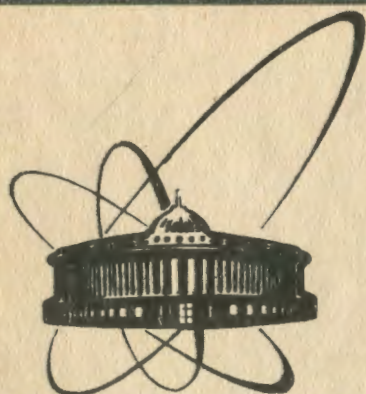


90-478



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

16-90-478

В.Н.Бучнев, В.О.Громов, А.П.Крячко

**ОБМЕР ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗИМЕТРОВ
И ВЫЧИСЛЕНИЕ ДОЗ
В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ТЛД**

1990

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем сообщении описывается работа пакета программ TLDSYS для обмера ТЛ-детекторов и вычисления доз индивидуальных дозиметров в автоматизированной системе ТЛД /1/. Программный продукт разработан в соответствии с техническим заданием ОРБирИ, где приведены конструкция дозиметра и алгоритмы вычисления доз. Подготовка приборов фирмы HARSHAW моделей 2000-А, -В для измерений, калибровка и установка температурного цикла нагрева производится перед началом и в процессе обмера в соответствии с их техническими описаниями /2, 3/.

1. АЛГОРИТМЫ ОБМЕРА ТЛ-ДЕТЕКТОРОВ И ВЫЧИСЛЕНИЯ ДОЗ

На рис. 1 дано мнемоническое изображение карты кассеты индивидуального дозиметра на основе термолюминесцентных детекторов (ТЛД).

1 2	Гнёзда 1 - 6 предназначены для размещения:
3	1 и 5 - ТЛД-600,
4	2 и 6 - ТЛД-700,
5 6	3 - ТЛД (тонкий),
6	4 - ТЛД-400.

Рис. 1. Карта кассеты.

На базе этой карты в зависимости от вложенных детекторов могут быть построены 6 типов дозиметров:

- 1) 4 - для измерения дозы гамма-излучения;
- 2) 3+4 - для измерения доз гамма- и бета-излучений;
- 3) 5+6 - для измерения доз нейтронов и гамма-излучения в смешанных полях;
- 4) 1+2+5+6 - то же, что и в п. 3), но для случаев, когда может понадобиться ручная обработка;
- 5) 3+5+6 - для измерения дозы бета-излучения, а также доз по п. 3);
- 6) 1+2+3+5+6 - для измерения дозы бета-излучения, а также доз по п. 4).

ТЛ-детекторы в гнездах 1 и 2 всегда обмеряются, если находятся в дозиметре, но в определении доз в данном алгоритме не участвуют. Они могут понадобиться при ручной обработке с привлечением дополнительной информации.

В программе предусмотрен выбор одного из 6 типов дозиметра. Кроме типа дозиметра в процессе выполнения программы у оператора запрашивается следующая информация: 1) порядковый номер календарного месяца и год контроля (по умолчанию текущие); 2) номер прибора (1 или 2) *Harshaw*, который должен быть указан на корпусе (по умолчанию 1); 3) номер дозиметра; 4) *R*, [Р/бэр] - коэффициент чувствительности дозиметра (только для типов 3, 4, 5, 6), зависящий от поля, в котором он облучался (установленный заранее или при предыдущей работе с этим дозиметром); 5) *F* и *K* - фон и градуировочный коэффициент соответственно, для ТЛД каждого типа.

F и *K* принимаются равными для одних и тех же типов детекторов всех дозиметров. Их значения хранятся в файле *FK.TAB*.

Коэффициент *R* индивидуален для каждого номера дозиметра 3 - 6 типа. Для экономии времени при вычислении доз соответствующее номеру дозиметра значение *R* выбирается из файла *R.TAB* и заносится в строку записи дополнительно к значениям зарядов.

Эти присписанные значения R могут быть также использованы при ручной обработке данных с учётом детекторов 1 и 2 в дозиметрах типа 4 и 6.

Для 1 и 2 типа дозиметров по умолчанию записываются значения $R = 1.00$, так как формат записи одинаков для всех типов дозиметров. Эти значения затем нигде не используются. При обмере одного дозиметра формируется строка со структурой:

```

Дозиметр
Номер  Тип  R      Q1      Q2      ...      Q6
XXXXX  X   X.XX  XXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXX ...  XXXXXXXXXXX
    
```

Здесь Q - величина заряда, полученная при обмере соответствующего номера детектора дозиметра, в пикокулонах.

Из таких строк формируется файл исходных данных с именем Sx-мм-гг, где x - номер прибора (1 или 2); мм - номер календарного месяца контроля; гг - год. После обработки информации из этого файла формируется файл доз с именем Dx-мм-гг.SDF со структурой строки :

```

Номер          DG          DB          DN
дозиметра

XXXXX          XXXXX          XXXXX          XXXXX
    
```

Здесь DG и DB - дозы гамма- и бета-излучения, а DN - доза нейтронов.

Обработка результатов обмера дозиметра производится в соответствии с его типом и заключается в следующем.

1. Для 1 и 2 типов дозиметра вычисляется доза гамма-излучения по формуле

$$DG = 967(Q4 - F4)/K4, \text{ [мбэр] для прибора \# 1}$$

или

$$DG = 967(Q4 - 3F4)/3K4, \text{ [мбэр] для прибора \# 2.}$$

2. Для 2, 5 и 6 типов дозиметра доза бета-излучения вычисляется по формуле

$$DB = 1000(Q3 - F3)/K3, \text{ [мрад] для прибора \# 1}$$

или

$$DB = 1000(Q3 - 3F3)/3K3, \text{ [мрад] для прибора \# 2.}$$

3. Для 3, 4, 5 и 6 типов дозиметра доза гамма-излучения вычисляется по формуле

$$DG = 967(Q6 - F6)/K6, \text{ [мбэр] для прибора \# 1}$$

или

$$DG = 967(Q6 - 3F6)/3K6, \text{ [мбэр] для прибора \# 2,}$$

а доза нейтронов вычисляется по формуле

$$DN = 1000[(Q5 - F5)/K5 - (Q6 - F6)/K6]/R, \text{ [мбэр] для прибора \# 1 или}$$

$$DN = 1000[(Q5 - 3F5)/3K5 - (Q6 - 3F6)/3K6]/R, \text{ [мбэр] для прибора \# 2.}$$

Прибор \# 2 имеет большую чувствительность, что учитывается умножением на 3 значений F и K в приведённых выше формулах. Если полученные таким образом дозы меньше принятых минимальных пределов измерений, то они берутся равными этим пределам:

$$DG_{min} = 10 \text{ мбэр для гамма-излучения,}$$

$$DN_{min} = 10 \text{ мбэр для нейтронов,}$$

$$DB_{min} = 20 \text{ мрад для бета-излучения.}$$

2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Пакет программ реализован на версии Turbo Pascal 5.0.

2.1. Состав пакета

В пакет входят файлы TLDSYS.EXE, TLDSYS.TXT, TLDSYS.HLP, R.TAB и FK.TAB. При работе все используемые файлы должны находиться в текущем директории. Рабочие файлы R.TAB, FK.TAB создаются перед началом или в процессе работы, если их нет.

2.2. Запуск программы TLDSYS

Работа начинается с загрузки исполняемого файла TLDSYS.EXE. Это основной файл системы, содержащий программу. Затем работа продолжается в диалоговом режиме: выбирается тип монитора, предлагается ознакомиться с кратким описанием алгоритмов обработки и вычисления доз (см. раздел 1), содержащимся в файле TLDSYS.TXT. После этого производится переход к установке даты и текущего времени.

Выбор производится с помощью функциональных клавиш <F1>... <F10>, а также <Enter> и <Esc>.

На рис. 2 представлена блок-схема программы TLDSYS. Все текстовые подсказки-комментарии в меню за исключением описания алгоритмов обмера ТЛ-детекторов и вычисления доз находятся в файле TLDSYS.HLP. Для вызова подсказок из меню используется клавиша <F1>. Тексты пролистываются с помощью клавиши <Space> - "Пробел". Выход из подсказки производится нажатием клавиши <Esc>.

В меню TLDSYS клавиша <F10> обозначается как <FD>. Вместо <F10> для возврата или выхода из меню можно использовать клавишу <Esc>.

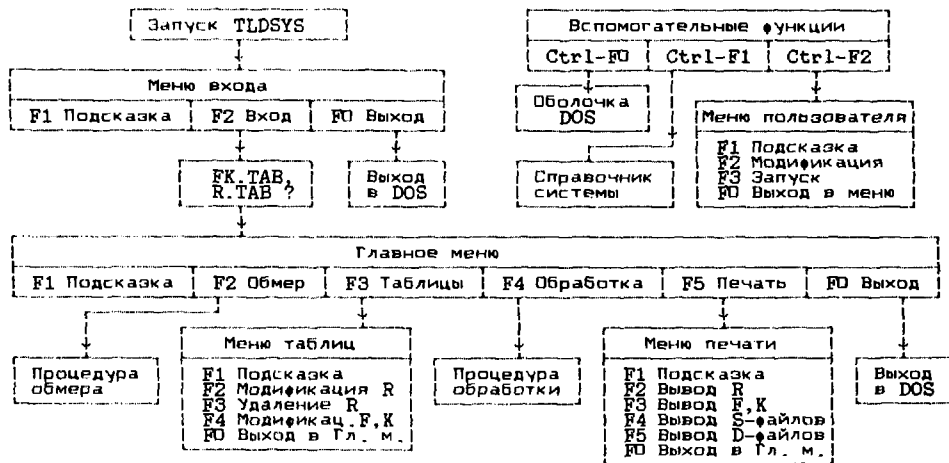


Рис. 2. Блок-схема меню программы TLDSYS

2.3. Меню входа

Подсказка <F1>. На экран монитора выводится описание "Вход в систему TLDSYS" из файла TLDSYS.HLP.

Вход <F2>. При нажатии этой клавиши переходим к формированию файлов R.TAB и FK.TAB, если их нет.

Выход <F4>. Производится выход в DOS.

2.4. Формирование файлов R.TAB и FK.TAB

При отсутствии одного из файлов или обоих предлагается сформировать их. При этом значения фона и коэффициентов по умолчанию заносятся равными $F(i) = 0.00$, а $K(i)$ и $R(i) = 1.00$.

Файл R.TAB представляет собой массив из 1000 записей вида 00000 = 1.00. Предлагается записать сформированные таким образом файлы на диске(те). Тогда при повторном запуске программы TLDSYS они будут найдены и этап их формирования пропущен. Сразу осуществляется выход в "Главное меню".

Если сформированные файлы R.TAB и FK.TAB не записываются, то они находятся в оперативной памяти. В этом случае они сохраняются до первого выхода из программы TLDSYS, перезапуска компьютера или его выключения.

В любом случае следует помнить, что файл R.TAB пока ещё не содержит реальных номеров дозиметров и значений коэффициентов для них. Однако при обмере 3 - 6 типов дозиметров будет предложено их занести. Таким образом можно занести необходимое значение коэффициента для указанного номера дозиметра в процессе измерения.

Проверка значений фона F и коэффициентов K при обмере не выполняется, так как в этом нет необходимости.

Значения коэффициентов в файлы R.TAB и FK.TAB, сформированные как было описано выше, могут быть занесены (изменены), а файлы записаны при входе в подменю "Таблицы" программы TLDSYS или с помощью любого текстового редактора.

Поиск коэффициентов R выполняется до первой записи с нулевым номером дозиметра: 00000 = X.XX. Поэтому при заполнении

R.TAB с помощью текстового редактора записи необходимо делать подряд. При работе в программе TLDSYS это условие выполняется автоматически.

Занесение номера дозиметра, равного 00000, в TLDSYS исключается. При работе с текстовым редактором это возможно, но недопустимо.

Для рутинных обмеров дозиметров (после их сбора в лабораториях) файлы R.TAB и FK.TAB должны быть заполнены до начала их обмера.

2.5. Обмер дозиметров и обработка результатов

При наличии файлов R.TAB, FK.TAB осуществляется переход к "Главному меню TLDSYS" (см. рис. 2).

2.5.1. Подсказка <F1>.Описание обмера и обработки

При этом выборе на экран выводится текст "Главное меню системы TLDSYS" из файла TLDSYS.HLP. В нём кратко описаны запуск обмера и обработки результатов.

2.5.2. Обмер <F2>. Организация обмера

Напомним, что файлы R.TAB и FK.TAB, содержащие значения всех необходимых коэффициентов, должны обязательно находиться в текущем директории. Перед сеансом обмера предлагается подтвердить или откорректировать месяц и год контроля, а затем ввести номер прибора HARSHAW: 1 или 2. На основании этой информации создаётся имя файла исходных данных. Если файл с таким именем уже есть, то он будет найден для продолжения работы.

На экране монитора появляется заставка с 6-ю типами дозиметров (см. рис. 3). Показано, что в исходном состоянии подсвечен 1-ый тип дозиметра.

В верхнем левом углу экрана отображается глубина вложения меню, а в правом - состояние системы в данный момент.

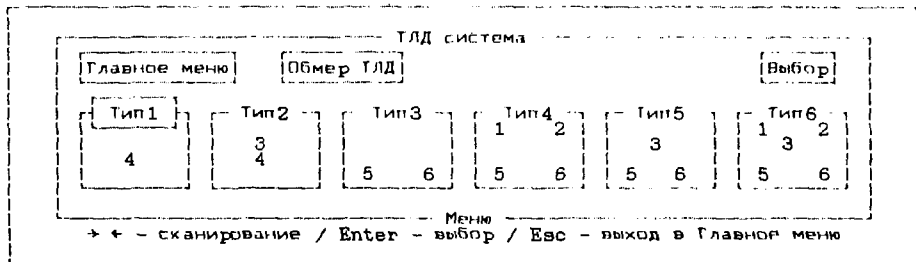


Рис.3. Экран в режиме выбора типа дозиметра перед обмером ТЛД.

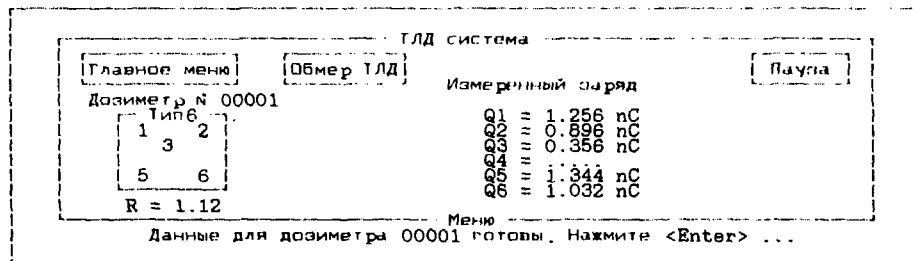


Рис.4. Экран после обмера дозиметра.

Последняя строка экрана используется для общения с оператором. Если здесь выводится сообщение, заканчивающееся многоточием, то это значит, что нужно нажать клавишу <Space> (рис. 4).

Часто при вводе параметра выдается значение, принятое по умолчанию. При нажатии клавиши <Enter> мы подтверждаем это значение. Для его изменения можно воспользоваться клавишами --> , <-- или <Back Space> для того, чтобы подогнать курсор к нужному знаку, а затем ввести необходимое значение.

2.5.3. Процедура обмера

Оператор открывает дозиметр и приступает к его обмеру. Обмер производится в цикле, состоящем из следующих операций:

- 1 - выбор типа дозиметра;
- 2 - установка указанного номера детектора на планшет прибора 2000-A;
- 3 - запуск измерения заряда ГЛ-детектора: нажатие кнопки "READ" на приборе 2000-B;
- 4 - ввод номера дозиметра;
- 5 - проверка и коррекция (при необходимости) коэффициента R;
- 6 - ожидание готовности данных;
- 7 - повторение пунктов 2- 6 для всех ГЛ-детекторов дозиметра;
- 8 - подтверждение правильности или коррекция данных для записи (номера дозиметра, коэффициента R).

Номер дозиметра вводится во время нагрева и обмера ГЛ-детектора. Поиск по номеру дозиметра в файле R.TAB соответствующего ему значения R и занесение его в данную запись занимает незначительное время, так как файл загружен в оперативную память. Если, однако, для введенного номера дозиметра (3 - 6 типы дозиметров) нет коэффициента R в R.TAB, то предлагается ввести его.

Правильность считывания значений зарядов с прибора 2000-B, относящихся к обмеренным детекторам, можно проверить по их

представлению на экране монитора (см. рис. 4).

Если тип дозиметра выбран, то результат обмера детектора сохраняется в любом случае, даже при нарушении порядка выполнения операций пунктов 2 - 4.

После подтверждения правильности данные, относящиеся к установленному номеру дозиметра, записываются на дискете, и программа возвращает нас к операции выбора типа дозиметра. Причём подсвечивающее окно, индицирующее выбор, указывает на прежде выбиравшийся тип. Устанавливая с помощью клавиш -->, <-- подсвечивающее окно на нужный тип дозиметра и подтверждая свой выбор, производим обмер партии дозиметров. Затем выходим в "Главное меню".

2.5.4. Проверка правильности формата записей файла исходных данных

Полученный после обмера дозиметров файл лучше сразу же подвергнуть предварительной обработке ("Обработка <F4>" в "Главном меню"). При этом выявляются номера дозиметров, записи которых имеют нарушение формата. Вычисление доз для таких записей не производится. Эти записи нужно просмотреть, выявить ошибки и отредактировать. Таким образом файл исходных данных подготавливается к вычислению доз.

2.6. Работа с таблицами <F3>

При нажатии функциональной клавиши <F3> в "Главном меню" переходим к подменю "Таблицы" (см. рис.2), в котором представлен имеющийся набор операций. Сюда входят вывод текста-подсказки, модификация (изменение, добавление и удаление) значений F, K и R из соответствующих таблиц (файлов). Эти функции системы частично дублируют операции модификации коэффициентов R в ходе обмера 3 - 6 типов дозиметров.

Так как файл R.TAB рассчитан на 1000 записей, то записи с неиспользуемыми номерами дозиметров необходимо удалить.

2.7. Обработка файла исходных данных и получение файла доз <F4>

В результате обмера детекторов дозиметров получаем файл исходных данных. Их обработка производится по алгоритмам раздела 1.

2.7.1. Проверка значений фона F и коэффициентов K и R

Процесс обработки может следовать как непосредственно после обмера, так и быть значительно отдалён от него во времени. В директории могут иметься несколько файлов исходных данных. В любом случае перед началом обработки необходимо проверить значения F и K файла FK.TAB и их соответствие предназначению для обработки файлу исходных данных.

2.7.2. Результат обработки файла исходных данных

После обработки отредактированного файла исходных данных с начальной буквой S в имени (Sx-xx-xx.SDF) получаем файл доз с именем, начинающимся с буквы D (Dx-xx-xx.SDF). Остальные знаки в их именах должны совпадать.

В процессе обработки информация файла исходных данных не изменяется. Поэтому его обработку можно производить многократно и, в принципе, по различным алгоритмам.

2.8. Распечатка результатов обмера и вычисления доз <F5>

Режим "Печать" выбирается из "Главного меню" нажатием функциональной клавиши <F5>. При этом переходим в подменю "Печать". Здесь клавишей <F1> на экран монитора выводится текст-подсказка.

Если принтер включен и является принтером типа EPSON FX, то можно распечатать в сжатой форме содержимое файлов FK.TAB, R.TAB, исходных данных и дозового.

Если принтер выключен, то через 60 секунд появится сооб-

чение - "Ошибка: принтер не готов!..". Нажав клавишу <Space>, выходим в "Главное меню".

Примеры вывода на печать таблиц FK.TAB, R.TAB и содержимого файлов Sx-xx-xx.SDF, Dx-xx-xx.SDF даны в разделе 3.

2.9. Вспомогательные функции программы TLDSYS

Эти функции не приводятся в общих меню, так как они рассчитаны на квалифицированных пользователей. Функции дают возможность вызова текстов-подсказок из файла TLDSYS.HLP, выхода в дополнительное "Меню пользователя", а также выполнения команд DOS и запуска любых других программ прямо из TLDSYS.

Специальные функции инициируются при нажатии клавиши <Ctrl> и соответствующей функциональной клавиши.

2.9.1. Вызов из справочника системы текстов-подсказок <Ctrl>-<F1>

Внизу экрана монитора появляется сообщение: Найти: ". Следует ввести заголовок нужной подсказки. Если заголовки разные, то иногда достаточно ввести только первую букву или слово. Например, Найти:" Таблицы <Enter>. Тогда будет выведен текст, относящийся к заголовку "Таблицы". Вызываемые подсказки должны быть, конечно, в файле TLDSYS.HLP. Правописание знаков заголовков должно передаваться точно.

2.9.2. Выход в "Меню пользователя" <Ctrl>-<F2>

Меню пользователя - функция системы, позволяющая задавать, выбирать и вызывать часто употребляемые команды DOS из программы TLDSYS. Возможные операции выбираются функциональными клавишами.

F1 - вызов текста-подсказки, описывающего назначение и возможности "Меню пользователя".

F2 - модификация меню. Для этого достаточно установить под-

светку на нужную строку, в том числе и пустую, и нажать <Enter>. При этом мы входим в режим ввода "подтверждение/модификация". Можно записать произведенные изменения или использовать временно, не производя записи. Набор команд "Меню пользователя" хранится в файле USERMENU.SYS, который можно редактировать и не в рамках системы. Число строк-команд не должно превышать 16.

F3 - запуск выбранной с помощью перемещения подсветки команды DOS.

F0 - выход в "Главное меню".

В меню пользователя могут быть записаны, например, следующие команды.

DIR S?-??-??.SDF - просмотр S-файлов.

DIR D?-??-??.SDF - просмотр D-файлов.

TLC.EXE - вызов программы для снятия кривой термшвы вычисления.

HTEST.EXE - вызов тест-программы (считывания показаний 2000-B по сигналу IBF (конец периода измерения)).

HAR.COM - вызов тест-программы для проверки аппаратуры связи прибора 2000-B с ПК "Правец-16".

Указанные файлы и программы должны быть в текущем директории.

2.9.3. Выход в оболочку DOS <Ctrl>-<F10>

Выход из программы TLDSYS в оболочку (среду) DOS дает возможность в отличие от ограниченного набора команд DOS в "Меню пользователя" использовать любую системную команду и запустить любую программу. Для возвращения в TLDSYS после выполнения необходимых работ нужно выйти в DOS и запустить команду EXIT.

3. Апробация программного пакета TLDSYS

Известными дозами были облучены 4 типа дозиметров. Облучение проводилось в полях гамма-излучения Co-60 в коллимированном пучке, бета-излучения Sr-90 + Y-90 контактным способом

и в поле нейтронов Cf-252 в открытой геометрии на тканезквивалентном фантоме.

Расчётные дозы бета- и гамма-излучения составляли 1 рад, а дозы нейтронов - 9,4 бэр.

Результаты обмера и обработки дозиметров с помощью программного пакета TLDSYS приводятся ниже в виде распечатанных файлов.

Дозиметры N 00003 и 00004 облучались в поле источника Cf-252, имеющего сопутствующее нейтронам гамма-излучение, дозы которого и представлены в соответствующем столбце. Полученные результаты согласуются с расчётными дозами по видам излучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создан и апробирован программный пакет TLDSYS для обмера и вычисления доз комбинированных дозиметров с ТЛ-детекторами. TLDSYS обеспечивает формирование файла исходных данных и дозового, которые можно распечатать и (или) передать в базу данных индивидуального дозиметрического контроля - БД ИДК. Последнее свойство позволит создать автоматизированную интегрированную дозиметрическую систему для обмера дозиметров, вычисления доз и их передачи в БД ИДК.

Обмер и обработка дозиметров с ТЛ-детекторами исключает субъективные факторы при оценке откликов и вычислении доз. Точность результатов определяется характеристиками детекторов и надёжностью методик. Улучшаются условия труда лаборантов, так как отпадает необходимость работы с фотоплёнкой в темноте и просмотре её под микроскопом. Обеспечивается защита от неправильных действий оператора и дружелюбный диалоговый режим работы.

Обмер одного ТЛ-детектора на приборах 2000-А, -В занимает около 2 мин. Длительный цикл обмера обусловлен главным образом тепловой инерцией планшета, на который кладётся детектор, в приборе 2000-А. При таком способе нагрева детектора цикл обмера занимает обычно 80 - 120 секунд. В приборах, где

Распечатка файла FK.TAB - таблицы
основ и град. коэффициентов для ТЛД

Табл. №	F[нКл]	K[нКл/Р]
1	0.02	1.88
2	0.02	1.96
3	0.02	0.29
4	0.02	4.92
5	0.02	1.88
6	0.02	1.96

Распечатка файла R.TAB - таблицы R-коэффициентов для дозиметров
(R[номер дозиметра]=X.XX [Р/бэр])

R[00003]=0.28 R[00004]=0.28

Распечатка файла исходных данных

A:\S2-04-90.SDF (Q [пКл]; R [Р/бэр])

Доз-р №	Тип №	R	Q[1]	Q[2]	Q[3]	Q[4]	Q[5]	Q[6]
00001	1	1.00	0	0	0	15900	0	0
00002	2	1.00	0	0	913	16100	0	0
00003	4	0.28	6366	2861	0	0	17200	2880
00004	5	0.28	0	0	1084	0	17300	2545

Распечатка файла доз - A:\D2-04-90.SDF

(DG [мбэр]; DN [мбэр]; DB [мрад])

Доз-р №	DG	DN	DB
00001	1030	0	0
00002	1050	0	980
00003	480	9140	0
00004	410	9410	1180

нагревается только сам ТЛ-детектор (оптическим способом, обдувом горячим азотом или прикосновением горячего стержня), время обмера одного детектора составляет от 7 до 20 секунд.

В настоящее время применение созданного программного продукта TLDSYS сдерживается отсутствием кассет и ТЛ-детекторов.

Авторы благодарят Г.Я. Касканова за консультации по алгоритмам обработки ТЛ-детекторов и подготовку партии ТЛ-детекторов для апробации программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов В.О., Крячко А.П. ОИЯИ 16-89-620. Дубна, 1989.
2. Models 2000-A, -C, -P Thermoluminescence Detectors. Instruction Manual. Harshaw, USA, 1975.
3. Model 2000-B Automatic Integrating Picoammeter Instruction Manual. Harshaw, USA, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 октября 1990 года.