

Лабораторная работа 1. ЕСТЕСТВЕННАЯ И ТЕХНОГЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Почва – сложная полидисперсная система, в составе которой выделяются несколько компонентов: 1) обломки минералов горных пород; 2) глинистые минералы; 3) грубый гумус; 4) тонкий гумус; 5) пленки-гели, покрывающие почвенные частицы и состоящие из гидроксидов железа, марганца и алюминия; 6) кремневые кислоты; 7) органические вещества; 8) различные соли; 9) почвенные растворы; 10) почвенные газы; 11) почвенная фауна и микроорганизмы; 12) живые корни растений. Естественные и искусственные (техногенные) радионуклиды содержатся во всех компонентах почвы в разном количестве и соотношении.

Задание 1. Определение естественной радиоактивности почв

Естественная радиоактивность почв – это результат длительных процессов перераспределения радионуклидов между материнской породой и почвой, растительностью и почвой. Естественная радиоактивность почвы обусловлена наличием в ней естественных радионуклидов калия-40, а также тория-232, урана-238 и продуктов их распада. Основной вклад в радиоактивность почв вносит К-40 (в среднем 66 %, при максимуме 80 %), содержание которого составляет 3 % от всех радионуклидов. Вклад тория-232 в радиоактивность почв составляет в среднем 5% при содержании в почве 18,3 %, а урана-238 – 2 % при содержании 2,5 %. В почвах Европы средняя массовая концентрация урана-238 составляет $1,5 \cdot 10^{-4}$ %, тория-232 – $6,5 \cdot 10^{-4}$ % и калия-40 – 1,2 %. Наименьшее содержание естественных радионуклидов в почве в европейской части – на севере, а максимальное – в южной части, т.е. ниже 54° северной широты, где сформировались черноземы и каштановые почвы. В Республике Беларусь максимальное содержание в почве К-40, U-238, Th-232 – в северной части, где преобладают дерново-подзолистые суглинистые почвы, развивающиеся на кислых магматических породах (гранитах). В южной части преобладают легкие дерново-подзолистые (песчаные и супесчаные) и торфяные почвы, которые сформировались на известняковых отложениях, поэтому содержание естественных радионуклидов в них значительно ниже, чем в почвах северных регионов.

Естественная радиоактивность почв зависит от радиоактивности материнских (почвообразующих) пород, потому что минералы и частицы породы входят в скелетную часть и минеральные фракции почвы. Радиоактивность почвы значительно превышает радиоактивность материнской породы. Среди осадочных пород наиболее радиоактивны глины, менее активны известняки. Из вулканических пород более радиоактивны граниты, менее активны базальты, поэтому почвы, развивающиеся на гранитах, имеют более высокую радиоактивность, чем почвы, сформированные на известняках. На радиоактивность почв большое влияние оказывает естественное и улучшенное плодородие почв. Установлено, что с увеличением плодородия почвы возрастает ее радиоактивность за счет повышения содержания в почве калия-40 при внесении минеральных удобрений. Максимальная естественная радиоактивность – у черноземов и красноземов. Среди дерново-подзолистых почв наименьшая естественная радиоактивность – у песчаных и супесчаных почв, имеющих низкое содержание глинистых минералов и калия-40.

Цель работы: определить естественную суммарную бета-активность различных типов почв.

Материалы и оборудование: бета-радиометр КРВП-3Б, пробы различных типов почв, отобранные до кадастра на ЧАЭС.

1. Подготовить радиометр к работе. Включить радиометр, поставив тумблер “сеть” в верхнее положение. Завести секундомер. Перевести секундомер и декастроны в нулевое положение, нажав кнопку “пуск”.

2. Измерить фон счетчика. Для этого протереть кювету спиртом и поместить на верхнюю позицию под счетчик и закрыть свинцовый домик. Правый переключатель поставит в положение “работа”. Нажать кнопку “пуск”. Через 10 минут (t_{ϕ}) остановить радиометр нажатием кнопки “пуск”. Снять показание импульсов (n_{ϕ}) и определить скорость счета фона (N_{ϕ}) по формуле: $N_{\phi} = n_{\phi} / t_{\phi}$.

3. Перевести секундомер деكاتронов в нулевое положение. Пустую кювету вынуть из домика и поместить в домик первую кювету с растительным образцом на ту же позицию. Закрывать домик и произвести измерение в течение 10 мин. Остановить прибор и снять показание импульсов и определить скорость счета по формуле: $N = n / t$.

4. Определить чистую скорость счета от образца по формуле: $N = N - N_{\phi}$.

5. Определить чистую скорость счета для всех проб, согласно пункта 3 и 4.

6. Определить градуировочную удельную активность ($A_{гр}$) при помощи градуировочного графика (рис.1), для чего на оси абсцисс отложить чистую скорость счета первого образца (N_0). С этой точки восстановить перпендикуляр до пересечения с линией графика “прямой метод” и опустить перпендикуляр на ось ординат. Точка на оси ординат покажет величину градуировочной удельной активности ($A_{гр}$). При помощи графика определить $A_{гр}$ для всех образцов.

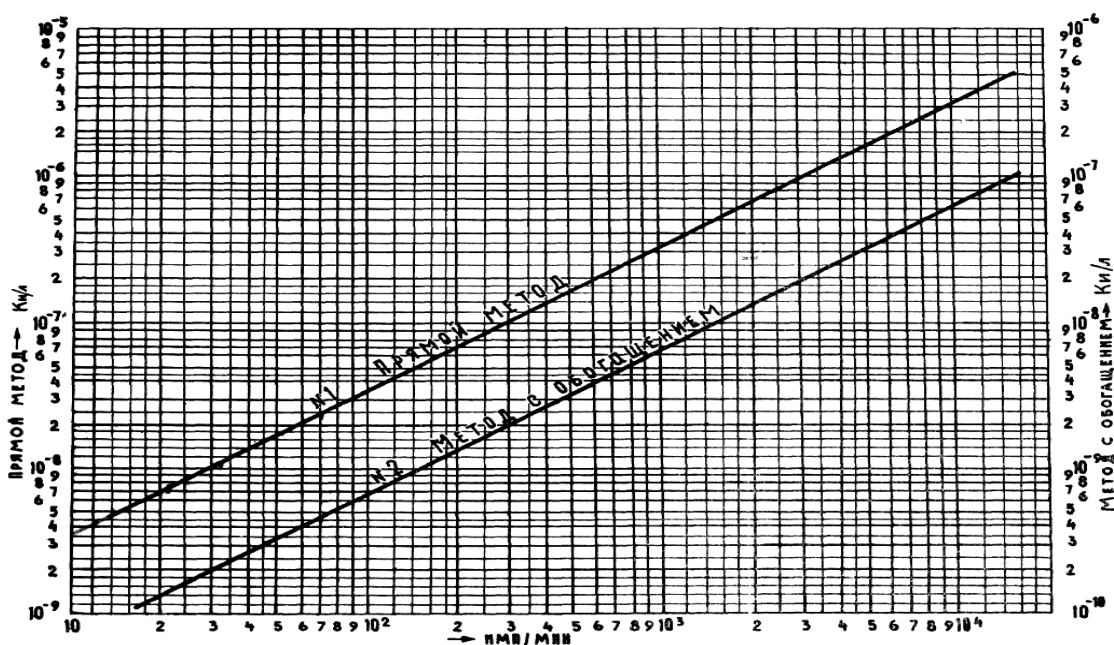


Рис.1. Градуировочные кривые для перевода имп/мин в Ки/л, Sr-90 –Y-90

1. Определить удельную активность образцов ($A_{уд}$) или суммарную бета-активность по формуле:

$$A_{уд} = A_{гр} \cdot 2.$$

8. Произвести измерение всех проб почвы, результаты занести в отчет по работе (табл. 1).

9. Проанализировать полученные результаты. Составить убывающий ряд почв по величине удельной активности.

10. По полученным результатам сделать выводы.

Т а б л и ц а 1. Суммарная бета-активность почвы

№ п.п	Тип почвы	Скорость счета, имп/мин			Активность		
		N_{ϕ}	N	N_0	$A_{гр}$	$A_{уд},$ Ки/кг	$A_{уд},$ Бк/кг
1.	Чернозем выщелоченный						
2.	Чернозем луговой						
3.	Темно-каштановая						
4.	Серая лесная						
5.	Солонцовая						

6.	Солончак						
7.	Дерново-подзолистая на древнеаллювиальных отложениях						
8.	Дерново-подзолистая суглинистая						
9.	Дерново-подзолистая супесчаная						
10.	Торфяно-болотная						

Задание 2. Содержание естественных и техногенных радионуклидов в основных типах почв Республики Беларусь

В зависимости от сочетания основных факторов почвообразующих процессов, разнообразия почвенных пород, рельефа, гидрологического и гидротермического режимов почвенный покров Республики Беларусь характеризуется значительным разнообразием. В настоящее время выделено 13 типов почв: дерново-карбонатные; бурые лесные; подзолистые; дерново-подзолистые; дерново-подзолистые заболоченные; болотно-подзолистые; дерново-заболоченные; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные верховые; аллювиальные (пойменные) дерновые, дерновые заболоченные; аллювиальные старопойменные (палеопойменные) дерновые и дерново-заболоченные; аллювиальные болотные почвы; антропогенные. Почвы в зависимости от степени проявления основных почвообразовательных процессов и их сочетаний, характера строения почвообразующих и подстилающих пород, гранулометрического состава и наличия специфических горизонтов подразделяются на ряд подтипов, родов, видов и разновидностей.

В Республике Беларусь наиболее распространены дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные и торфяно-болотные почвы, которые занимают соответственно 42,4; 25,3; и 14,4 % от площади земельных угодий республики. Распределение основных типов почв по областям республики Беларусь приведено в табл. 2. Дерново-подзолистые почвы образуются в условиях промывного водного режима на бескарбонатных породах различного генезиса и гранулометрического состава под травянистыми и мохово-травянистыми лесами. Почвы значительно различаются по гранулометрическому составу и агрохимическим показателям.

Т а б л и ц а 2. Площади основных типов почв по областям Республики Беларусь

Области	Всего земельных угодий, тыс. га	В том числе по типам почв, %					
		Дерново-карбонатные	Дерново-подзолистые	Дерново-подзолистые заболоченные	Дерново-заболоченные	Торфяно-болотные	Пойменные
Брестская	3279,3	0,4	22,6	26,3	14,3	23,9	12,6
Витебская	4004,4	0,1	43,3	28,9	10,1	14,1	3,6
Гомельская	4036,3	0,1	32,7	29,5	7,7	16,6	13,1
Гродненская	2511,6	0,1	60,1	16,6	10,1	9,4	4,7
Минская	3998,7	0,3	48,3	21,5	7,5	14,5	7,7
Могилевская	2908,1	0,2	52,1	26,7	6,3	5,7	9,0
Всего по республике	20759,5	0,2	42,4	25,3	9,3	14,4	8,4

Например, в пахотных горизонтах дерново-подзолистой суглинистой почвы на лессовидных суглинках частицы 0,05–0,01 мм составляют 64,2–74,5 %, а частицы < 0,001 мм – 11,2–24,7 %, содержание гумуса – 0,26–1,75 %, Р₂О₅ – 121–270 и К₂О – 37–88 мг/кг почвы, сумма оснований – 84–126 и обменных катионов 84–155 мг-экв/кг почвы, рН – 5,0–5,2. В верхних горизонтах дерново-подзолистой супесчаной почвы на водно-ледниковых супесях значительно ниже содержание тонкодисперсных частиц, калия, обменных катионов, оснований. На этой почве частицы размером 0,05–0,01 мм составляют всего 15,0–

15,2 %, частицы < 0,001 мм – 4,5-7,9 %, при этом на частицы размером 0,25–0,05 мм приходится 47,6–55,5 %, содержание P₂O₅ – 130–215 и K₂O – 24–35 мг/кг почвы, обменных оснований – 22–47 и катионов – 35–60 мг-экв/кг почвы, pH – 4,7–6,0.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы формируются в условиях близкого залегания грунтовых вод в результате сочетания двух процессов – дернового и болотного. Характерными особенностями этих почв являются наличие гумусового горизонта с содержанием гумуса до 12 %, высокая степень насыщенности основаниями, слабокислая или близкая к нейтральной реакция почвенного раствора. Эти почвы обладают высоким потенциалом плодородия и используются после осушения.

Торфяно-болотные почвы развиваются в условиях постоянного избыточного увлажнения в результате болотного и торфообразовательного процессов. Выделяют низинные, переходные и верховые торфяно-болотные почвы. Низинные торфяно-болотные почвы формируются на водоразделах, в поймах рек, на древнепойменных террасах в условиях увлажнения жесткими грунтовыми водами. Верховые торфяно-болотные почвы формируются на водоразделах в условиях увлажнения мягкими атмосферными водами. Низинные торфяно-болотные почвы более плодородны, чем верховые. Например, на глубине 20–40 см эти почвы имеют соответственно следующие показатели: зольность 13,8 и 1,29 %, pH_{KCl} – 5,7 и 2,3, содержание обменных оснований – 2364 и 417 и обменных катионов 2483 и 1427 мг-экв/кг почвы, содержание P₂O₅ 101 и 24 и K₂O – 147 и 153 мг/кг почвы.

В почвообразующих породах и почвах повсеместно присутствуют природные (естественные) радионуклиды: калий-40, а также уран, торий, продукты их распада (43 радионуклида) и другие естественные радионуклиды. В табл. 4 указано содержание основных естественных радионуклидов в земной коре и их вклад в радиоактивность почвы.

Т а б л и ц а 4. Естественные радионуклиды земной коры

Радионуклиды	Содержание радионуклида, %	Вклад радионуклида в радиоактивность почвы, %
Калий-40	3,0	66,0
Уран-238	2,5	2,0
Торий-232	18,3	5,0
Радий-226	0,2	0,05

Таким образом, основной вклад в естественную радиоактивность почвы вносит калий-40. Радиоактивность почв зависит от радиоактивности материнских или почвообразующих пород, потому что минералы и частицы породы входят в скелетную часть и минеральные фракции почвы. Среди осадочных пород наиболее радиоактивны глины, а менее активны – известняки. Из вулканических пород максимальная радиоактивность у гранитов, минимальная – у базальтов. В Республике Беларусь почвы, развивающиеся на гранитах, которые распространены преимущественно в северной части, имеют более высокую радиоактивность, чем почвы, сформированные на известняках, которые находятся в южной части республики.

Почвы Республики Беларусь по содержанию тяжелых естественных радионуклидов разделяются на три типа: 1) обогащенные ураном и обедненные радием по сравнению с почвообразующей породой; 2) обедненные ураном и относительно обогащенные радием; 3) почвы с относительно равномерным распределением урана по профилю. В северных районах республики преобладают дерново-подзолистые суглинистые почвы, характеризующиеся повышенным содержанием урана-238 ($2,5 \cdot 10^{-4}$ %) и повышенным содержанием радия-226 ($1,5 \cdot 10^{-10}$ %). В дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах в южных районах содержание урана и радия меньше и составляет соответственно $1,0 \cdot 10^{-4}$ % и $0,9 \cdot 10^{-10}$ %.

Содержание K-40 в почве находится в прямой зависимости от содержания общего калия. В пределах одного типа почвы содержание K-40 изменяется от 1,5 до 2,5 раз. Известно, что содержание K-40 в гранитах в 10 раз больше, чем в известняках, в 5 раз больше, чем в

базальтах и в 1,5 раз больше, чем в сланцах. Содержание К-40 в почве зависит от материнской породы, при этом максимальная концентрация в почвах, развивающихся на кислых магматических породах (гранитах). К таким почвам в Беларуси относят дерново-подзолистые суглинистые почвы, которые широко распространены в северных регионах республики. К-40 наряду со стабильными изотопами калия входит в состав полевых шпатов, слюд, амфиболов, пироксенов, фельдшпатоидов, эндогенных флюидов. В результате ионообменных реакций К-40 включается в кристаллические решетки глинистых минералов и гидрослюд. Калий образует собственные минералы (соли) – сильвин (KCl), сильвинит (KCl·NaCl), карналлит (KCl·MgCl₂·H₂O), они используются для производства калийных удобрений, в которых содержание обменного калия составляет 12–30 %. Поведение К-40 в почве определяется поведением его стабильных аналогов – К-38 и К-39. Изотопы калия находятся в почве в различных формах: водорастворимой (катионы почвенного раствора), обменной (катионы на отрицательно заряженных глинистых и органических частицах), труднообменной (катионы в кристаллических решетках глинистых минералов), необменной (в составе собственных почвенных минералов).

Уран-238 и торий-232 относятся к семейству актиноидов, поэтому их химические свойства схожи. Природный уран-238 имеет два состояния окисления: +4 и +6, а природный торий – одно состояние окисления: +4 (U⁺⁴; U⁺⁶, Th⁺⁴). Все первичные минералы, содержащие U⁺⁴, разделяются на две группы:

первая группа – группа уранита (кристаллические формы с примесью тория и кремния);

вторая группа – группа настурана (бесториевые оксиды урана). Минералы, содержащие U⁺⁶, являются солями уранила, которые хорошо растворимы в воде. Торий-232 входит в состав многих минералов всегда в смеси с редкоземельными элементами и с U⁺⁴. К основным минералам, содержащим торий-232, относится торинит, торит и монацит.

В почве уран-238 и торий-232 находятся в виде диоксидов, гидрооксидов, галлогенидов, оксигаллогенидов, растворимых и нерастворимых солей, комплексов с органическими и неорганическими кислотами, изоморфных форм с редкоземельными элементами. Таким образом, уран-238 и торий-232 в почве образуют собственные минералы, входят в другие минералы и находятся в различных рассеянных формах. Уран-238 более подвижен в почве, чем торий-232.

Радий-226 в природе находится в степени окисления +2 в равновесном состоянии с материнским радионуклидом, т.е. с ураном 238.

В верхних горизонтах почв Республики Беларусь среднее содержание калия-40 составляет до 500 Бк/кг, при этом его содержание в дерново-подзолистых почвах максимальное – 600–800 Бк/кг, в торфяно-болотных – 240–340 Бк/кг и в аллювиальных пойменных почвах – до 200 Бк/кг.

Среднее содержание урана-238 составляет 5,9 Бк/кг, (варьирует от 1,0 до 12,8 Бк/кг). Максимальное содержание урана в дерново-подзолистых почвах, сформированных на мощном лессовидном суглинке, водно-ледниковых суглинках и водно-ледниковых супесях, составляет в среднем 7,5 Бк/кг. В торфяно-болотных почвах содержание урана в 1,5 раза меньше, чем в дерново-подзолистых. С увеличением их зольности содержание урана возрастает, при этом верховые и переходные торфяники содержат меньше урана, чем низинные.

Среднее содержание тория-232 составляет 6,9 Бк/кг, (варьирует от 3,0 до 26,2 Бк/кг). Самое высокое содержание тория в дерново-подзолистых почвах, развивающихся на мощном лессовидном суглинке, а самое низкое – в торфяно-болотных почвах.

Среднее содержание радия-226 составляет 45,9 Бк/кг (варьирует от 10,8 до 83,0 Бк/кг). Распределение радия-226 по типам почвы аналогично распределению урана.

Содержание К-40 в почве пахотных угодий повышается при внесении калийных удобрений, а содержание Th-232, U-238 и Ra-226 – при внесении фосфорных удобрений, в которых они присутствуют в качестве примесей. В суперфосфате и фосфоритной муке содержится уран, торий и радий, в аммофосе – только уран и торий. Контакт удобрений с почвой способствует возрастанию подвижных форм К-40, Th-232, U-238 и Ra-226 в 4–10

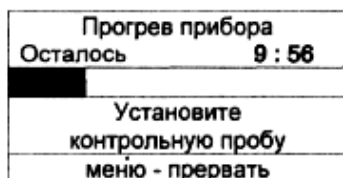
раз. Калий является одним из основных элементов питания растений, он легко поступает в корневую систему растений, поэтому быстро выносится из почвы. Однако за последние 30 лет концентрация К-40 в почве возросла в среднем только на 1,4 %. Уран, торий и радий относятся к тяжелым элементам, имеют большие ионные радиусы, поэтому их корневое поступление и вынос из почвы растениями ограничены. По этой причине происходит постоянное накопление этих радионуклидов в почвах агроценозов.

Техногенная радиоактивность почвы обусловлена наличием в ней цезия-137, стронция-90, изотопов плутония и других радионуклидов. Основной вклад в радиоактивность почвы вносят цезий-137, концентрация которого в почве возросла после Чернобыльской катастрофы в десятки и сотни раз. Содержание в почве цезия-137 зависит в основном от расстояния до Чернобыльской АЭС. На территории Республики Беларусь распределение цезия-137 носит повсеместный и неравномерный характер.

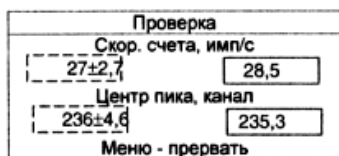
Цель работы: определить содержание естественных и техногенных радионуклидов в основных типах почв Республики Беларусь.

Материалы и оборудование: гамма-радиометр РКГ-АТ 1320А, 13 основных типов почв Республики Беларусь, весы лабораторные.

1. Подготовить гамма-радиометр к работе. Включите радиометр. Для этого нажмите кнопку «Вкл», на экране на несколько секунд появится надпись «Атомтех», а затем сообщение:



Прогрев радиометров идет в течение 10 мин. В процессе прогрева установить контрольную пробу и закрыть блок защиты (БЗ). По окончании прогрева автоматически производится проверка сохранности градуировки радиометров. При прохождении проверки на экране высвечиваются нормируемые и текущие значения скорости счета в импульсах в секунду и центра пика в каналах:



Значения, высвечиваемые в окне, выделенном на приведенной выше иллюстрации штриховыми линиями, – нормируемые, индивидуальные для каждого прибора, значения в другом окне – текущие.

Если положение центра пика соответствует нормируемому значению, то появляется сообщение «Проверка завершена».

Если положение центра пика не соответствует нормируемому значению, то радиометры автоматически проведут стабилизацию (корректировку напряжения питания ФЭУ, обеспечивающую приведение характеристик радиометров в соответствие с их градуировочными параметрами), затем повторят проверку, по окончании которой раздастся звуковой сигнал и на ЖКИ появится сообщение «Проверка завершена».

Следует помнить, что неиспользуемая контрольная проба при измерениях и проверках должна находиться от БЗ на расстоянии не менее 2 м.

2. Выполните оперативный контроль фона. Фоновые спектры, т. е. спектры, регистрируемые радиометрами в отсутствие источника ионизации, могут оказывать существенное влияние на точность измерений, особенно при измерении малых активностей. Уровень фона в общем случае зависит от климатических условий, месторасположения радиометра, внешнего гамма-фона, радиационной чистоты

поверхности БД, БЗ и измерительного сосуда.

Измеренные спектры рабочих фонов записываются в память радиометра. Поэтому при неизменных условиях работы фон можно определять не перед каждым измерением, а значительно реже, например, один раз в месяц или перед проведением серии измерений проб заведомо малой активности.

Время набора фоновых спектров при измерении малых активностей должно быть не менее 3 ч. Для удобства работы рекомендуется заранее провести измерение и записать в память фоновые спектры для всех типов сосудов. Кроме того, в памяти радиометра должен храниться контрольный фоновый спектр, измеряемый не реже одного раза в месяц. Ежедневно перед началом измерений рекомендуется проводить оперативный контроль неизменности фона и по результатам проверки принимать решение о необходимости проведения новых измерений фоновых характеристик.

Измерение фоновых характеристик производится в приведенной ниже последовательности:

1. Установить в БЗ измерительный сосуд, заполненный дистиллированной водой (если плотность пробы менее $0,3 \text{ г/см}^3$, измерение проводится без воды и сосуда).
2. Закрыть БЗ.
3. Нажать кнопку **«Набор»**, при этом на ЖКИ появляется следующее сообщение:

Параметры набора	
Время, с	0
Масса, г	0
Геом.	
Маринелли, 1л	
Ввод-начать	

Задать следующие параметры: 1) время набора – не менее 10800 с (3 ч); 2) масса пробы – в соответствии с массой воды в установленном сосуде (если плотность пробы менее $0,3 \text{ г/см}^3$, то задается масса пробы 1 г); 3) геометрия измерения – в соответствии с установленным сосудом. Нажмите кнопку **«Ввод»**.

Примечание. Изменение времени измерения, массы пробы и геометрии измерения проводят поочередно в окне редактирования, которое перемещают с помощью кнопок «↑» или «↓». Задают значение массы и времени измерения с помощью соответствующих цифровых кнопок. Стирание ошибочно введенной цифры и выбор геометрии измерения проводят кнопкой «←→».

4. После завершения набора записать измеренный спектр в память радиометра в качестве рабочего фона для соответствующей геометрии измерения. Для этого необходимо нажать кнопку **«Меню»** в режиме **«Спек»** выбрать функцию **«Зап. фон»** и нажать кнопку **«Ввод»**. Извлечь сосуд из блока.

Аналогично производится измерение рабочих фоновых спектров для всех типов измерительных сосудов, используемых в радиометре.

Оперативный контроль фона проводится ежедневно перед началом измерений с целью проверки неизменности фона.

Проверка фона производится сразу после проверки градуировки радиометра. Для этого нужно **извлечь контрольную пробу из БЗ** и нажать кнопку **«Ввод»**, при этом на экране появится нормируемое и измеряемое значение скорости счета имп/с. После окончания контроля (через 3–5 мин) появление сообщения **«Фон в норме»** свидетельствует о неизменности фона. При появлении сообщения **«Фон не в норме»** следует повторить контроль фона, для этого нужно: нажать кнопку **«Меню»**, выбрать позицию **«Кон.ф»**, затем нажать кнопку **«Ввод»**. При повторном появлении сообщения **«Фон не в норме»** необходимо выяснить причины изменения фона. Повышенный фон может быть связан с

радиоактивным загрязнением блока детектора радиометра или с наличием в непосредственной близости от рабочего места радиоактивного источника. В этом случае следует устранить источник радиации (выполнить дезактивацию блока детектора или убрать источник) и повторить контроль фона.

Если изменение фона связано с изменением внешних радиационных условий, необходимо провести новые измерения фоновых характеристик.

Как правило, положительный результат проведения оперативного контроля фона с размещенным в БЗ пустым измерительным сосудом является свидетельством радиационной чистоты сосуда.

3. Измерить удельную активность проб.

Для этого предварительно измерьте рабочий фоновый спектр и подготовьте пробу. Измерительный сосуд должен быть заполнен веществом пробы до отметки или объем пробы должен быть предварительно измерен с погрешностью не более $\pm 2\%$. Если плотность пробы отлична от 1 г/см^3 , то необходимо определить массу пробы с погрешностью не более $\pm 2\%$.

Последовательность измерения.

1. Поместить сосуд с пробой в БЗ. Закройте БЗ.

2. Перейти при необходимости в поле спектра (исходное состояние радиометра), нажав кнопку «**Меню**», а затем перейти в режим набора спектра, нажав кнопку «**Набор**», и задать значения продолжительности измерения, массы пробы и геометрии измерения, нажать кнопку «**Ввод**». Время измерения можно установить приблизительно, так как при необходимости набор спектра может быть продолжен. Если заданное время, равно нулю, измерение продолжается до принудительной остановки, осуществляемой нажатием кнопки «**Стоп**». Геометрия измерения вводится в соответствии с используемым измерительным сосудом.

При измерении ОА (УА) гамма-излучающих радионуклидов менее 100 Бк/л (Бк/кг) для минимизации времени предпочтительно использовать сосуд Маринелли емкостью 1,0 л.

3. После остановки прибора для определения УА радионуклидов ^{137}Cs и ^{40}K нажать кнопку «**Актив**» (для определения ОА необходимо повторно нажать кнопку «**Актив**»).

4. Полученные результаты удельной активности Cs-137, K-40, Th-232 и Ra-226 записать в табл. 5.

Таблица 5. Содержание естественных и техногенных радионуклидов в основных типах почв Республики Беларусь, Бк/кг

№ п.п	Тип почвы	Содержание радионуклидов			
		K-40	Cs-137	Th-232	Ra-226
1	Дерново-карбонатные				
2	Бурые лесные				
3	Подзолистые				
4	Дерново-подзолистые				
5	Дерново-подзолистые заболоченные				
6	Болотно-подзолистые				
7	Дерново-заболоченные				
8	Торфяно-болотные низинные				
9	Торфяно-болотные верховые				
10	Аллювиальные (пойменные) дерновые, дерновые заболоченные				
11	Аллювиальные старопойменные (палеопойменные) дерновые и дерново-заболоченные				
12	Аллювиальные болотные почвы				
13	Антропогенные				

5. Проанализировать полученные результаты. Составить убывающие ряды почв по содержанию естественных радионуклидов (K-40, Th-232, Ra-226) и по содержанию Cs-137.