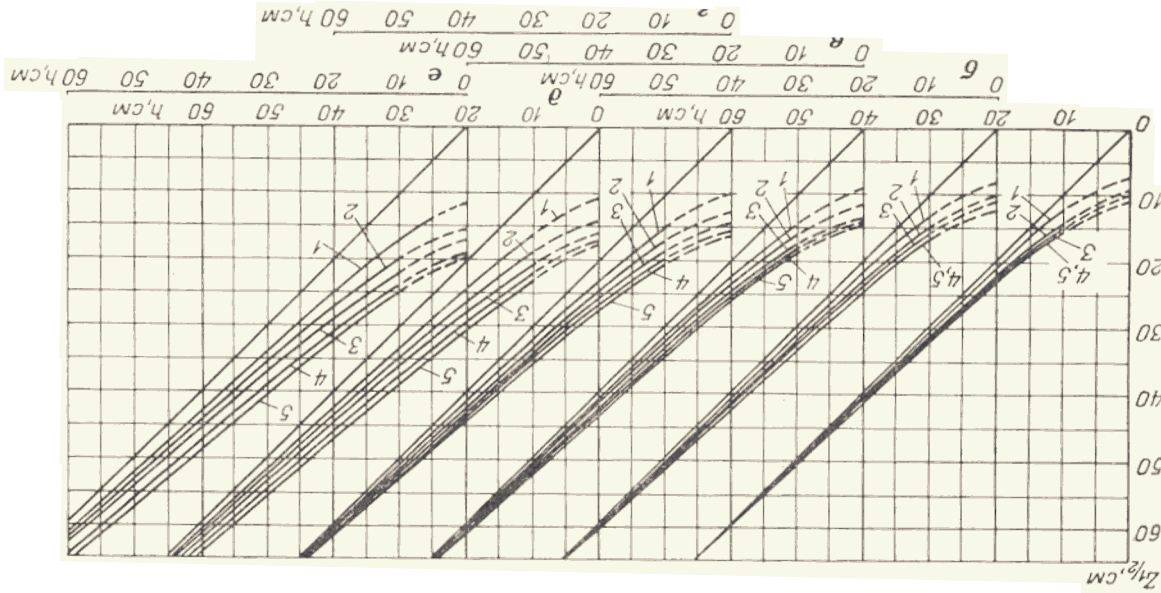
4.13. Среднюю концентрацию урана (q) в рудном теле определяют по формуле:

$$q = \frac{S}{100 \cdot K_0 h_b} \%, \quad (9)$$

где S — площадь аномалии пА/кг·см (мкР/ч·см); h_b — видимая мощность рудного тела, см; K_0 — расчетный коэффициент в пА/кг (мкР/ч) на 0,01% равновесного урана.

4.13.1. Контур, в пределах которого измеряют площадь гамма-аномалии S , устанавливают в зависимости от способа определения границ рудного тела.

Рис. 16. Нограммы для определения мощности рудного пересечения способом Z_{1/2}. Диаметр скважины, мм: 1—40; 2—80; 3—120; 4—200; 5—300. Плотность руды, т/см³: а—3,5; б—3,0; в—2,5; г—2,0; д—1,5; е—1,25.



Примеры оконтуривания площадей аномалий приведены на рис. 12 (контур ABCDEFLMA для способа $1/2 J_{max}$), рис. 14 (контур ABCDEFLMA для способа $Z_{1/2}$), рис. 13 (контур ABCDA для способа заданной мощности дозы).

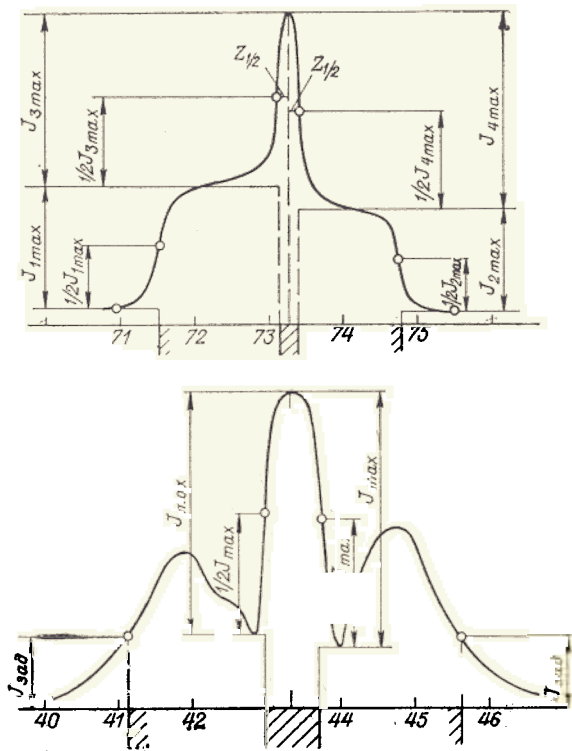


Рис. 17. Примеры определения границ пласта внутри рудной пачки.

Введение поправок при интерпретации гамма-каротажных диаграмм

4.14. Поправки на поглощение гамма-излучения буровым раствором, обсадными трубами и цементным кольцом при определении границ рудного тела по способу заданной мощности дозы вводят в величину J_3 , а при определении средней концентрации урана — в площадь гамма-аномалии S или в вычисленное значение q .

$$J_3^{испр} = П_{бур} П_{обс} П_{ц} K_0 q_3; \quad (20)$$

$$S^{испр} = \frac{S}{П_{бур} П_{обс} П_{ц}}; \quad (21)$$

$$q^{испр} = \frac{q}{П_{бур} П_{обс} П_{ц}}. \quad (22)$$

4.15. Для определения поправки на поглощение гамма-излучения буровым раствором $П_{бур}$ предварительно вычисляют эквивалентную толщину слоя бурового раствора ($T_{бур}$).

$$T_{бур} = \rho_0 (r - R) \text{ г/см}^2, \quad (23)$$

где ρ_0 — плотность бурового раствора, г/см^3 ; $2r$ — диаметр скважины, см; $2R$ — диаметр скважинного прибора, см.

Таблица 13

Поправки $П_{бур}$ на поглощение гамма-излучения буровым раствором

Эквивалентная толщина слоя бурового раствора $T_{бур}$, г/см^2	Значения $П_{бур}$ для приборов	
	ПКС-1000, ПРКС-2, СРП-68-02 (03), детекторы экранированы свинцовым фильтром; СП-62, детектор ВС-4 СИ-23Г и др.	ДРСТ, РСК-М, КУРА, РУР и им подобных
0,0	1,00	1,00
0,5	0,98	0,99
1,0	0,96	0,98
1,5	0,94	0,97
2,0	0,93	0,96
2,5	0,91	0,95
3,0	0,90	0,94
3,5	0,89	0,93
4,0	0,88	0,92
4,5	0,86	0,91
5,0	0,85	0,90
5,5	0,84	0,89
6,0	0,83	0,88
6,5	0,82	0,87
7,0	0,81	0,86
7,5	0,80	0,86
8,0	0,80	0,85
8,5	0,79	0,84
9,0	0,78	0,83
10,0	0,76	0,81
10,5	0,76	0,80
11,0	0,75	0,79
11,5	0,74	0,78
12,0	0,74	0,77
13,0	0,72	0,75
14,0	0,71	0,73
15,0	0,70	0,71
16,0	0,69	0,69

Результаты вычислений округляют до $0,5 \text{ г/см}^2$. Сведения о плотности бурового раствора получают от буровой службы, а диаметр скважины — по данным кавернометрии. В случае обсадки скважин без предварительной кавернометрии $2r$ принимают равным номинальному диаметру бурения.

Значения поправок $П_{бур}$ для различных типов аппаратуры находят по табл. 13.

4.16. Поправки на поглощение гамма-излучения обсадными трубами и цементным кольцом находят по табл. 14 и 15.

4.17. Поправку на нарушение радиоактивного равновесия между ураном и радием вводят при определении границ рудного тела в величину J_3 , а при вычислении средней концентрации урана —

Таблица 14

Поправки $\Pi_{\text{обс}}$ на поглощение гамма-излучения обсадными трубами

Толщина обсадных труб, мм	Значения $\Pi_{\text{обс}}$ для приборов			
	ПКС-1000, ПРКС-2, СРП-68-02, 03 и им подобных. Детекторы экранированы свинцовыми фильтрами толщиной 1,34—1,5 мм	ДРСТ-2, БКР-2, ДРСТ-3-60, РУР, РСК-М и им подобных. Детектор без свинцового экрана	СРП-68-02, 03; СРП-2к. Детектор без свинцового экрана	Аппаратура с газоаполненными детекторами СП-62, РКМ-4 и др.
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,5	0,93	0,97	0,95	0,97
1,0	0,96	0,95	0,96	0,95
1,5	0,95	0,93	0,87	0,92
2,0	0,93	0,91	0,83	0,90
2,5	0,91	0,88	0,80	0,88
3,0	0,90	0,86	0,77	0,86
3,5	0,88	0,83	0,75	0,84
4,0	0,87	0,81	0,72	0,82
4,5	0,85	0,79	0,70	0,80
5,0	0,84	0,77	0,67	0,78
5,5	0,82	0,75	0,65	0,77
6,0	0,80	0,73	0,63	0,75
6,5	0,79	0,71	0,61	0,73
7,0	0,78	0,69	0,59	0,72
7,5	0,76	0,67	0,57	0,70
8,0	0,75	0,65	0,56	0,69
8,5	0,74	0,64	0,55	0,68
9,0	0,72	0,62	0,54	0,66
10,0	0,70	0,59	0,52	0,64
12,0	0,66	0,55		0,59

в значение q , в том случае, если коэффициент радиоактивного равновесия $K_{\text{рр}}$ отличается от 1 более чем на $\pm 0,1$ (более 10%).

$$J_3^{\text{испр}} = \Pi_{\text{зур}} \Pi_{\text{обс}} \Pi_{\text{ц}} K_0 q_3 K_{\text{рр}}; \quad (24)$$

$$q^{\text{испр}} = \frac{q}{\Pi_{\text{зур}} \Pi_{\text{обс}} \Pi_{\text{ц}} K_{\text{рр}}} \quad (25)$$

4.18. Поправку на наличие в рудах тория вводят в том случае, если по данным статистической обработки лабораторных анализов проб керна для рудного тела установлено, что концентрация тория (или торий-урановое отношение) сохраняется в среднем постоянной и составляет более 10% от концентрации урана.

4.18.1. При определении границ рудного тела, поправка на наличие в рудах тория в величину J_3 вводится по формулам:

$$J_3 = K_0 (q_3 + Cq_{\text{Th}}); \quad (26)$$

$$J_3 = K_0 q_3 (1 + CK_{\text{Th}}), \quad (27)$$

где C — урановый эквивалент тория, равный 0,4; $K_{\text{Th}} = q_{\text{Th}}/q_{\text{U}}$ — торий-урановое отношение, здесь q_{Th} — концентрация тория в руде, q_{U} — концентрация урана в руде.

Таблица 15

Поправки $\Pi_{\text{ц}}$ на поглощение гамма-излучения цементом

Толщина слоя цемента, см	Значения $\Pi_{\text{ц}}$ для приборов	
	ДРСТ-2, ДРСТ-3-60 БКР-2, РУР, РСК-М	СП-62 и др. Детекторы ВС-4, СИ-23Г
0,0	1,00	1,00
0,5	0,96	0,95
1,0	0,92	0,91
1,5	0,88	0,86
2,0	0,85	0,81
2,5	0,81	0,77
3,0	0,78	0,74
3,5	0,74	0,70
4,0	0,71	0,66
4,5	0,68	0,63
5,0	0,65	0,60
5,5	0,62	0,57
6,0	0,59	0,54
6,5	0,56	0,52
7,0	0,53	0,49
7,5	0,51	0,47
8,0	0,48	0,44
8,5	0,46	0,42
9,0	0,43	0,40
9,5	0,41	0,38
10,0	0,39	0,36
10,5	0,37	0,35
11,0	0,35	0,33
11,5	0,33	0,32
12,0	0,31	0,30
12,5	0,29	0,29

4.18.2. При определении средней концентрации урана поправка вводится по формуле:

$$q_{\text{U}} = q \frac{Cq_{\text{Th}}}{1 + CK_{\text{Th}}}; \quad (28)$$

$$q_{\text{U}} = \frac{q}{1 + CK_{\text{Th}}}, \quad (29)$$

где q — концентрация урана, вычисленная по формуле (22).

4.19. При массовых поисках, когда проводится гамма-каротаж отдельных скважин, как правило, отсутствуют сведения о радио-

активном равновесии и наличии тория. Поэтому на начальной стадии исследований скважин учесть эти факторы не представляется возможным. В связи с этим по данным интерпретации гамма-каротажных диаграмм определяется суммарная концентрация радиоактивных веществ в эквиваленте равновесного урана. Выше указанные поправки вводят после опробования керна и производства соответствующих лабораторных анализов.

Результаты количественной интерпретации заносят в специальный журнал (приложение 18).

4.20. Особенности интерпретации диаграмм гамма-каротажа, полученных над рудами с высокой концентрацией урана и над рудными пересечениями с переменной плотностью рассмотрены в «Инструкции по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений», 1974 г. [1].

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГАММА-КАРОТАЖЕ СКВАЖИН И РАБОТЕ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

5.1. Массовые поиски входят в комплекс основных геологоразведочных и промыслово-геофизических работ и выполняются в соответствии с утвержденными проектами и существующими правилами безопасности при ведении работ.

5.2. Основными опасными и вредными производственными факторами при проведении каротажных работ являются следующие.

5.2.1. Наличие движущихся и вращающихся частей механизмов, обуславливающих возможность механических травм.

5.2.2. Электрический ток высокого напряжения, обуславливающий возможность электротравм.

5.2.3. Наличие ядовитых (отработанные газы), легковоспламеняющихся веществ, вызывающих ожоги и отравления.

5.2.4. Неблагоприятные факторы окружающей среды, опасные объекты на местности, неблагоприятные метеорологические условия и т. д.

5.2.5. Опасность радиоактивного облучения.

5.3. Для соблюдения безопасных условий работы по п.п. 5.2.1—5.2.4 следует руководствоваться «Правилами безопасности при геологоразведочных работах», 1979 г., «Сборником типовых инструкций по охране труда для рабочих, занятых на геологоразведочных работах», 1980 г. и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5.4. Кратко основные требования безопасности при проведении каротажных работ заключаются в следующем.

5.4.1. Геофизические исследования разрешается проводить только в специально подготовленных скважинах (см. приложение 12).

5.4.2. При работе на скважине работники каротажного отряда должны постоянно носить защитные каски, использовать диэлектрические средства защиты (перчатки, сапоги, коврики).

5.4.3. Все операции (включение напряжения, начало подъема и спуска и т. д.) должны проводиться только после предварительного оповещения всех присутствующих на скважине.

5.4.4. До начала каротажа необходимо:

5.4.4.1. Проверить надежность крепления и исправность спуско-подъемных механизмов, систем тормозного управления, кабелеукладчика, прочность крепления груза (зонда) к кабелю, исправность датчиков глубин и натяжения, наличие на кабеле предупредительных меток.

5.4.4.2. Проверить прочность крепления блок-баланса над устьем скважины. Подвесной ролик необходимо укреплять растяжками, оттяжной ролик необходимо надежно (болтами, хомутами и т. п.) укрепить у ротора или на полу буровой.

5.4.4.3. Надежно закрепить каротажную станцию (подъемник) и заземлить ее (к контуру заземления буровой). Величина суммарного сопротивления заземления и подводящего провода не должна превышать 10 Ом. Подключение станции к сети до заземления не допускается.

5.4.4.4. Кабель, соединяющий оборудование с электросетью, должен быть подвешен на высоте не менее 2 м или проложен на козлах, подставках высотой не менее 0,5 м от земли в стороне от проходов, дорог, тропинок.

5.4.5. Во время спуско-подъемных операций запрещается:

5.4.5.1. Наклоняться над кабелем, переходить через него и под ним, брать руками за движущийся кабель.

5.4.5.2. Производить установку или поправку меток, откусывать торчащие проволоки и закреплять их концы при движении кабеля.

5.4.5.3. Очищать кабель от грязи и бурового раствора вручную.

5.4.6. Скорость подъема кабеля при подходе к башмаку обсадной колонны и после появления первой предупредительной метки должна быть снижена до 250 м/ч.

5.4.7. Для освобождения прихваченного или заклинившегося в стволе скважины кабеля (или прибора) следует его непрерывно «расхаживать». При «расхаживании» нагрузка на кабель не должна превышать 50% его разрывного усилия. Запрещается во время «расхаживания» находиться между лебедкой и устьем скважины, а также вблизи устья скважины.

5.4.8. При возникновении пожара на буровой, а также выброса фонтанирования, оператор обязан немедленно прекратить работу, отключить станцию и вывести ее в безопасное место.

5.4.9. В случае загорания трансформатора, электропроводки и т. д. необходимо срочно отключить ток и для тушения огня воспользоваться огнетушителем.

5.4.10. Работники каротажного отряда должны знать способы и приемы оказания первой помощи пострадавшим, знать место на-

хождения аптечки и уметь пользоваться имеющимися в аптечке средствами.

5.5. Для обеспечения радиационной безопасности при проведении гамма-каротажа персонал каротажного отряда должен строго выполнять требования соответствующих разделов «Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» (ОСП-76), «Основных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений при поисках и разведке полезных ископаемых», «Норм радиационной безопасности» (НРБ-76), а также «Правил безопасности при транспортировке радиоактивных веществ» № 1139—73.

5.6. Ответственность за соблюдение правил радиационной безопасности несет начальник партии (отряда).

5.7. В соответствии с действующими положениями совершенно обязательно осуществлять следующие мероприятия.

5.7.1. Персонал каротажного отряда подлежит предварительным (при поступлении на работу) и периодическим медицинским осмотрам в сроки, установленные ОСП—76.

5.7.2. Необходимо производить учет доз облучения, получаемых персоналом каротажного отряда при работе с искусственными и естественными источниками ионизирующих излучений. Величину доз определяют с помощью индивидуальных дозиметров, а при их отсутствии — расчетом.

5.8. Хранение радиоактивных источников излучений должно проводиться в отдельных специально оборудованных помещениях (базовых хранилищах), расположенных на охраняемой территории. Уровень излучения на наружной поверхности хранилища не должен превышать 7,2 пА/кг (100 мкР/ч).

5.8.1. На наружной поверхности мест хранения должны быть знаки радиационной опасности, хорошо различимые с расстояния 3 м.

5.8.2. В полевых условиях при временных и сезонных работах разрешается временное хранение радиоактивных источников излучений в транспортных средствах под охраной.

5.8.3. В хранилищах радиевые и другие источники ионизирующих излучений должны находиться в специальных защитных контейнерах из свинца, толщина стенок которых обеспечивает уменьшение мощности дозы излучения на их поверхности до величин не более 21,6 пА/кг (300 мкР/ч), или в обсаженных скважинах глубиной свыше 2 м.

5.9. Порядок получения радиоактивных источников излучения с базового склада, их транспортировки оговорены упомянутыми выше специальными правилами.

5.9.1. Транспортные средства, используемые для перевозки радиоактивных источников, должны иметь знак радиационной опасности, и уровень мощности дозы излучения на наружной поверхности кузова автомобиля (транспортного средства) не должен превышать 7,2 пА/кг (100 мкР/ч).

5.9.2. Транспортирование радиоактивных источников на расстояние до 100 м может проводиться двумя лицами в переносном контейнере на штанге длиной не менее 1 м.

5.10. Для работы с радиоактивными источниками излучений (градуирование, настройка аппаратуры и т. п.) выделяются отдельные помещения, которые должны соответствовать требованиям СН 245-71 для лабораторных помещений.

5.10.1. При использовании радиоактивных источников вне помещений или в общих производственных помещениях необходимо располагать источник в наибольшем удалении от людей, а излучение направлять в сторону земли или в противоположную сторону от работающего персонала.

5.11. При работе с радиоактивными источниками во избежание превышения предельно-допустимых доз (ПДД) необходимо:

5.11.1. Использовать экраны, контейнеры, манипуляторы, захваты и другие защитные приспособления и принадлежности.

5.11.2. Максимально удалять источники ионизирующих излучений от работающих.

5.11.3. Снижать по мере возможности время пребывания работающих.

5.12. Предельно-допустимой дозой (ПДД) внешнего облучения всего организма человека гамма-лучами с энергией до 480 фДж (3МэВ) считается доза в $2,58 \cdot 10^{-5}$ Кл/кг (0,1 Р) за неделю.

Чтобы не превышать ПДД, мощность дозы на рабочем месте при работе полный день не должна быть более 172,8 пА/кг (2400 мкР/ч) при шестидневной неделе и свыше 180 пА/кг (2500 мкР/ч) — при пятидневной.

5.13. Расчет дозы облучения в кулонах на килограмм (Кл/кг) или рентгенах (Р) на расстоянии R (в см) от радиевого источника за время t (в ч) производят по формуле:

$$D = J_{100} \left(\frac{100}{R} \right)^2 t$$

или

$$D = 2,17 \cdot 10^{-3} \frac{at}{R^2}, \text{ Кл/кг} \left(D = 8,4 \frac{at}{R^2}, \text{ Р} \right),$$

где J_{100} и a — паспортные значения соответственно мощности экспозиционной дозы излучения на расстоянии 100 см, А/кг (мкР/ч), и массы радия, мг.

5.14. В качестве примера рассчитаем дозу облучения, получаемую при градуировании каротажного радиометра. Следует отметить, что именно при градуировании существует наибольшая опасность облучения, так как время работы с источником в этом случае значительно больше, чем при других операциях с источниками.

Предположим, что производится градуирование аппаратуры КУРА-2 на разборной установке с неколлимированным пучком гамма-излучения на всех поддиапазонах по 5 точкам на каждом из них. При градуировании и контрольных измерениях использу-

Содержание операций	Расстояние от источника, см	Продолжительность операции, мин	Кодирование операции	Общее время, ч	Доза облучения Д	
					Кл/кг	Кл/кг
Доставка источника из хранилища к градуировочной установке и обратно с использованием пинцета	50	6	4	0,4	$D_1 = 2,17 \cdot 10^{-3} \times \frac{0,1 \cdot 0,4}{50^2} = 3 \cdot 10^{-8}$	$D_1 = \frac{8,4 \cdot 0,1 \cdot 0,4}{50^2} = 0,00013$
Перестановка источника в процессе градуирования	30	2	60	2	$D_2 = 2,17 \cdot 10^{-3} \times \frac{0,1 \cdot 2}{30^2} = 4,8 \cdot 10^{-7}$	$D_2 = \frac{8,4 \cdot 0,1 \cdot 2}{30^2} = 0,0018$
Проведение измерений (запись)	500	3	60	3	$D_3 = 2,17 \cdot 10^{-3} \times \frac{0,1 \cdot 3}{500^2} = 2,6 \cdot 10^{-9}$	$D_3 = \frac{8,4 \cdot 0,1 \cdot 3}{500^2} = 0,00001$
Перестановка источника при контрольных измерениях	30	2	10	0,33	$D_4 = 2,17 \cdot 10^{-3} \times \frac{0,1 \cdot 0,33}{30^2} = 7,9 \cdot 10^{-8}$	$D_4 = \frac{8,4 \cdot 0,1 \cdot 0,33}{30^2} = 0,0003$
Запись контрольных измерений	200	3	10	0,5	$D_5 = 2,17 \cdot 10^{-3} \times \frac{0,1 \cdot 0,5}{200^2} = 2,7 \cdot 10^{-9}$	$D_5 = \frac{8,4 \cdot 0,1 \cdot 0,5}{200^2} = 0,00001$
Итого				6,23	$\Sigma D = 5,9 \cdot 10^{-7}$	$\Sigma D = 0,00225$

есть источник типа Ra-14 ($a=0,1$ мР рад/д). Всего необходимо порадировать 8 поддиапазонов канала ГК и 2 поддиапазона канала ГК.

Условия проведения градуирования (количество операций, время затраченное на одну операцию, расстояние от источника) и расчеты получаемых доз облучения приведены в табл. 16.

Таким образом, суммарная доза, полученная оператором за рабочий день в процессе градуирования, составит $5,9 \cdot 10^{-7}$ Кл/кг (0,0022 Р).

**ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРА ПАСК
К КАРОТАЖНОМУ ПРИБОРУ «ЗОНД-1» И ПРКС-2**

Подключение ПАСК к каротажному прибору ПКС-1000 («Зонд-1») следует производить следующим образом.

На одноканальный выход прибора «Зонд-1» подключается резистор, величина которого должна быть такой, чтобы номинальные значения отклонения пера ПАСК и индикаторного прибора «Зонд-1» имели одно и то же значение. Величина резистора, включенного на выходе «Зонд-1», не должна превышать 200 Ом. Измерения производятся на линейной шкале ПАСК.

Аналогично подключается прибор ПРКС-2, при этом значение сопротивления резистора на выходе должно быть порядка 40 Ом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений./Составители А. К. Овчинников, Т. Ф. Иващенко и др., 1974.
2. Методическая инструкция по использованию аппаратуры ДРСТ-2, РСК-М, РК-60Л и РК-140 при массовых поисках./Составители А. К. Овчинников, Т. Ф. Иващенко и др., М., Недра, 1967.
3. Иващенко Т. Ф. и др. К вопросу о повышении стабильности работы сцинтилляционных гамма-радиометров. Геофизическая аппаратура. Вып. 23. Л., Недра, 1965.
4. Новиков Г. Ф., Капков Ю. Н. Радиоактивные методы разведки. Л., Недра, 1965.
5. Скважинная ядерная геофизика (справочник геофизика). М., Недра, 1978.
6. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. М., Госгеолтехиздат, 1963.
7. Дополнение к «Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах». М., 1972.
8. Шашкин В. Л. Опробование радиоактивных руд по гамма-излучению. М., Атомиздат, 1972.
9. Временная методическая инструкция к гамма-каротажной аппаратуре НГГК, РАРК и ПГКР, используемой при проведении массовых поисков.
10. Инструкция по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1963.
11. Нормы радиационной безопасности НРБ-76. М., Атомиздат, 1978.
12. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-76. М., Атомиздат, 1978.
13. Основные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений при поисках и разведке полезных ископаемых. М., 1977.
14. Правила безопасности при геологоразведочных работах, М., Недра, 1979.
15. Сборник типовых инструкций по охране труда для рабочих, занятых на геологоразведочных работах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Организация _____

АППАРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛ

каротажного прибора типа _____ № _____

Время		Дата	Вид работ (проверка и подготовка аппаратуры к работе, ремонт, градуирование, разметка кабеля, каротаж, отметки о передаче на проверку другой организации, их результаты)	Кто проводил (должность) Ф. И. О.	Подпись
от	до				
1	2	4	5	6	7

Примечание. Журнал заполняют в дни работы с аппаратурой.

КАБЕЛИ ГРУЗОНЕСУ

Технические

Марка кабеля по		Число жил в кабеле	Номинальное разрывное усилие, кН (ТС)	Для рабочих температур в скважине, °С	Для работ в скважинах, имеющих в приобойной зоне гидростатическое давление, МПа (кгс/см ²)
настоящему стандарту	раннее действующей документации				
КГ1-24-180	КОБДФМ-2		24 (2,4)	180	98 (1000)
КГ1-53-180	КОБДФ-6		53 (5,4)	180	98 (1000)
КГ3-67-180	КТБФ-6	3	67 (6,9)	180	98 (1000)
КГ7-68-100	КСБФ-6	7	68 (7,0)	180	98 (1000)
КГ1-66-250	КФКО-6	1	66 (6,8)	250	147 (1500)
КГ1-59-220	ККФБ-1	1	59 (6,0)	220	117,6 (1200)
КГ1-59-250	ККТФБ-1		59 (6,0)	250	147 (1500)
КГ3-78-250	ККТФБ-3		78 (8,0)	250	147 (1500)
КГ1-24-90	КПКО-2		24 (2,4)	90	39,2 (400)
КГ1-53-90	КПКО-2		53 (5,4)	90	78,4 (800)
КГ3-59-90	КПКТ-6	3	59 (6,0)	90	78,4 (800)
КГ7-68-90	КПКС-6	7	68 (7,0)	90	78,4 (800)
КГ3-10-70 Во	КТО-1	3	10 (1,0)	70	29,4 (300)
КГ3-18-70 Во	КТО-2	3	18 (1,8)	70	29,4 (300)
КГ3-3-70 Ш	КТШ-0,3	3	3 (0,3)	70	29,4 (300)
КГ3-18-70 ШМ	КЧШН-2	3	18 (1,8)	70	58,8 (600)
КГ4-18-70 ШМ	КЧШН-2	4	18 (1,8)	70	58,8 (600)
КГ4-35-70 ШМ	КЧШН-4	4	35 (3,6)	70	58,8 (600)
КГ6-35-70 ШМ	КШШН	6	36 (3,6)	70	58,8 (600)
КГ1-2-50 КШ	КРГПВ (КРТ-3)		2 (0,2)	50	1,96 (20)
КГ1-44-90 К	КРК-2		44 (4,5)	90	78,4 (800)
КГ17-59-180 ШМ	КЗФ-6	17	59 (6,0)	180	78,4 (800)

Примечание. Расшифровка марки кабеля: КГ — кабель геофизический, 1-я цифра — максимальная рабочая температура, °С; Буквы после цифр — тип оболочки: Во — оплетка кабеля.

Например: КГ3-18-70 ШМ — Кабель геофизический трехжильный с номинальным усилием 18 кН и максимальной рабочей температурой 70°С в маслостойкой шланговой оболочке.

КГ1-44-90К — Кабель геофизический с одной коаксиальной парой, с номинальным

ЩИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ

условия

ГОСТ 6020—77

Диаметр жилы, мм	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	Наружный диаметр кабеля, мм	Электрическое сопротивление изоляции кабеля, МОм на 1 км		Электрическое сопротивление токопроводящих жил. Ом на 1 км	Масса 1 км, кг
				с гос. знаком качества	I категория качества		
0,96	0,7	—	6,3	15 тыс.	10 тыс.	24,31	195
	1,4	—	9,2	"	"	24,31	345
	0,9	—	12,1	"	"	25,53	499
	0,7	—	12,5	"	"	25,53	602
	0,5	1,0	10,0	"	"	18,0	677
	0,6	1,0	9,9	"	"	20,0	407
	0,6	1,0	9,9	"	"	20,0	395
	0,6	0,7	14,1	"	"	20,0	671
	0,7	—	6,3	10 тыс.	5 тыс.	24,31	178
	1,5	—	9,4	"	"	40,0	361
	0,7	—	10,6	"	"	25,53	422
	0,7	—	12,5	"	"	25,53	517
3,8	1,4	—	16,0	250	150	56,0	362
	1,8	—	18,8	"	"	38,0	480
	1,8	—	12,4	"	"	50,0	186
3,3	1,0	2,0	19,4	250	150	38,0	567
	1,8	2,5	21,1	"	"	38,0	683
	1,8	2,5	23,6	"	"	19,0	939
	1,8	2,5	25,1	"	"	38,0	1018
2,4	1,9	1,2	9,0	10 тыс.	5 тыс.	30,0	125
	1,2	1,0	9,8	"	"	24,31	346
	0,7	3,0	28,1	"	"	40,0	1400

— число жил в кабеле; 2-я цифра — номинальное разрывное усилие, кН (ТС); 3-я цифра — волокинистого материала: Ш — шланговая; ШМ — шланговая маслостойкая; К — коаксиальный

усилием 18 кН и максимальной рабочей температурой 70°С в маслостойкой шланговой оболочке. КГ1-44-90К — Кабель геофизический с одной коаксиальной парой, с номинальным разрывным усилием 44 кН и максимальной рабочей температурой 90°С.

АКТ

о промере кабеля

Мы, нижеподписавшиеся,

составили настоящий акт в том, что произведена разметка (проверка) кабеля на подъемнике (лебедке) № прибора типа №
 Марка кабеля Длина кабеля на лебедке
 Цена первой метки Куски кабеля в метрах
 Длина измеренного кабеля Длина куска
 Изменение длины кабеля по сравнению с предыдущим промером:
 укорочение удлинение
 Кабель промерялся (тип ленты и дата ее проверки) ...

Примечание.

.....
 вес груза, характеристика раствора и т. д.

№ меток	Показания счетчика	№ меток	Показания счетчика	Примечания

Представитель каротажной группы
 буровой группы
 геологической службы

ЖУРНАЛ

настройки аппаратуры (установки энергетического порога регистрации)

Дата

2. Тип прибора и его номер
3. Тип ФЭУ и его номер
4. Тип кристалла, его номер и размеры
5. Ток стабилитрона в микроамперах
6. Тип источника гамма-излучения
7. Должность, фамилия, подпись проводившего настройку

№ пп	Положение переключателя делителя амплитуд П	Истинные значения коэф-фициентов деления, $K_{ист}$	Показания прибора, имп/с или мм диаграммной ленты	Значение уровня дискриминации E_n , ФДж (кэВ) в положении П	Примечание
1		1,0			$U_{раб} =$ $P_{раб} =$
2		1,9			
3		3,1			
4		4,2			
5		5			
6		5,9			
7		7,2			
8		8,3			
9		9,4			
10		10,6			

Организация

ЖУРНАЛ

снятия счетной характеристики прибора

1. Дата
2. Тип прибора и его номер
3. Тип ФЭУ и его номер
4. Тип, размеры кристалла и его номер
5. Ток стабилитрона в микроамперах
6. Тип источника гамма-излучения
7. Должность, фамилия и подпись проводившего снятие счетной характеристики прибора

№ пп	Напряжение на ФЭУ, В	Показания прибора, имп/мин или мм ленты регистратора	Примечание
			Параметры счетной характеристики: 1) протяженность — В 2) наклон % 3) «рабочее напряжение» — В.

Примечание. Разрешается все сведения по снятию счетной характеристики аппаратуры записывать на диаграммную ленту, на которой была произведена запись показаний прибора при различных значениях напряжения питания фотозлектронного умножителя.

ЖУРНАЛ

настройки прибора СРП-68-02, 03

1. Дата
2. Прибор и его номер
3. Тип ФЭУ и его номер
4. Тип, размеры кристалла и его номер
5. Рабочее напряжение питания ФЭУ
6. Тип источника гамма-излучения
7. Значение отсчетов $N \dots N_1 \dots$
 отношение $\frac{N_1}{N} = \dots$
8. Должность, фамилия и подпись, проводившего настройку

ПРОВЕРКА ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ КАНАЛОВ ГГК (НГК) НА ГАММА-КАНАЛ В ДВУХКАНАЛЬНЫХ РАДИОМЕТРАХ (ДРСТ-2, ДРСТ-3, КУРА-2, БКР-3 И ДР.)

Конструкция двухканальных радиометров позволяет проводить одновременно с гамма-каротажем измерения по другим методам (ГГК, ННК и НГК).

При этом передача в наземный пульт сигналов двух детекторов, расположенных в одном скважинном приборе, производится по одной жиле кабеля с разделением их в наземном пульте. За счет совпадения импульсов разных каналов во времени и недостаточного их разделения по каналам в наземном пульте радиометра возможны искажения показаний по гамма-каналу, зависящие от загрузки второго канала (ГГК, НГК, ННК). Это может привести к регистрации ложных



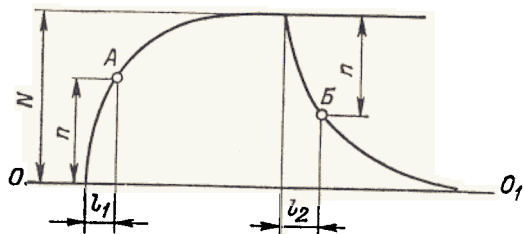
или к значительному искажению истинных значений гамма-аномалий. Поэтому при подготовке двухканальных радиометров к работе необходима тщательная проверка влияния работы каналов ГГК, НГК на показания гамма-канала. Для этого после отдельной настройки каждого канала аппаратуры (с кабелем) следует включить одновременно оба канала и проверить показания гамма-канала при возрастании загрузки второго канала до максимальной величины. Загрузка каналов ГГК, НГК, ННК производится с помощью радиевого источника (Ra-14 и др.). В канале ННК необходимо предварительно заменить детектор нейтронов на кристалл NaJ(Tl).

Для исключения влияния излучения гамма-источника на гамма-канал источник необходимо поместить в свинцовый экран с толщиной стенки не менее 50 мм. Источник располагается вплотную к скважинному прибору (в защитном корпусе), как показано на рисунке.

Перемещая источник вдоль прибора в сторону детектора ГГК (с шагом 2—3 см), с помощью пересчетного устройства наблюдают показания гамма-канала, а величину загрузки другого канала (ГГК или НГК) фиксируют с помощью регистратора. Если увеличение загрузки другого канала до его максимальной величины не сказывается на показаниях гамма-канала, то прибор может использоваться для одновременной работы двумя каналами. В противном случае, до устранения причин, обуславливающих влияние работы канала ГГК (НГК) на показания гамма-канала, не разрешается использовать одновременно с проведением гамма-каротажа другие каналы аппаратуры. Допустимые предельные величины взаимного влияния каналов в пА/кг (мкР/ч) указываются в паспорте прибора.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ ИНТЕГРАТОРА

Значение постоянных времени интегратора (τ) каждого вновь поступившего с завода прибора необходимо уточнить при подготовке его к работе. В дальнейшем периодичность поверки τ устанавливается один раз в год. Определение постоянной времени производится после прогрева аппаратуры в следующем порядке. С помощью секундомера по 3—4 замерам определяется средняя максимальная скорость протяжки ленты регистратора в мм/с. Затем «выход» интегратора ставится в положение максимального его значения, а от калибратора подается такая частота импульсов, чтобы на 3 или 4 диапазоне показания прибора составили не менее $3/4$ шкалы регистратора. После этого выключается калибратор и на



регистраторе записывается положение нуля. Далее, при максимальной скорости протяжки ленты регистратора 3—4 раза записываются показания прибора для каждого значения постоянной времени τ интегратора при включении и выключении импульсов калибратора, частота которых установлена ранее. Пример записи показан на рисунке.

Для определения величины τ на крыльях графика, соответствующих увеличению и уменьшению показаний прибора, находят точки A и B, где величина показания прибора составляет 63% от его значения N, получаемого при полной зарядке емкости интегратора, или ее разрядке, т. е. $n=0,63 N$. Из точек A и B опускается перпендикуляр на ось OO_1 и находят длину отрезков l_1 и l_2 (в мм). Постоянная времени интегратора (для каждой записи) определяется в секундах по формуле:

$$\tau = \frac{l_1 + l_2}{2v}$$

где v — скорость протяжки ленты самописца, мм/с.

Окончательное значение τ определяется как среднеарифметическое из 3—4 замеров и записывается в аппаратурном журнале с указанием даты определения.

В тех случаях, когда в конструкции регистратора не предусмотрена протяжка диаграммной ленты электромотором или скорость протяжки недостаточна, рекомендуется τ определять следующим образом. Включается 2-й или 3-й диапазон прибора и устанавливается нулевое положение пера (блика) регистратора.

На вход пульта подается такая частота импульсов калибратора (генератора), чтобы показания регистратора N_0 составили не менее $3/4$ его шкалы. По полученной величине N_0 рассчитываются следующие показания прибора: $n_1=0,92 N_0$ и $n_2=0,075 N_0$. Выключается калибратор (генератор) и после полной разрядки емкости интегратора калибратор включается одновременно с включением секундомера. В момент, когда показание регистратора будет равно n_1 , калибратор выключается, а секундомер останавливается тогда, когда показание регистратора уменьшется до величины n_2 .

Постоянная времени в секундах вычисляется по формуле $\tau=T/5$, где T — время, сек, с момента включения калибратора до достижения показания равного n_2 .

При смене любой радиодетали интегратора его постоянная времени должна определяться заново.

ЖУРНАЛ

градуирования каротажного прибора типа №

1. Дата
2. Сквжинный прибор типа с кристаллом ()
.....№..... размером, ФЭУ типа№.....
3. Градуировочная установка
4. Тип и номер радиевого источника гамма-излучения, масса в нем радия или мощность дозы на расстоянии 100 см (по паспорту)
5. Контрольный источник типа№.....
6. Дата настройки прибора
7. Величина порога фДж (кэВ)
8. Величина постоянной времени интегратора
9. Величина фонового гамма-излучения (фон)
10. Температура окружающего воздуха
11. Должность, ф. и. о. и подпись лица, проводившего градуирование
12. Должность, ф. и. о. и подпись лица, проверившего данные градуирования, дата

№ пп	Расстояние между источником и детектором, м	Рассчитанная мощность дозы гамма-излучения от источника, пА/кг (мкР/ч)	Канал	Поддиапазон	Средние показания прибора	
					деления или мм диаграммной ленты	
					прямой ход	обратный ход
1	—	н.ф.	ГК	3	16	17
2	3,65	0,43 (6)	"	3	48	
3	2,58	0,86 (12)	"	3	74	
4	2,11 и т. д.	1,29 (18)	"	3	102	100

Градуирование

1	—	н.ф.	ГК	3	16	17
2	3,65	0,43 (6)	"	3	48	
3	2,58	0,86 (12)	"	3	74	
4	2,11 и т. д.	1,29 (18)	"	3	102	100

Контрольные измерения

1	0,156		ГК	3	143
2	0,062		"	4	169
3	0,02		НГК	5	130

Примечание. Все сведения по градуированию каротажных радиометров разрешается заносить непосредственно на градуировочную ленту.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ПОДГОТОВКУ СКВАЖИН
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГАММА-КАРОТАЖА**

Подготовка буровой

1. Буровая должна иметь подъездные пути для передвижения каротажной станции и транспортировки каротажного оборудования.
2. Перед буровой должна быть подготовлена площадка для установки на ней каротажной станции так, чтобы была обеспечена прямая видимость от фиксатора на лебедке до устья скважины.
3. Все посторонние предметы между рабочей площадкой и устьем скважины должны быть удалены.
4. Пол буровой должен быть очищен от бурового раствора и смазочных материалов. Если пол влажный, необходимо посыпать его песком.
5. Буровая лебедка и привод ее на время каротажа должны быть исправными.
6. Буровой инструмент и инвентарь должны быть размещены и закреплены так, чтобы не мешать обслуживающему персоналу, проводящему каротаж скважины.

7. Для подачи электропитания каротажной станции от силовой сети необходимо у края площадки буровой, но не далее 40 м от станции, иметь независимую электрическую точку (щит с рубильником). Если для вращения лебедки используют трехфазный двигатель, то к точке подводят трехфазный ток. Подключение электрической сети к каротажной станции производит электромонтер, обслуживающий буровую.

Примечание. В случае отсутствия электромонтера подключение может произвести специально проинструктированный инженерно-технический работник каротажного отряда в присутствии лица ответственного за проведение каротажа.

8. При проведении каротажных работ в ночное время освещение буровой должно соответствовать установленным санитарным нормам.

9. Начальник каротажного отряда может привлекать работников буровой службы для выполнения вспомогательных работ, связанных с проведением каротажа.

10. При производстве каротажных работ на буровой запрещается:
 - а) производить без разрешения начальника каротажного отряда ремонт бурового оборудования;
 - б) включать без разрешения начальника каротажного отряда буровую лебедку и различные силовые агрегаты;
 - в) переносить и передвигать по полу буровой тяжелые предметы и буровое оборудование;
 - г) перекачивать трубы вблизи соединительных проводов, каротажного кабеля и станции;
 - д) производить электросварку в радиусе 400 м, а в отдельных случаях и на большем расстоянии от буровой;
 - е) проводить демонтаж бурового оборудования до окончания каротажа.

Подготовка скважины

11. Подготовка скважины должна обеспечить беспрепятственное передвижение скважинных приборов по всему стволу скважины в течение времени, необходимого для проведения требуемого комплекса геофизических исследований.

12. Для подготовки скважины необходимо проработать ствол скважины на всем незакрепленном интервале с целью ликвидации уступов, резких переходов от одного диаметра к другому, мест сужения и пробок. В случаях, когда стенки скважины неустойчивы и приводят к обрывам каротажных приборов, такие интервалы необходимо цементировать или обсаживать трубами. В этих случаях нужно составить акт на геологическое осложнение в скважинах.

13. Не допускается производство геофизических измерений в скважинах:
 - а) заполненных буровым раствором с вязкостью больше 60 с;
 - б) с раствором, содержащим более 5% песка или обломков твердых пород;
 - в) поглощающих (с понижением уровня более 15 м/ч), переливающих, газифицирующих, заполненных нефтью или буровым раствором с примесью нефти более 10%.

14. В скважинах, где настоящие технические условия не выполняются, а также при наличии других осложнений, производить работы можно только по специальному разрешению руководства геофизического предприятия и организации, производящей бурение.

15. Повторная подготовка ствола скважины к каротажу проводится в следующих случаях:

- а) при затяжках скважинного прибора и неоднократных остановках в процессе повторных спусков;
- б) при обнаружении обильного выделения радона во время каротажа.

16. Подготовленность скважины согласно настоящим техническим условиям оформляется актом за подписями бурового мастера и геолога; акт вручается начальнику каротажной партии перед производством работ.

Начальник каротажной партии, отряда может приступить к производству работ в скважине только после вручения ему акта о подготовке скважины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

АКТ

**о готовности скважины для проведения каротажа
(кроме мелких и картировочных скважин)**

Скважина № Район (участок)

1. Буровой раствор
 - Удельный вес Вязкость
 - Фильтрация Сдвиг
 - Содержание песка
2. Проработка ствола скважины

диаметр, тип долота, интервал и время
3. Наличие уступов, обвалов, пробок и их глубины
4. Как проходил последний спуск инструмента, наблюдались ли остановки
5. Как проходил последний подъем инструмента, наблюдались ли затяжки
6. Состояние наземного оборудования (исправность электрооборудования, бурового станка)

Геолог.....
 Буровой мастер.....

Организация

ЖУРНАЛ
точечного гамма-каротажа скважин

1. Район работ, участок
2. Номер скважины
3. Дата каротажа
4. Глубина забоя, м
5. Диаметр скважины, мм Диаметр гильзы, мм
6. Глубина обсадных труб, м и толщина их стенок, мм
7. Удельный вес раствора, г/см³ и его уровень, м
8. Тип и номер прибора
9. Дата градуирования
10. Опорные показания от контрольного источника, $\Delta J_{к.и.}$
..... пА/кг (мкР/ч) при градуировании.
11. Температура окружающего воздуха
12. Цена первой метки
13. Значение фона и показания от контрольного источника в пА/кг (мкР/ч)
до каротажа

Истинная глубина точки измерения	Поддиапазон измерений	Число делений (имп/с) прибора	Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения	Примечание

Примечание. В графе «Примечание» указывается постоянная времени интегратора для интервала точек наблюдений.

14. Значение фона и показания от контрольного источника в пА/кг (мкР/ч)
после каротажа
15. Должность, фамилия и подпись лица, проводившего гамма-каротаж

РАДИОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ КЕРНА

Радиометрические измерения керна (промер керна) производятся с целью выделения интервалов для опробования в пределах аномалий, установленных гамма-каротажем. Помимо этого в обязательном порядке обследуется kern непрокаротированных интервалов скважин, в которых гамма-каротаж был пред-
смотрен.

Для измерения радиоактивности керна применяют приборы на газоразрядных счетчиках («Прогноз», РПП-1 и др.), а при отсутствии их используют по-
исковые радиометры СРП-68-01 и СРП-2. В последнем случае на блок детекти-
рования надевают свинцовый цилиндрический экран.

Перед измерением производится тщательное прослушивание в телефон ско-
рости счета импульсов при медленном перемещении датчика (детектора) вдоль
оси керна. Особенно тщательно прослушиваются интервалы, соответствующие
аномалиям гамма-каротажа. Затем, выделенный для детальных измерений kern
извлекается из ящика, промеряется с двух сторон с шагом 10 см по его оси. По
непрокаротированным интервалам замеры керна ведутся через 1 м проходки при
непрерывном прослушивании между точками фиксированных измерений.

Для исследований керна рекомендуется выбирать место с минимальной фо-
новой радиоактивностью. Данные замеров заносятся в полевой журнал по пред-
лагаемой форме. Результаты замеров переводятся в пА/кг (мкР/ч) и из суммар-
ных значений мощности дозы излучения вычитается величина фона пункта, где
промеряется kern. Обычно фоновая радиоактивность керна не превышает 0,144—
0,216 пА/кг (2—3 мкР/ч). Как правило, аномальной считается радиоактивность
более 0,36 пА/кг (5 мкР/ч), но это значение может меняться в зависимости от
массы керна вещественного состава пород, условий измерения и типа детекторов.

Конкретная величина аномальной радиоактивности для каждого района
должна оговариваться в проекте работ.

Результаты промера керна отображаются в виде графиков радиоактивности,
которые строятся с учетом выхода керна. Горизонтальный масштаб (по оси глу-
бин) — 1 : 50, вертикальный (по оси интенсивности) — 1 см \div 0,36—0,72 пА/кг (5—
10 мкР/ч).

Выкопировка аномальной записи гамма-каротажа в масштабе 1 : 50 наклеи-
вается в виде накладки на лист с графиком промера керна. Данные радиометри-
ческого измерения керна могут быть также нанесены на геологическую колонку
скважины рядом с графиком гамма-каротажа.

Отбор проб по керну скважин производится после того, как проведена геоло-
гическая и радиометрическая документация с точной привязкой извлеченного
керна. Рекомендуется отбирать пробы с интервалов, соответствующих активнос-
ти по гамма-каротажу 50—100 мкР/ч (3,6—7,2 пА/кг) и выше.

Длина проб зависит от литолого-петрографического состава вмещающих по-
рой и характера оруденения и не должна превышать 0,5 м. Для опробования
кern очищается от глинистой рубашки и разрезается вдоль оси; в пробу отбира-
ется одна половина.

ЖУРНАЛ

радиометрического исследования керна

Наименование организации, месторождения (участка)

Скважина №	Контроль чувствительности (стабильно- сти работы прибора)
Тип и № прибора	утром:
Фон на месте наблюдения в пА/кг	$J_{к.и.}$ пА/кг (мкР/ч)
(мкР/ч)	$\Delta J_{к.и.}$ пА/кг (мкР/ч),
Дата	вечером:
Оператор	$J_{к.и.}$ пА/кг (мкР/ч),
	$\Delta J_{к.и.}$ пА/кг (мкР/ч),

**ОТБОР ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД
БОКОВЫМИ СТРЕЛЯЮЩИМИ ГРУНТОНОСАМИ
И СВЕРЛЯЩИМИ МНОГООТБОРНЫМИ КЕРНООТБОРНИКАМИ**

При бескерновом бурении отбор образцов горных пород грунтоносами и керноотборниками производится для проверки и уточнения результатов количественной интерпретации диаграмм гамма-каротажа и с целью изучения радиоактивного равновесия, природы радиоактивности и формы нахождения радиоактивных элементов.

Объемы и интервалы отбора проб по аномальной скважине определяются совместно с геологом на основании результатов количественной интерпретации по определению содержания урана и мощности пласта.

Отбор образцов в скважине следует производить снизу вверх.

Определение границ рудного пласта и мощности отдельных прослоев производится грунтоносами, керноотборниками методом «вилки», т. е. так, чтобы в смежных точках отбора образцов, расположенных одна от другой на расстоянии не более 10 см, один образец был взят из рудного интервала, другой — из вмещающей породы.

В крутопадающих пластах образцы, отбираемые методом «вилки», рекомендуется получать при одновременном выстреле по всему пласту по одной образующей стенке скважины.

Привязка грунтов к глубинам осуществляется по контрольному замеру одного из геофизических параметров, проведенных с тем же кабелем.

Скорость подъема кабеля из скважины после выстрелов не должна превышать 1500 м/час.

Глубины отбора образцов отмечаются на диаграммной ленте гамма-каротажа масштаба 1 : 50 стрелками с указанием глубины отбора и названия поднятой горной породы.

Качественными считаются образцы горных пород, извлеченные стреляющим грунтоносом, имеющие вес не менее 2 г, высоту не менее 4 мм и свободные от посторонних включений (обрывков тросика, обломков бойка и др.); выбуренные сверлящим керноотборником, имеющие диаметр керна 20—22 мм и длину 30—40 мм.

Образцы горных пород упаковываются в пергаментные пакеты или полиэтиленовые мешочки с указанием участка работ, номера скважины, названия горной породы, интервала и условий отбора и направляются на лабораторные анализы.

Продолжение прилож. 15

№ пп	Интервал глубин по этикеткам, м		Длина керна, м	Исходная глубина точки измерения, м	Показания прибора		Активность	мА/кг (мкР/г)		Примечание
	от	до			диапазон	дел/шк		общая	без фона	
	2	3	4	5		7	8	9	10	

Подпись оператора

Проверил

ОРГАНИЗАЦИЯ,

ЖУР

учета скважин, изученных

№ пп	№ скважины и дата окончания бурения	Район (участок, месторождение)	Забой скважины по буровому журналу, м	Интервал гамма-каротажа, м	Дата каротажа		Тип и номер аппаратуры (станция, панель, скважинного прибора)	Тип, размер, номер ФЭУ и детектора	Чувствительность, имп/мин пА/кг (мкР/ч)	Скоростной режим в, м/ч т, с	Максимальная активность, пА/кг (мкР/ч)
					Дата градуирования						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Примечания: 1. Журнал заполняется в контрольно-интерпретационной группе ротажных исследований. 2. Скоростные режимы каротажа (в, т) указываются поинтер производится в соответствии с разделом 3 настоящей инструкции. 4. В графе 19 приводятся исков. 5. В графе 22 указываются номера аномалий, сведения по которым заносятся в нее 18).

ОРГАНИЗАЦИЯ,

ЖУР

количественной интерпретации

№ пп	№ скважины и ее местоположение	№ аномалии в скважине	Интервал аномалии, м		Угол встречи скважины с рудным пластом	Общая поправка за поглощение, $P_{общ}$	Коэффициент радиоактивного равновесия K_{pp}	Способ определения границ пласта, величина относительного градиента и значение J_3 с поправками	
			От	До				кровля	подошва
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примечания. 1. При отсутствии сведений о состоянии радиоактивного распада величина коэффициента радиоактивного равновесия принимается равной 1.00. 2. Журнал заполняется на базе каротажной партии или в контрольно-интерпретационной группе (треста, объединения).

НАЛ

методом гамма-каротажа

Глубина интервала с максимальной активностью, м		Интервал повторных измерений, м		Расхождение первичных и повторных наблюдений, %	Контрольные замеры при градуировании, до и после каротажа	Оценка материалов по качеству, отмеченные дефекты	Объем каротажа, подлежащий активированию по линии массовых поисков, м	Фамилия оператора, номер партии (отряда)	Фамилия лица, проводившего оценку качества каротажа	Примечание
От	До	От	До							
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

и является документом, регистрирующим выполнение и качество проводимых гамма-каротажно, если скорость по стволу скважины значительно изменялась. 3. Оценка качества объема достоверного гамма-каротажа, подлежащий активированию по линии массовых поисков. «Журнал количественной интерпретации гамма-каротажных диаграмм» (см. приложение 18).

НАЛ

гамма-каротажных диаграмм

Границы пласта, м		Мощность пласта, м		Площадь аномалии			Концентрация радиоактивного элемента и эквивалентное равновесное урана	Литолого-стратиграфическая и петрографическая характеристика аномального интервала	Данные анализа керны или проб грунта на радий, торий и калий	Фамилия интерпретатора	Примечание
Кровля	Подошва	видимая	истинная	см ²	пА/кг-см (мкР/ч-см)	с поправкой за поглощение					
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

равновесия в графе 8 делается отметка «Н.с.» (Нет следений) и в дальнейшем во всех 100% (1.0). 2. Журнал количественной интерпретации гамма-каротажных диаграмм Копия журнала ежеквартально представляется в спецпартию управления (геофизического

ОГЛАВЛЯЮЩАЯ ЧАСТЬ КАРОТАЖНОЙ ДИАГРАММЫ

1. Наименование геофизической организации (экспедиции, партии, отряда)
2. Название предприятия бурения (объединения, экспедиции и т. д.)
3. Название площади (участка) бурения
4. Номер скважины
5. Вид исследования (ГК, ГГК, НГК и др.)
6. Интервал исследования (м)
7. Данные о скважине:
 - альтитуда (м),
 - глубина забоя по буровому журналу (м),
 - глубина по каротажу (м),

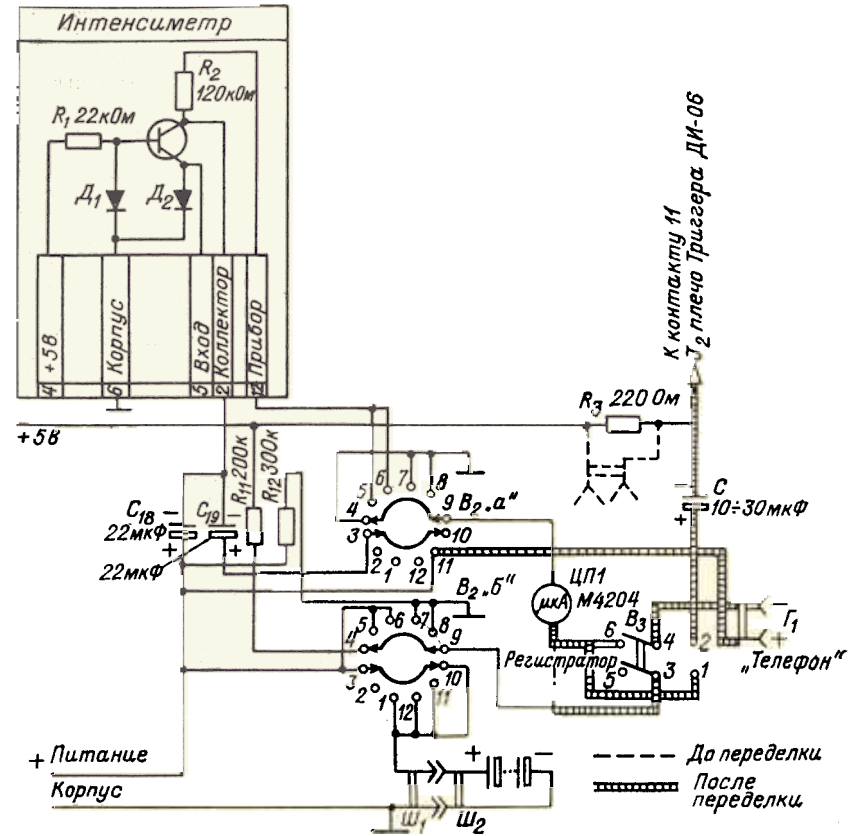
долото	$\frac{\text{диаметр (мм)}}{\text{глубина (м)}}$
колонна	$\frac{\text{диаметр (мм); толщина стенок (мм)}}{\text{глубина башмака (м)}}$
цементное кольцо	$\frac{\text{высота, м}}{\text{толщина, см}}$
8. Данные о промывочной жидкости: тип, плотность (г/см³) и др.; уровень (м)
9. Данные о наземном и скважинном оборудовании:
 - станция: тип, №; подъемник: тип, №; измерительная панель: тип, №; скважинный прибор: тип, №, диаметр (мм); детектор: тип, №, размеры; ФЭУ: тип, №; тип кабеля
10. Дата градуирования
11. Скорость регистрации (м/ч)
12. Постоянные времени (с)
13. Применяемые чувствительности (имп/мин на 1 пА/кг (1 мкР/ч) или пА/кг (мкР/ч) на 1 см) на каждом пределе измерений, масштаб записи.
14. Масштаб глубин
15. Фактические значения частоты калибратора по пересчетному устройству (имп/мин).
16. Значение натурального фона и показания от контрольного источника при градуировании, до и после каротажа в пА/кг (мкР/ч).
17. Цена первой метки
18. Дата измерений
19. Фамилия и подпись лица, проводившего каротаж. *

* Если в процессе каротажа наблюдались прихваты, рывки, остановки скважинного прибора (зонда) и т. д. и это отражалось на качестве регистрации, необходимо сделать соответствующие записи на диаграммной ленте.

ПЕРЕДЕЛКА ПУЛЬТА ПРИБОРОВ СРП-68-02, 03
ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГИСТРАТОРА Н-361

Приборы СРП-68-02, 03 позволяют производить каротаж скважин до 170 м только точечным методом, который увеличивает время исследований и дает субъективную оценку разреза скважины между точками измерений.

Ниже предлагается несколько простых способов переделки прибора СРП-68 для автоматической записи скорости счета импульсов в скважинах с помощью каротажного регистратора Н-361.



I вариант

1. Из принципиальной схемы пульта прибора СРП-68-03 (см. рисунок) следует, что параллельно накопительным конденсаторам C_{18} и C_{19} подключается резистор R_2 — 120 кОм и последовательно с ним прибор ИП-1 типа М4204 с внутренним сопротивлением $R_{проб} = 1,5$ кОм. Таким образом, сопротивление нагрузки интегратора равно:

$$R = R_2 + R_{проб} = 120 + 1,5 = 121,5 \text{ кОм.}$$

Подключив последовательно с прибором ИП-1 вход каротажного регистратора Н-361 с пределом измерения $0 \div 50$ мкА и входным сопротивлением 100 Ом,

имеем сопротивление нагрузки $R_n = 121,6 \text{ кОм}$, т. е. в процентном отношении это всего:

$$\frac{100 \text{ Ом}}{121,6 \cdot 10^3 \text{ Ом}} \cdot 100\% = 0,083\%$$

Такой незначительный прирост нагрузки интегратора не может оказать никакого влияния на показания и линейность отсчета радиометра.

2. Диапазон измеряемого тока прибором ИП-1 0—50 мкА, предел измерения регистратора на данном диапазоне тока 0—50 мкА, т. е. отклонение пера самописца соответствует такому же отклонению стрелки прибора.

3. Чтобы использовать телефонные гнезда Г₁ для подключения интенсиметра к регистратору Н-361, в схему вводится тумблер В₃ типа ТП1-2. В положении тумблера «Регистратор», последовательно прибору ИП-1 подключаются гнезда Г₁. В положении тумблера «Телефон» прибор ИП-1 включен в схему как до переделки, а на гнезда Г₁ подаются через емкость С сигналы для головного телефона. Для того, чтобы получить такую коммутацию сигналов с помощью тумблера ТП1-2, нужно телефон включить не параллельно резистору R₂, а через емкость С между 11-м контактом микромодуля J₂ (плечо триггера ДИ-06) и плюсом источника питания.

Чтобы развязать эти цепи по постоянному току, необходим электролитический конденсатор С с емкостью 10—30 мкФ и рабочим напряжением 12 В. При этом форма импульсов на R₃ остается такой же как и до переделки, а амплитуда их уменьшается на 5—7% за счет внутреннего сопротивления преобразователя стабилизированного напряжения.

Уменьшение громкости звука из-за этого не ощущается и на работу триггера эта переделка не влияет. Тумблер В₃ размещается на верхней панели пульта сбоку, в нижнем правом углу. Конденсатор С можно разместить в любой части пульта.

II вариант

Для подключения каротажного регистратора можно установить на пульте радиометра дополнительный разъем, пару контактов которого включить последовательно с прибором ИП-1. В этом случае переделка значительно упрощается, но при работе радиометра без регистратора эти контакты нужно соединить с помощью короткозамкнутой заглушки.

III вариант

Если с помощью радиометра будет производиться каротаж только с каротажным регистратором, то для подключения его к интенсиметру пульта управления можно использовать телефонные гнезда Г₁. В этом случае придется отказаться от слухового контроля интенсивности излучения и при ремонте или настройке радиометра применять короткозамкнутую заглушку.

ПРИЛОЖЕНИЕ 21

ПЕРЕЧЕНЬ НЕОБХОДИМОЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НАСТРОЙКИ И РЕМОНТА ГАММА-КАРОТАЖНОЙ АППАРАТУРЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАСТЕРСКИХ-ЛАБОРАТОРИЯХ (ГМЛ)

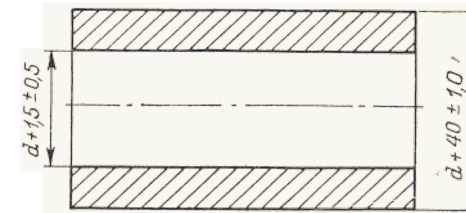
1. Электростатический вольтметр (1,5 кВ, 3 кВ).
2. Тестер класса точности не хуже 2,5.
3. Импульсный осциллограф однолучевой (0—5 МГц).
4. Генератор импульсов типа Г5-15, Г5-54.
5. Пересчетный прибор типа (ПП-15, ПСО-2-08).
6. Секундомер не хуже второго класса точности.
7. Радиевый источник гамма-излучения (Ra-15, Ra-14, EP-14 и др.).
8. Моноэнергетический источник гамма-излучения Т1-204 (ИРИТ-1).
9. Источник питания (УИП-К).

КОНТРОЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК

Контрольный источник представляет собой полый двухстенный цилиндрический сосуд, запаянный с торцов кольцевыми доньями, заполненный радиоактивным рудным материалом и предназначенный для ежедневного контроля стабильности работы каротажного прибора.

Контрольный источник рекомендуется следующих размеров:

- длина цилиндра (h), мм—100±1,5;
 - внутренний диаметр цилиндра, мм—d+1,5±0,5,
 - наружный диаметр цилиндра, мм—d+40±1,0,
- где d — диаметр каротажного скважинного снаряда.



При изготовлении контрольного источника должна применяться белая жельсть по ГОСТ 15580—70, толщиной не более 0,3 мм.

Корпус источника должен быть тщательно пропаян. Качество пайки должно обеспечивать герметизацию источника.

Внутренняя полость источника заполняется порошкообразным рудным компонентом (равновесным) с размерами частиц не более 0,5 мм.

Содержание рудного компонента в руде должно быть не менее 1,5% тория или 0,5% урана.

Для предотвращения сегрегации рудного компонента и нарушения его однородности в контрольном источнике, порошкообразная руда смешивается с цементом или расплавленным парафином и после этого набивается в корпус источника. Для устранения сегрегации рудный материал может быть также цементирован.

Корпус источника после запайки должен быть обезжирен и окрашен в ярко-оранжевый цвет.

На корпусе источника должны быть нанесены следующие обозначения:

- знак радиационной опасности по ГОСТ 17925—72,
- номер источника (должен быть выбит);
- отличительный знак рабочего торца.

После запайки и выдержки в течение месяца источник должен быть аттестован в «свободной геометрии» ЛИТ ВМС предприятия изготовителя с помощью компаратора.

Аттестация должна производиться относительно образцового источника типа Ra-14, Ra-13 и др.

На контрольный источник должно быть выдано свидетельство, где приводятся следующие сведения:

- номер источника;
- содержание равновесного рудного компонента;
- дата запайки источника;
- дата аттестации;
- погрешность аттестации;
- значение мощности экспозиционной дозы на расстоянии 10 и 20 см по оси его рабочего торца, пА/кг (мкР/ч);
- подпись поверителя.

Хранение и транспортировка рудного контрольного источника должны производиться в деревянных пеналах с закрывающейся крышкой. Конструкция пенала должна обеспечить надежное хранение и транспортировку рудного источника в условиях работы каротажной станции.

Мощность экспозиционной дозы, измеренная на поверхности пенала, должна быть не более 7,2 пА/кг (100 мкР/ч), для чего внутренняя поверхность пенала должна быть выложена свинцовым листом по ГОСТ 9559—60.

Для предотвращения повреждения окрашенной поверхности источника внутренняя поверхность пенала должна быть обклеена мягким материалом типа фетра или ему подобным.

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

ГРУППА 1167

ОТРАСЛЕВАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОВЕРКЕ

Скважинные приборы
гамма-каротажа
Методы и средства поверки

ОИ-41-03-003—77

Распоряжением по Министерству геологии СССР от 15 ноября 1977 г. № Н-2256/32 срок введения установлен с 15 ноября 1977 года.

Настоящая временная отраслевая инструкция распространяется на образцовые (основная относительная погрешность $\pm 10\%$) и рабочие (основная относительная погрешность $\pm 15\%$ до $\pm 30\%$) скважинные приборы гамма-каротажа, предназначенные для измерения не коллимированным детектором мощности экспозиционной дозы гамма-излучения естественных радиоактивных элементов с энергией квантов от 32 до 432 ФДж (от 0,2 до 2,7 МэВ) и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок органами ведомственной метрологической службы. Инструкция распространяется также на соответствующие части комплексных скважинных приборов.

Периодичность поверки не реже одного раза в 6 месяцев.

В основу поверки положено измерение мощности экспозиционной дозы в пределах от $36,0 \cdot 10^{-14}$ до $21,5 \cdot 10^{-11}$ А/кг (от 5 до 3000 мкР/ч), создаваемой радиевым источником гамма-излучения.

Поверка рабочих приборов может проводиться по образцовому источнику на установке в коллимированном пучке гамма-излучения, а также по образцовому прибору на установке, создающей диффузное поле гамма-излучения. Поверка образцовых приборов должна проводиться только по образцовому источнику не ниже II разряда.

Методы и средства поверки в соответствии с ГОСТ 12520—67 и ГОСТ 8313—78.

Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице.

Наименование операций	Номера пунктов инструкции	Обязательность проведения операции при	
		производстве	эксплуатации, хранения и ремонте
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Опробование	5.2	Да	Да
Определение метрологических параметров	5.3		
Определение градуировочной характеристики и постоянной прибора К	5.3.1	Да	Да
Определение основной относительной погрешности измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазоне измерения	5.3.2	Да	Да
Определение дополнительной относительной погрешности от изменения температуры окружающей среды	5.3.3	Да	Нет
Определение дополнительной относительной погрешности от изменения тока питания скважинного прибора	5.3.4	Да	Нет

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки по образцовому источнику должны применяться:

2.1.1. Средства измерения.

2.1.1.1. Установка поверочная УПГД-2; ТУ 50-88-75; (УПЛ-1), типовой коллиматор по ГОСТ 8313—78 с диаметром цилиндрического канала 90 мм;

2.1.1.2. Источник гамма-излучения образцовый ЕР-1, II разряда, обеспечивающий создание мощностей экспозиционных доз в пределах значений, соответствующих рабочему диапазону поверяемого прибора.

2.1.1.3. Прибор счетный ПСО-2-0,8; ТУ 2.801.013, емкость счета 10^6 —1 импульсов;

2.1.1.4. Осциллограф СИ-65; И22.044.042 ТУ; погрешность измерения 5%, полоса пропускания 0—35 МГц.

2.1.1.5. Миллиамперметр 3513, ТУ 25-04-1370—70; 0,25+0,5+1 А; кл. 1,0.

2.1.2. Оборудование.

2.1.2.1. Пульс управления 1РЧ-1П, ТУ 25-08-515—69;

2.1.2.2. Универсальный источник питания УИП-К; ТУ 25-03-1298—70.

2.1.2.3. Кабель каротажный, либо соответствующая нагрузка (согласно техническому описанию на поверяемую аппаратуру).

2.1.2.4. Контейнер КЛ-2,8.

2.1.2.5. Захват самодержащий ЗС.

2.1.2.6. Приспособление для приборов РК, АХБ 64.054.000.

2.1.2.7. Источник гамма-излучения (контрольный) кобалт-60 КЗА.

2.1.2.8. Термокамера. Диаметр не менее 110 мм; длина не менее 4 м; максимальная рабочая температура 473 К (200°С).

Примечания: 1. Все средства измерений должны иметь действующий документ о поверке или поверочное клеймо. 2. Указанные средства поверки могут быть заменены другими с аналогичными техническими характеристиками и аттестованными в установленном порядке.

2.2. При проведении поверки по образцовому прибору должны применяться средства измерения по п. п. 2.1.1.3—2.1.1.5, оборудование по п. 2.1.2, образцо-

метические значения скорости счета (за вычетом фона) в точках, по которым производится градуировка, имп/с.

Примечание. Градуировочные точки i_1, i_2 выбрать в соответствии с инструкцией по эксплуатации на поверяемый прибор.

Полученное значение K должно соответствовать паспортному в пределах данного класса точности.

5.3.1.2. По образцовому прибору.

В одной и той же точке диффузного поля (в одном и том же блоке) последовательно установить образцовый и поверяемый приборы и, подключая их к одному и тому же пульту управления и пересчетному прибору, зарегистрировать значение скорости счета (имп/с). Произвести 3—5 измерений и определить среднеарифметическое значение скорости счета за 1 с. Результаты занести в таблицу. Экспозицию при регистрации выбрать в соответствии с п. 5.3.1.1.

Повторить измерения в других точках установки диффузного поля (в других блоках). Установки (блоки) должны обеспечивать создание диффузного поля не менее, чем в 5 точках диапазона (0,3; 0,45; 0,6; 0,75; 0,85 от максимального значения диапазона измерения).

По градуировочному графику определить значение мощности экспозиционной дозы, измеренное образцовым прибором, и внести в таблицу.

Различие в фиксации детекторов образцовых и поверяемых приборов в диффузном поле (в блоке) не должно превышать ± 1 мм.

По измеренным образцовым прибором значениям мощности экспозиционной дозы и соответствующим им скоростям счета, измеренным поверяемым прибором, в соответствии с п. 5.3.1.1. построить градуировочную кривую и определить постоянную прибора K .

Примечание. Если установки (блоки) диффузного поля экранированы от действия фонового излучения, то допускается в течение одних суток использовать значение мощности экспозиционной дозы, полученное образцовым прибором, для градуировки группы поверяемых приборов.

5.3.2. Определение основной относительной погрешности измерения мощности экспозиционной дозы в диапазоне измерений.

Основную относительную погрешность прибора в % определить по формуле:

$$\delta = \sqrt{\delta_o^2 + \delta_{сл}^2}, \quad (5)$$

где δ_o — погрешность образцового источника или образцового прибора, % (из свидетельства на источник или образцовый прибор); $\delta_{сл}$ — случайная погрешность поверяемого прибора, %.

$$\delta P = \frac{1}{P_0} (P_i - P_0) - \frac{1}{P_0} (KN_i - P_0) \quad (7)$$

где n — число измерений ($i=1, \dots, n$); N_i — значение скорости счета в поверяемой точке, зарегистрированное в i -ом измерении, имп/с; P_i — значение мощности экспозиционной дозы, определенное с помощью градуировочного графика или постоянной прибора K по данной скорости счета N_i , пА/кг (мкР/ч); P_0 — значение мощности экспозиционной дозы, измеренное образцовым прибором (при поверке по образцовому источнику — рассчитанное в соответствии с п. 4.2), пА/кг (мкР/ч).

Основная относительная погрешность должна соответствовать значению, указанному в паспорте на поверяемый прибор.

5.3.3. Определение дополнительной относительной погрешности от изменения температуры окружающей среды.

Скважинный прибор поместить в термокамеру, включить аппаратуру, контрольный источник гамма-излучения расположить так, чтобы скорость счета соответствовала 0,5 ... 0,6 диапазона.

Геометрия измерений на протяжении всего цикла должна оставаться неизменной.

Трижды произвести измерение скорости счета по пересчетному прибору, вычислить среднее значение. Требование к экспозиции в соответствии с п. 5.3.1.1. Увеличить температуру со скоростью не более 3 К в минуту до наибольшего значения рабочего диапазона и выдержать прибор в течение 1 ч. Трижды измерить скорость счета, вычислить среднее значение. Дополнительную относительную погрешность δ_T на 10 К в % определить по формуле:

$$\delta_T = \frac{N_2}{N_1} \frac{\bar{N}_1}{\Delta T} \cdot 100,$$

где N_1 — средняя скорость счета, зарегистрированная при нормальной температуре, имп/с; N_2 — средняя скорость счета, зарегистрированная при наибольшем значении температуры, имп/с.

Дополнительная относительная погрешность на 10 К должна соответствовать значению, указанному в паспорте на поверяемый прибор.

5.3.4. Определение дополнительной относительной погрешности от изменения тока питания скважинного прибора.

Включить аппаратуру.

Контрольный источник гамма-излучения расположить так, чтобы скорость счета соответствовала 0,5 ... 0,6 диапазона.

В соответствии с паспортом на поверяемый прибор, установить номинальное значение тока питания. Произвести измерение скорости счета по пересчетному прибору. Требование к экспозиции в соответствии с п. 5.3.1.1.

Измерить скорость счета после увеличения и после уменьшения тока на величину, указанную в паспорте на поверяемый прибор.

Дополнительную относительную погрешность δ_n в % определить по формуле:

$$\delta_n = \frac{N_m - N_n}{N_n} \cdot 100,$$

где N_n — скорость счета при номинальном токе питания, имп/с; N_m — скорость счета при изменении тока питания, наиболее отличающаяся от N_n , имп/с.

Дополнительная относительная погрешность от изменения тока питания должна соответствовать значению, указанному в паспорте на поверяемый прибор.

6. Оформление результатов поверки

6.1. Результаты измерений занести в протокол поверки, составленный по форме, приведенной в приложении 24.

6.2. Положительный результат поверки оформить путем записи в эксплуатационном паспорте (формуляре) и заверить в порядке, установленном в ведомственной метрологической службе.

6.3. Прибор, прошедший поверку с отрицательным результатом, в обращение не допускается, подлежит изъятию из комплекта или ремонту.

ПРОТОКОЛ

оверки скважинного прибора

Заводской номер

Представлен ... (наименование организации)

Изготовлен год изготовления

Дата поверки

Условия поверки:

- 1. Температура окружающей среды — К
- 2. Относительная влажность воздуха — %
- 3. Атмосферное давление — кПа
- 4. Напряжение питания переменного тока — В
- 5. Частота переменного тока — Гц

Образцовая аппаратура:

- 1. Источник гамма-излучения №
тип, мощность эксп. дозы R_{100}
- 2. Установка поверочная №
- 3. Установка (блоки) диффузного поля ... №
(при поверке по образцовому прибору)
- 4. Скважинный прибор №
тип, основная погрешность
- 5. Пересчетный прибор №
- 6. Осциллограф №
- 7. Миллиамперметр №

Результаты поверки:

- 1. Внешний осмотр годен, негоден
- 2. Опробование годен, негоден
- 3. Основная относительная погрешность измерения мощности экспозиционной дозы составляет
- 4. Дополнительная относительная погрешность от изменения температуры окружающей среды составляет
- 5. Дополнительная относительная погрешность от изменения тока питания составляет

ВЫВОД: годен, негоден

Подпись поверителя
Руководитель лаборатории, руппы

**Соотношение старых и новых (СИ)
единиц физических величин**

$R = 2,57976 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг

$R/c = 2,57976 \cdot 10^{-4}$ А/кг =
 $= 2,58 \cdot 10^8$ пА/кг

$мкР/с = 2,58 \cdot 10^{-10}$ А/кг =
 $= 2,58 \cdot 10^2$ пА/кг

$мкР/ч = 0,717 \cdot 10^{-13}$ А/кг =
 $= 0,0717$ пА/кг

$эВ = 1,602 \cdot 10^{-12}$ эрг = $1,602 \times$
 $\times 10^{-19}$ Дж = $1,602 \cdot 10^{-4}$ фДж

1 кэВ = $1,602 \cdot 10^{-16}$ Дж = 0,1602 фДж

1 МэВ: $602 \cdot 10^{-13}$ Дж = 160,2 фДж

кГ (1 кгс) = 9,860665 Н

1 кГ/см² (1 кгс/см²) = 0,98 бар =
 $= 9,8 \cdot 10^4$ Па

Кл/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р

1 А/кг = $1 \cdot 10^{12}$ пА/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р/с

пА/кг = $1 \cdot 10^{-12}$ А/кг =
 $= 3,88 \cdot 10^3$ мкР/с

пА/кг = 13,9 мкР/ч

1 Дж = $1 \cdot 10^{15}$ фДж = $6,24 \cdot 10^{18}$ эВ
1 фДж = $6,24 \cdot 10^3$ эВ

фДж = 6,24 кэВ

1 фДж = $6,24 \cdot 10^{-3}$ МэВ

Н = 0,10197 кГ (кгс)

Па = 10^{-5} бар = $1,02 \cdot 10^{-5}$ кГ/см²
(кгс/см²)

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
17	4 снизу	питания детектора	питания блока детек-
25	3 снизу	ленты и записывают	тирования ленты, и записывают
29 (таблица 6)	3 сверху	2 тХ5	1 тХ5
	6 сверху	3,64	8,64
36 (рис. 8)	2 сверху	$\frac{13}{200} \cdot 100 = 6,5\%$	$\frac{26}{206} \cdot 100 = 12,6\%$
37	15 сверху	построения	построение
45	21 сверху	п. п. 2.22—2.30	п. п. 2.22—2.29
59	6 сверху	записи находят	записи, находят
72 (приложение 1)	13 колонка 10 сверху	220 Г	220 В
97	2 снизу	P ₁ и P ₁	P ₁ и P ₁

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ КАРОТАЖНОЙ АППАРАТУРЫ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРИ МАССОВЫХ ПОИСКАХ

Тип прибора	Метод исследования	Скважинный прибор					Наземный пульт (измерительная панель)					Электропитание	Чувствительность, имп/мин на 1 мкР/ч	Максимальная глубина исследования, м	Примечание
		Тип прибора	Диаметр Длина мм	Масса, кг	Приемник излучения	Ток питания, напряжение, мощность	Тип прибора	Масса, кг	Пределы измерений; способ регистрации	Постоян- ная времени	Коли- чество каналов				
НГГК-62	ГК, НГК	СП-62	95	82, 87	СИ-23Г 6 шт.	210 мА 110 В	ПРК-62	14,6	0—24 000 имп/мин	1, 5; 3; 6; 9; 12 0,75; 1,5; 3; 6; 12	2	(220±20) В 50 Гц (220±20) В 50 Гц	Не менее 150	5000	
			3335—3548				1Р4-1П		0—384 000 имп/мин Автоматический						
РКМ-4	ГК, НГК, ННКт	РКМ-4	42	8	СИ-4Г 2 шт.	100 мА 4 Вт	ПРК-62 1Р4-1П	16	0—3000 имп/мин Автоматический	6; 12 18	2 4	110/220 В	70	3000	
СРП-2к	ГК	Зонд, гильза (ЗГ)	34 900	4,4	NaJ (Т1) 18×30 ФЭУ-31	20 мА 6,5 В	Пульт управ- ления (ПУ)	1,8	0—2500 мкР/ч Стрелочный прибор Акустический индикатор	2; 5	1	11,5-ПМЦГ 2 шт.	80	25	
СРП-68-02	ГК	БДГ4-02	35 1150	9,5	NaJ (Т1) 18×30 ФЭУ-67Б	Не более 230 мВт	РПГ4-01	5,3	0—1·10 ⁴ имп/с Стрелочный прибор Акустический индикатор	2,5; 5	1	Элементы 343 9 шт.	80	170	
СРП-68-03	ГК	БДГ4-03	25 1315	4,5	NaJ (Т1) 10×40 ФЭУ-60	.	РПГ4-01	4,3	Те же	.	1	.	36	170	
ПРКС-2 („Виток-2“)	ГК	СП	34 1425	—	NaJ (Т1) 18×30 ФЭУ-31 или ФЭУ-67Б	.	ПУ		0—10 000 мкР/ч Автоматический Н-361 Стрелочный прибор, акусти- ческий индикатор	2; 5	1	Элементы 2СЛ-9 12 шт.	80	120	Общая масса при- бора 70 кг
ДРСА	ГК, ГГК, НГК, ННК	СП	36 2190	3,5	ГК— NaJ (Т1) 18×40 2 шт. ФЭУ-31 2 шт.	100 мА 10 В	ДРСТ-2 и др.	12,5	0—192 000 имп/мин Автоматический с фотореги- стратором, ПАСК и Н-361	0,5; 1,5; 3; 6; 12	2	(220±20) В 45—53 Гц 200 Вт	200	3000	
					ГГК— NaJ (Т1) 18×40, ФЭУ-31 ННК— ЛДНМ-П ФЭУ-31								100		
ПКС-1000 „Зонд-1“	ГК	СП-2-28 „Алмаз-1“	28 1600	3,5	NaJ (Т1) 10×40 ФЭУ-60	120 мА 20 В	ПУ		0—25 000 мкР/ч Автоматический, стрелочный прибор, акустический индика- тор, с серийными станциями	0,5; 1; 2; 3; 5	1	Аккумулятор 12 В; сеть 220 В 15 Вт	30	1500	
		СП-2-36 „Алмаз-3“	36 1810	4,5	NaJ (Т1) 18×30, 18×40 ФЭУ-67Б								90		
ДРСТ-1	ГК, ГГК, НГК, ННК	СП	90 2850	60	NaJ (Т1) 30×70, 30×40, ФЭУ-35 ГГК— ЛДНМ-2	200 мА 150 В	ПУ ДРСТ	20	0—192 000 имп/мин Автоматический, серийный регистратор ПС-100	0,5; 1,5; 3; 6; 12	2	(220±20) В 130 Вт 50 Гц	ГК—400—600	5000	
ДРСТ-1с	ГК, НК-Т	ДРСТ-1с	90 2850	60	NaJ (Т1) 40×80 2 шт. ФЭУ-74П 2 шт.	(190±10) мА 150 В	ДРСТ-1 1Р4-1П	20 16	0—192 000 имп/мин Автоматический, с любой 2-х канальной станцией	0,5; 1,5; 3; 6 0,75; 1,5; 3; 6; 12	2 4	(220±20) В 50±1 Гц	ГК—1500 НК-Т— 500 имп/мин на 1·10 ⁶ нейтрон/с	5000	
ДРСТ-2	ГК, ГГК, НГК, ННК	СП	60 2900	50	ГК— NaJ (Т1) 30×70, 30×40, ФЭУ-35 ГГК— ЛДНМ-2 20×40, 30×60	250 мА 150 В	ПУ ДРСТ	12,5	0—192 000 имп/мин Автоматический, серийный регистратор ПС-100	0,5; 1,5; 3; 6; 12	2	(220±20) В 50 Гц 200 Вт	ГК—400—600 ГГК—200	3500	
ДРСТ-3 ДП2. 807	ГК, ГГК, НГК, ННК	ДП-2.807.001	60 3260	38,5	ГК— NaJ (Т1) 24×40 2 шт. 30×70 2 шт. ФЭУ-74А ГГК, НГК— NaJ (Т1) 24×40 ФЭУ-74А ННК— ЛДНМП-6 ФЭУ-74А	(350±17) мА 150 В	1Р4-1П (ИПРК) ДРСТ-2	16 12,5	канал ГК— 0—192 000 имп/мин канал НГК, ННК— 0—384 000 имп/мин Автоматический с любой 2-канальной станцией	0,75; 1,5; 3; 6; 12	4 2	(220±25) В (50±3) Гц 15 Вт	ГК—300, 1000 ГГК, НГК—150	5000	
		ДП-2 807.002	90 3345		72								ГК— NaJ (Т1) 40×40 2 шт. ФЭУ-74А 2 шт. 40×80 2 шт. НГК— NaJ (Т1) 40×40 ФЭУ-74А ННК— ЛДНМП-6 ФЭУ-74А		

Тип прибора	Метод исследования	Скважинный прибор					Наземный пульт (измерительная панель)					Электроснабжение	Чувствительность, имп/мин на 1 мкР/ч	Максимальная глубина исследования, м	Примечание
		Тип прибора	Диаметр длина мм	Масса, кг	Приемник излучения	Ток питания, напряжение, мощность	Тип прибора	Масса, кг	Пределы измерений; способ регистрации	Постоянная времени	Количество каналов				
РСК-М	ГК, ГГК, НГК, ННК	СП	$\frac{48}{1590}$		NaJ (Т1) 30×40; 30×70 ФЭУ-35	50 мА 15 В	ПУ		0—96 000 имп/мин Автоматический ПАСК-5-8 ФР-4-5	1,5; 3; 6; 12	1	30 В 3,5 Вт	200—500	2000	
РСК-3	ГК, НГК, ННК, ГГК, НА	СП-48	$\frac{48}{3095}$		ГК— NaJ (Т1) 30×70 ФЭУ-35	100 мА 12 В	ПУ РСК-3		0—384 000 имп/мин Автоматический, регистратор любого типа	0,75; 1,5; 3; 6; 12	3	24—36 В 5 Вт	ГК—600, 150 ГГК—100	2000	ПУ обеспечивает регистрацию при амплитуде входного сигнала от 0,3 до 3 В
		СП-36	$\frac{36}{2695}$		18×60, 18×20 ФЭУ-31 НГК— ЛДНМ-П										
БКР-2	ГК, ГГК	СП	$\frac{50}{3100}$	35	ГК— NaJ (Т1) 30×70 2 шт. ФЭУ-35 ГГК— NaJ (Т1) 25×40 ФЭУ-35	(330±10) мА 200 В	ДРСТ-2 БКР-2	12,5	0—192 000 имп/мин Автоматический, с любой станцией	0,5; 1,5; 3; 6; 12	3	(220±20) В (50±5) Гц	ГК—1000 ГГК—200	2000	Питается через выпрямитель УВК-1, панель ДРСТ
БКР-3	ГК, ГГК	СП	$\frac{50}{3300}$	40	ГК— NaJ (Т1) 30×70 2 шт. ФЭУ-35 2 шт. ГГК— Д65 25×30 ФЭУ-35	320—370 мА (160±2) В	IP4-1П	16	ГК— 0—192 000 имп/мин ГГК— 0—384 000 имп/мин	0,75; 1,5; 3, 6, 12	4	220 В 50 Гц	ГК—1000 ГГК—150		
ГНК-2а	ГК, ГНК, ННК	СП	$\frac{36}{3550}$	5	ГК— NaJ (Т1) 30×70 2 шт. ФЭУ-35	275 мА 45 Вт	ПУ ГНК-1 УВК-1		0—192 000 имп/мин Автоматический с серийными регистраторами		1	220 В 50 Гц	ГК—1000	1000	
РУР-1	ГК, ГГК-С, ННК	СП	$\frac{50}{2690}$	36	ГК— NaJ (Т1) 30×70, ФЭУ-35 ГГК-С МС-13 ВС-13 ННК— ЛДНМ	(75±10) мА 12—14 В 1,5 Вт	ДРСТ-2	12,5	0—192 000 имп/мин Автоматический, с серийными регистраторами	0,5; 1,5; 3; 6; 12	2	220 В 50 Гц	500	2000	
РУР-2	ГК, ГГК-С	СП	$\frac{48}{3486}$	25	ГК— Д69 30×70 ФЭУ-74А ГГК-С— Д69 10×10 ФЭУ-60	(135±5) мА	IP4-1П	16	канал ГГК— 0—384 000 имп/мин канал ГК— 0—192 000 имп/мин	0,75; 1,5; 3; 6; 12	4	(220±10) В 50 Гц	ГК—500	3000	
ТРС	ГК, ГГК, НГК, НК-Т (Н), ГНК	СП	$\frac{42}{3550}$	18	NaJ (Т1) 18×30 ФЭУ-74 ЛДНМ-2	(360±20) мА 150 В	IP4-1П (ИПРК)	16	0—30 000 имп/мин Автоматический с серийными станциями	0,75; 1,5; 3; 6; 12	3	(220±25) В (50±3) Гц 15 Вт		4000	Рассчитан на работу с одножильным кабелем длиной 4 км
СГСЛ-2 Скважинный гамма-спектрометр	ГК, ГСМК	СП	$\frac{50}{1930}$	14,2	ГК— ФЭУ-35 30×70 NaJ (Т1)	(110±5) мА (20±1) В	ПУ Анализатор	26	0,06—10 МэВ; Автоматическая регистрация с серийными станциями с 3-канальным регистратором	3, 6, 12, 24	3	220 В 50 Вт	500	1000— 3000	Рассчитан на работу с кабелем: КТШ, КТО до 1000 м; КОБД-4, КОБД-6, КТБФ-4 до 3000 м, КРК-2 до 3000 м
			$\frac{70}{2000}$	24,6	ГСМК— NaJ (Т1) 40×63 ФЭУ-93										
ПРП-4-01	ГК	БДПГ4-04	$\frac{35}{950}$		NaJ (Т1) 18×30 ФЭУ-67Б		УИ04—01	4—7	30—15·10 ⁴ мкР/ч Стрелочный индикатор		1	Элементы 373 4 шт.	80	120	Все блоки детектирования имеют свинцовый экран толщиной 1,5 мм
		БДПГ4-05	$\frac{25}{1070}$		NaJ (Т1) 10×20 ФЭУ-60										
КУРА-2 Скважинный прибор	ГК, ГГК, НГК	СП	$\frac{48}{2760}$	18,3	Д69 30×70 S11152 24×40 ФЭУ-74А	(135±5) мА	IP4-1П (ИПРК)	16	ГК—5—300 мкР/ч ГГК—5—3000 мкР/ч	0,75; 1,5; 3; 6; 12	2	(220±25) В (50±3) Гц 15 Вт	ГК—500 ГГК—150	3000	Рассчитан на работу с кабелем КОБД, КТБД
РМК-101 Скважинный прибор	ГК, ГСМК	(„Алмаз“) СП-1-28	$\frac{28}{1600}$	6	28 СГМ-18	30 мА	РДК-101 („Осьминог“) и другие анализаторы	9,7	0—25 000 мкР/ч			220 В 50 Гц 5,5 Вт Аккумулятор 12 В 2,5 Вт Батарея 10 НКГК-4СПУ-2	6 17	1500	
		(Алмаз) СП-1-36	$\frac{36}{1600}$	8	36 СГМ-19										
РДК-101 („Осьминог“)	Анализатор импульсов. Применяется совместно с СП-1-28 и СП-1-36 (РМК-101)						ПУ	9,7	Емкость импульсов не менее 2 ¹⁸ —1 1 ¹² —1		2	220 В; 50 Гц источник 10—18 В 5,5 Вт; 2,5 Вт			
IP4-1П (ИПРК)	Измерительная панель радиоактивного каротажа может обрабатывать информацию, поступающую от 1, 2, 3 и 4 каналов как по одножильному так и по трехжильному кабелю							16	0—384 000 имп/мин Автоматический, ПАСК, ФР и др.	0,75; 1,5; 3; 6; 12	4	(220±25) В (50±8) Гц 15 Вт			