

Тема:

«Разработка электронного тренажера-эмулятора для отработки практических вопросов применения спектрометров СКС-50М и Гамма-1С/NB1»

Итоговый отчет

Россия, 141570, Московская обл., Солнечногорский район, п. Менделеево, Льяловское шоссе, д. 1а, ООО "ЛСРМ" тел./факс: +7 (495) 660-16-14 <u>http://www.lsrm.ru</u> E-mail: <u>lsrm@lsrm.ru</u>

Содержание

1	Введ	аение	4
2	Общ	ее описание состава тренажера	4
3	Соде	ержание разделов тренажера для спектрометра СКС-50М	7
	3.1 J	Табораторная работа «Подготовка СКС-50М к работе»	7
	3.1.1	Заливка азота. Подключение аппаратуры. Включение спектрометра	1.7
	3.1.2	Калибровка по энергии	8
	3.1.3	Калибровка по разрешению и нелинейности	9
	3.1.4	Измерение фона	9
	3.2 J	Табораторная работа «Измерение гамма-спектров»	11
	3.2.1	Получение спектра Со-57 от открытого источника и источника в	
	конте	ейнере	11
	3.2.2	Получение спектра от равновесного Th-232 (возраст 50 лет) и	
	нера	вновесного (возраст 1 год)	13
	3.3 J	Табораторная работа «Определение изотопного состава и активности	
	источні	иков без защитных контейнеров»	14
	3.3.1	Определение активности Th-232 (А:1 кБк)	15
	3.3.2	Определение активности Cs-137+Co-60 (А:20 МБк)	15
	3.4 J	Табораторная работа «Контроль активности радиоизотопных источнико)B
	в конте	йнерах»	16
	3.4.1	Контроль активности декларированного Ir-192 (А:1Ки) в КИЗ-0.5	16
	3.4.2	Определение активности неизвестного источника в неизвестном	
	конте	ейнере (Eu-152 А:10 МБк в КТ1-35)	17
	3.4.3	Определение активности Eu-152 (А:100 кБк) в КТ1-5, КТ1-10, КТ1-2	0,
	КИЗ-	29 18	
	3.4.4	Контроль активности Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10	20
	3.4.5	Контроль активности Am-241 (А:1 Ки) в КТ1-10	20
	3.5 J	Табораторная работа «Контроль степени обогащения урана»	21
	3.5.1	Гексафторид урана в ТУК-48G (калибровка по степени обогащения))22
	3.5.2	Гексафторид урана в ТУК-48G	22
	3.5.3	Гексафторид урана в ТУК-30 (Калибровка по степени обогащения).	24
	3.5.4	Гексафторид урана в ТУК-30	24
	3.6 J	Табораторная работа «Определение изотопного состава плутония»	26
	3.6.1	Определение изотопного состава по области 120-210 кэВ	27
	3.6.2	Определение изотопного состава по области 630-670 кэВ	27
C	одержа	ние разделов тренажера для спектрометра Гамма-1C/NB1	28
	3.7 Г	Тодготовка Гамма-1С\NB1 к работе	28
	3.7.1	Подключение аппаратуры. Включение спектрометра	28
	3.7.2	Калибровка по энергии	29
	3.7.3	Калибровка по разрешению и нелинейности	30
	3.7.4	Измерение фона	31
	3.8 V	1змерение гамма-спектров	33
	3.8.1	Получение спектра Со-57 от открытого источника и источника в	
	конте	ейнере	33
	3.8.2	Получение спектров Th-232 равновесного (возраст 50 лет) и	
	нера	вновесного (возраст 1 год)	34
	3.9 (Определение изотопного состава и активности источников без защитны	X
	контейн	неров	35
	3.9.1	Измерение низкоактивных источников Th-232 (А:1 кБк)	35

 3.9.2 Измерение высокоактивных источников Cs-137+Co-60 (А:20 МБк). 3.10 Контроль активности радиоизотопных источников в контейнерах	.36 .36 .36 .36
3.10.3 Контроль активности Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10	.39
3.10.4 Контроль активности Am-241 (А:1 Ки) в КТ1-10	.40
3.11 Контроль степени обогашения урана	.40
3.11.1 Гексафторид урана в ТУК-48G (калибровка по степени обогашения)40
3.11.2 Гексафторид урана в ТУК-48G	.41
3.11.3 Гексафторид урана в ТУК-30 (калибровка по степени обогащения).	.43
3.11.4 Гексафторид урана в ТУК-30	.43
4 Модуль для эмуляции действий спектрометриста OperatorEmulator.	
Основные возможности.	.44
4.1 Введение	.44
4.2 Основные возможности программы	.44
4.2.1 Режимы работы программы	.44
4.2.2 Управление макетом лаборатории спектрометриста	.45
4.2.2.1 Управление рабочим столом	.45
4.2.2.2 Управление источниками	.47
4.2.2.3 Управление детектором	.50
4.2.2.4 Управление анализатором и ноутбуком	.52
4.2.3 Управление спектрометром	.54
4.2.4 Запуск штатной программы	.57
5 Изменение наполнения тренажера	.58
5.1 Создание новых заданий	.58
5.2 Создание новых шаблонов спектров	.59
5.3 Создание новых образцов	.61
5.3.1 Іочечный источник в контейнере	.61
5.3.2 Образцы урана в контейнере	.62
5.3.3 Образцы плутония в контейнере	.62
5.4 Моделирование новых детекторов	.63
приложение г Список рисунков	.66

1 Введение

Настоящий документ подводит итог работе по созданию тренажера-эмулятора для отработки практических вопросов применения спектрометров СКС-50М и Гамма-1С/NB1.

В результате этой работы создан законченный программный комплекс, позволяющий проводить обучение в соответствии с задачами, сформулированными в техническом задании. Документ посвящен демонстрации работы комплекса в режиме «Оператор».

При необходимости, в случае изменения учебной программы, наполнение комплекса может быть изменено в режиме «Администратор». Описанию возможностей комплекса в этом режиме посвящен последний раздел настоящего документа.

2 Общее описание состава тренажера

Тренажер состоит из двух независимых частей:

- Тренажер для СКС-50(М);
- Тренажер для Гамма-1С/NB1.

Процесс обучения подразумевает наличие пользователя с правами администратора (преподавателя), имеющего доступ к ресурсам для формирования разделов **Тренажера**. Остальные пользователи – операторы (обучающиеся) – выполняют поставленные задания. В соответствии с этим предусмотрено два режима работы комплекса:

- 1. Режим Администратора позволяет изменять содержание Тренажера.
- 2. Режим Оператора предназначен непосредственно для обучения.

На рисунке приведено основное окно **Тренажера** для выбора режима запуска (**Администратор** или **Оператор**) и спектрометрического устройства (СКС-50(М) или Гамма-1C/NB1),



Рисунок 2-1. Основное окно Тренажера для выбора режима запуска

Mains T / Astron
С Режим администратора С Режим оператора Памиа-10/NB1
Пароль
Ведите пароль ОК
Запуск Тренажера

Доступ ко всем ресурсам комплекса возможен только для пользователя с правами Администратора, поэтому этот режим защищен паролем.

Рисунок 2-2. Окно ввода пароля в режиме Администратор.

Программная оболочка WorkMaster (Задания: Подготовка и выполнение) вызывается при запуске Тренажера в режиме Администратора. С ее помощью пользователь может

- моделировать детекторы, образцы и т.д., изменять и удалять уже существующие,
- выполнять все необходимые расчеты по формированию шаблонов спектров,
- создавать новые лабораторные задания,
- записывать и просматривать обучающие видеофильмы,
- изменять пароль для запуска комплекса в режиме Администратор,
- вызывать любые модули, входящие в его состав.

На рисунке представлено основное окно программы **WorkMaster** со списком практических заданий для Гамма-1C/NB1 (слева) и параметрами одного из них (справа).



Рисунок 2-3. Основное окно программы **WorkMaster** со списком практических заданий.

В программную оболочку **WorkMaster** входит средство для просмотра обучающих видеороликов.



Рисунок 2-4. Основное окно программы **WorkMaster** с обучающими видеороликами.

ЛСРМ Тренажер – Итоговый отчет

3 Содержание разделов тренажера для спектрометра СКС-50М

3.1 Лабораторная работа «Подготовка СКС-50М к работе»

3.1.1 Заливка азота. Подключение аппаратуры. Включение спектрометра



Рисунок 3-1. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего подготовку СКС-50(М) к работе.



Рисунок 3-2. Фон СПбФ (200л бочка –вода) /5 метров от детектора.



3.1.2 Калибровка по энергии

Рисунок 3-3. Калибровка по энергии (Am-241, Co-60).



3.1.3 Калибровка по разрешению и нелинейности

Рисунок 3-4. Калибровка по разрешению и нелинейности (Am-241, Co-60, E-152, Ba-133, Th-232, Cs-137).



3.1.4 Измерение фона

а) Источник на столе присутствует



b) Источник удален со стола

Рисунок 3-5. Измерение фона. Приведены спектры для сравнения с источником на столе (а) и когда источник удален (b).

3.2 Лабораторная работа «Измерение гамма-спектров»

3.2.1 Получение спектра Со-57 от открытого источника и источника в контейнере



Рисунок 3-6. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего измерение гамма-спектров.



Рисунок 3-7. Спектр открытого источника Со-57



Рисунок 3-8. Спектры источника Со-57 в контейнере КТ1-10.



3.2.2 Получение спектра от равновесного Th-232 (возраст 50 лет) и неравновесного (возраст 1 год)

Рисунок 3-10. Спектр неравновесного Th-232 (возраст 1 год).

Статус: н

Спектронетр: управл

с: Th-232 (1 год) точечный(Th-232:1E05Bq)

Ист

3.3 Лабораторная работа «Определение изотопного состава и активности источников без защитных контейнеров»



Рисунок 3-11. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль изотопного состава и активности источников без защитных контейнеров.



3.3.1 Определение активности Th-232 (А:1 кБк)

Рисунок 3-12. Спектр Th-232 (А:1 кБк).



3.3.2 Определение активности Cs-137+Co-60 (А:20 МБк)

Рисунок 3-13. Спектр Cs-137+Co-60 (А:20 МБк).

3.4 Лабораторная работа «Контроль активности радиоизотопных источников в контейнерах»

3.4.1 Контроль активности декларированного Ir-192 (А:1Ки) в КИЗ-0.5



Рисунок 3-14. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль активности радиоизотопных источников в контейнерах.



Рисунок 3-15. Спектр Ir-192 (А:1Ки) в КИЗ-0.5.

3.4.2 Определение активности неизвестного источника в неизвестном контейнере (Eu-152 A:10 МБк в КТ1-35)



Рисунок 3-16. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-35.



3.4.3 Определение активности Eu-152 (А:100 кБк) в КТ1-5, КТ1-10, КТ1-20, КИЗ-29

Рисунок 3-18. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-10.



Рисунок 3-20. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КИЗ-29.



3.4.4 Контроль активности Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10

Рисунок 3-21. Спектр Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10





Рисунок 3-22. Спектр Am-241 (А:1 Ки) в КТ1-10



3.5 Лабораторная работа «Контроль степени обогащения урана»

Рисунок 3-23. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль степени обогащения урана.



3.5.1 Гексафторид урана в ТУК-48G (калибровка по степени обогащения)

Рисунок 3-24. Гексафторид урана (степень обогащения 5%) в ТУК-48G



3.5.2 Гексафторид урана в ТУК-48G

Рисунок 3-25. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-48G



Рисунок 3-26. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-48G



Рисунок 3-27. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 5%) в ТУК-48G



3.5.3 Гексафторид урана в ТУК-30 (Калибровка по степени обогащения)

Рисунок 3-28. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-30



3.5.4 Гексафторид урана в ТУК-30

Рисунок 3-29. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-30

24



Рисунок 3-30. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-30



Рисунок 3-31. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 7%) в ТУК-30



3.6 Лабораторная работа «Определение изотопного состава плутония»

Рисунок 3-32. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль изотопного состава плутония.



3.6.1 Определение изотопного состава по области 120-210 кэВ



ESBS(SpectraLine) Файл Вид Спектр Спр 📽 🖬 🖑 📽 📽 ... L Chn жнесе: 114,61 реальное: 116,00 нертвое: 300 300 ** 250 Плошадь Пнк. | нертвое 1.20% текущее нертвое. 1.20% ** fie. 200 1 Beca × Загружа регистрация 12143.00 вкодная 12301.12 150 1.29% 50 Макс. счет 33815 в канале. 4453 0 4268 4352 😭 Макет лабораторин спе Уставка Без остановки 0 Mel 1.1.1 ch 5 E0 696.10 FW 1.54 4677 Cox Hanawe ectorees: 78.85%; Pu/S00 rpace-(Pu/S80.37% Pu/S87.85%; Pu/240.15.26%; Pu/241.4.42%; Pu/S42.1.04% Am/241.100milg/(Pu) Tier ofganas: Oppanas: Oppanas: Amronivepe (trepana) Hanawer ofganas: Pu/S00 rpace Tim nomene performance: Th: SUM (Service) do traps) \$0.0000 Paccrossee or stopes needed operpanded o Тип контенера политиконтенера (см.) 15-204 (Контенер адијас контеленера (см.) 4.4 колота контеленера (см.) 18.3 Разијас полости (см.) 4 Вакота полости (см.) 14.6 не до дна полости (см.) 0.4 M к Источник: 70.89% Ро-500 грани(Ро-230:0.37% Ро-239... Спектронитр: упра Слон контейнера : Толщина с Воздух Сталь нерж 4 0.4

3.6.2 Определение изотопного состава по области 630-670 кэВ

Рисунок 3-34. Спектр Ри (500 гр) -78.89% Ри-239

ЛСРМ Тренажер – Итоговый отчет

Содержание разделов тренажера для спектрометра Гамма-1С/NB1

3.7 Подготовка Гамма-1С\NB1 к работе

🚺 Задания: подготовка и выполнение —: C:\LSRM\Trainer\WorkMaster\Fаммa-1C-NB1.ts 🖉 🔍 👔 🛍 🕨 💷 🗶 Подключение аппаратуры. Включение спектрометра. (Видеоролик: С:\LSRM\Trainer\Video\Taммa-1C-NB1\Подготовка к Комментарий: Позиция: 0:00:06, Длигельность: 0:05:21 0 а-1C\NB1 к работе 0 ного (возрат 50 лет) и 2 равновется источников без за к источников Th-232 (А:1 кБк) ых источников Cs-137+Co-60 (А:20 М 0 ости радиоизотолных источников в контейнерах енности декларированного (r132 (A:154) в КИ33 енности (b-152 (A:10 MKs) в К11-5,К11-10,К11-2 енности (b-60 (A:1MEx) в К11-10 тенности Am-241 (A:15 Ku) в К11-10 обогащенных цемна. 0 Этапы проведения измерений с использованием спектрометра Гамма-1C/NB1 в процессе таможенного контроля ДРМ включают в себя: 0 гащения урана а в ТУК-48G (калибровка по ст 11.

3.7.1 Подключение аппаратуры. Включение спектрометра

Рисунок 0-1. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего подготовку к измерению и подключение аппаратуры.



Рисунок 0-2. Фон СПбФ (200л бочка –вода)

3.7.2 Калибровка по энергии



Рисунок 0-3 Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего калибровку по энергии

ЛСРМ Тренажер – Итоговый отчет







3.7.3 Калибровка по разрешению и нелинейности

Рисунок 0-5 Калибровка по разрешению и нелинейности (E-152, Th-232).

3.7.4 Измерение фона



Рисунок 0-6 Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего измерение фона



а) Источники на столе присутствуют



b) Источники удалены со стола

Рисунок 0-7 Измерение фона. Приведены спектры для сравнения с источниками на столе (а) и когда источники удалены (b).

3.8 Измерение гамма-спектров

3.8.1 Получение спектра Со-57 от открытого источника и источника в контейнере







Рисунок 0-9. Спектры источника Со-57 в контейнере КТ1-10



3.8.2 Получение спектров Th-232 равновесного (возраст 50 лет) и неравновесного (возраст 1 год)

Рисунок 0-10. Спектр неравновесного (возраст 1 год).

Канал - 2 Энергия - 4.67 кэВ; N - 0.00

Hugh M. Margada, 1,004. April 1940.



Рисунок 0-11. Спектр от равновесного Th-232 (возраст 50 лет).

3.9 Определение изотопного состава и активности источников без защитных контейнеров



3.9.1 Измерение низкоактивных источников Th-232 (А:1 кБк)

Рисунок 0-12. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль изотопного состава и активности источников без защитных контейнеров.



Рисунок 0-13. Спектр Th-232 (А:1 кБк).



3.9.2 Измерение высокоактивных источников Cs-137+Co-60 (А:20 МБк)

Рисунок 0-14. Спектр Cs-137+Co-60 (А:20 МБк).

3.10 Контроль активности радиоизотопных источников в контейнерах





Рисунок 0-15. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль активности радиоизотопных источников в контейнерах.



3.10.2 Контроль активности Eu-152 (А:10 МБк) в КТ1-5,КТ1-10,КТ1-20,КИЗ-29



Рисунок 0-17. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-5.



Рисунок 0-18. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-10



Рисунок 0-19. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-20



Рисунок 0-20. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КИЗ-29





Рисунок 0-21. Спектр Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10



3.10.4 Контроль активности Am-241 (А:1 Ки) в КТ1-10

Рисунок 0-22. Спектр Am-241 (А:1 Ки) в КТ1-10

3.11 Контроль степени обогащения урана



3.11.1 Гексафторид урана в ТУК-48G (калибровка по степени обогащения)

Рисунок 0-23. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контроль степени обогащения урана.



Рисунок 0-24 Гексафторид урана (степень обогащения 3%) в ТУК-48G



3.11.2 Гексафторид урана в ТУК-48G

Рисунок 0-25 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.5%) в ТУК-48G



Рисунок 0-26 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-48G



Рисунок 0-27 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 5%) в ТУК-48G

🐚 Задания: подготовка и выполнение 🗄 C:\LSRM\Trainer\WorkMaster\Гамма-1C-NB1.tsk	• 0 ∕x
Файл Видео Приложения Дополнительно	
	🕈 Макет лаборатории спектрометриста 💿 🔿 🗴
Подаготоека Ганина-ICWB1 к работе Подаготоека Ганина-ICWB1 к работе Подаготоека спанита-ICWB1 к работе Коллонение спанита-ICWB1 к работе Подаготоека спанита-ICWB1 к работе Коллонение спанита-ICWB1 к работе Подаготоека спанита-ICWB1 к работе Коллонение спанита-ICWB1 к работе Подаготоека спанита-ICWB1 к работе Подаготоека спанита-ICWB1 к работе Коллонение спанита-ICWB1 к работе Подаготоека и истичености Подаготоека спанита-ICWB1 к работе Подаготоека и истичености Подаготоека	PaSouria cron Ppouece Orquer
A LSRM-Tamowers	Расстояние от эффективного центра выбланного источника [cw] 30.0000 Расстояние от эффективного центра стектора до центра источника [cw] 56.55
Спектр Анализатор Настройка Обработка Окна Справка	Высота детектора над столом (см): 35.2510 Высота детектора относительно дна 35.25
	Температура окружающей среды, 20 <
🔬 Уран-ТКАКТ	Статус: инициализировано 2 источника Источник: 3% Гексафторид в ТУК-30(U-235:3% U-238
2368 Параметры источника	R
реклист 45.00 Живее: 44.55 Мертосе: 1.02 1914 1914 1914 1914 Название ист Название ист	ченке: 3% Гексаетторна в ГУК-30(U-235.3% U-238.97%) азаца: Образцы урана в контейнере (жидкость/газ) азаца: Гексаетторна в ТУК-30 жера: ТК-2M Контейнер без тары) жера: ТУК-30 а (см]: 23.9 а (см]: 23.4 ч (см]: 34 нгейнера: Топщина слоя (см] 23.4 0.5
	1024
Канал - 2; Энергия - 4.38 кэ8; N	0.00

3.11.3 Гексафторид урана в ТУК-30 (калибровка по степени обогащения)

Рисунок 0-28 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-30



3.11.4 Гексафторид урана в ТУК-30

Рисунок 0-29 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-30



Рисунок 0-30 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 5%) в ТУК-30

4 Модуль для эмуляции действий спектрометриста OperatorEmulator. Основные возможности.

4.1 Введение

Модуль **OperatorEmulator** позволяет эмулировать действия спектрометриста на рабочем месте при проведении измерений. С помошью данного модуля можно:

- загружать объекты на рабочий стол, используя файл с заданием определенного формата;
- перемещать объекты по рабочему столу, эмулируя действия спектрометриста (перемещение источников и детектора относительно друг друга, измерение расстояния между ними);
- управлять параметрами спектрометра, эмулируя действия спектрометриста с внешним пультом анализатора (включение, выключение, поднятие высокого, сообщения от прибора об ошибках);
- работать со штатной программой спектрометра;

настраивать интерфейсную часть программы (выбирать стили компонентов, изменять размеры, положение статичных объектов).

4.2 Основные возможности программы

4.2.1 Режимы работы программы

Программа поддерживает два режима работы: Оператор и Администратор. Режим Оператора предназначен непосредственно для обучения, режим

Администратора позволяет изменять содержание **Тренажера.** В дополнение к возможностям, предусмотренным в режиме **Оператор**, в режиме **Администратор** доступны следующие функции:

- просмотр и изменение положения фоновых источников, которые в режиме «Оператор» скрыты;
- сохранение настроек макета и положения измеряемых источников, в том числе и фоновых, в переданном файле с заданием;
- редактирование настроек макета: размеры, положение и модели статичных объектов.
- редактирование настроек тракта, определяющих наложение эффектов аппаратуры на эмулируемый спектр;

4.2.2 Управление макетом лаборатории спектрометриста

Макет лаборатории спектрометриста представляет собой 3D-модель рабочего стола с расположенными на нем измеряемыми источниками и спектрометром. В состав макета входят следующие элементы:

- рабочий стол (см. раздел 4.2.2.1),
- измеряемые источники (см. раздел 4.2.2.2),

• спектрометр, состоящий из детектора (см. раздел 4.2.2.3), ноутбука и анализатора (см. раздел 4.2.2.4).

Управление макетом осуществляется с помощью стандартных манипуляторов: мыши и клавиатуры.

4.2.2.1 Управление рабочим столом

Рабочий стол изображен в виде поверхности стола, на которой располагаются спектрометр и измеряемые источники. Пользователь может проделать следующие операции с рабочим столом:

- 😤 Макет лаборатории спектрометриста абочийстол Процесс Опции 🍷 Макет лаборатории спектрометриста абочий стол Процесс Опция Расстояние от детектор выбранного источника (Высота детектора н Темпе Статус: инициализиров Расстояние от детектора до выбранного источника [см]: 21.4872 Расстояние от эффективного центра детектора до центра источника [см]: 23.92 Источник напротив детектора Высота детектора над столом (см): 6.0826 Высота детектора относительно дна контейнера [см]: 0.00 Температура окружающей среды, 🛛 ෫ нализировано 2 источника Источник: Eu ОСГИ-100кБк(Eu-152:1E05Bq) Спектрометр: Выключен
- повернуть поверхность стола относительно центра (с помощью мыши);

Рисунок 4-1. Вращение поверхности стола.



• приблизить или удалить точку обзора стола (с помощью скрола мыши);

Рисунок 4-2. Изменение точки обзора стола.

 изменить размеры поверхности стола (используя настройки макета и доступно в режиме Администратора);



Рисунок 4-3. Изменение размеров поверхности стола.

4.2.2.2 Управление источниками

На макете могут быть представлены два вида источников:

• Точечный источник – визуально представляет собой шарик небольшого по сравнению с другими составляющими макета предметами радиуса;

• Объемный источник или источник в контейнере – визуально представляет собой цилиндр, соответствующий указанным в базе данных размерам;



Рисунок 4-4 Источники на макете лаборатории спектрометриста

🕇 Макет лаборатории спектро	метриста		$\odot 0$
абочий стол Процесс Опции			
Расстояние от детектора до	136.5363	Расстояние от эффективного центра детектора до центра источника [см]: 167.67	Источник напротив детектора
выбранного источника [см]:			
выбранного источника (см): Высота детектора над столом (см):	45.0010	Высота детектора относительно дна 45.00 контейнера (см):	

Одновременно на столе могут находиться несколько источников:

Рисунок 4-5 Три источника на поверхности стола

Определены основные и фоновые источники. Фоновые источники скрыты в режиме **Оператор** и доступны в режиме **Администратор**. Выделенный источник

отображается розовым цветом. В статусной строке выводиться его название, в полях ввода соответствующие ему данные.

Предусмотрены следующие операции с источником:

- Перемещение на новое место (с помощью мыши): перемещение возможно параллельно поверхности стола и перпендикулярно (с нажатой клавишей Shift);
- Перемещение на заданное расстояние от детектора (используя поле ввода Расстояние от детектора до выбранного источника);
- Получение информации об источнике (по щелчку правой клавишей мыши на источнике);

Макет лаборатории спектро	метриста						0
абочий стол Процесс Опции							
		Парамет	ры источника				
			Название источник	ка: Со-57 0.1 Ки в КТ1-10, H=4(0	o-57:3.7E09Bg)	Ĩ.	
			Тип образц	а: Точечный источник в контей	інере		
	L'		Название образц	а: Точечный ист. в КТ1-10, Н=4			
.31			Тип контейнер	а : ТК-ДМ (Контейнер без тарь)		
1997	1111	н	азвание контейнер	oa: KT1-10			
	1199	Pa	диус контейнера (с	м]: 2.6			
		Вы	сота контейнера (ся	м]: 9.5			
			Радиус полости [сл	м]: 1.55			
			Высота полости (сі	м]: 7.3			
		Расстояни	е до дна полости (сі	м]: 1.1			
			Слои контей	йнера:			
		Матери	нал слоя	Толщина слоя (см)			
		Воздух	1	1.55			
		Свинец	L	1			
		Сталь	нерж	0.05			
			7				
сстояние от детектора до бранного источника (см): исота детектора над столом (см):	28.6987	Расстояние от эффективного центра детектора до центра источника [см]: Высота детектора относительно дна контейнера [см]:	34.75 Ист 5.29	точник напротив детектора			
ипература окружающей среды, ад: -	20						

• Удаление источника с рабочего стола;

Рисунок 4-6 Информация об источнике

В окне Список источников (меню **Рабочий стол -> Список источников**) выводиться список всех источников. Серой картинкой отмечены фоновые источники. Снятие галочки напротив источника приводит к его удалению с рабочего стола.



Рисунок 4-7 Удаление источника с рабочего стола

В режиме **Администратор** можно сохранить координаты объектов на рабочем столе в файл с заданием (меню **Рабочий стол -> Сохранить координаты**).



Рисунок 4-8 Сохранение координат источников

Двойной щелчок по рабочему столу или пункт меню **Рабочий стол-**>**Начальное положение** позволяет расставить объекты на столе в первоначальном положении.

4.2.2.3 Управление детектором

Детектор представляет собой блок детектирования с коллиматором (если он есть) и отображается как единый объект. В зависимости от задания на макете могут быть представлены два типа коллиматоров. В зависимости от типа детектора и наличия и типа коллиматора меняется внешний вид (модель) детектора на макете.



5-9а Гамма-1С/NB1 без коллиматора и с коллиматором первого типа.



5-9в СКС-50(М) без коллиматора и с коллиматором второго типа.

Рисунок 4-9 Детектор с коллиматором и без на макете лаборатории спектрометриста.

Предусмотрены следующие операции с детектором:

- Перемещение на новое место (с помощью мыши): перемещение возможно параллельно поверхности стола и перпендикулярно (с нажатой клавишей Shift);
- Перемещение детектора на заданную высоту от уровня стола (высота задается в поле Высота детектора над столом);
- Изменение направления детектора;



Рисунок 4-10 Различные положения детектора.

4.2.2.4 Управление анализатором и ноутбуком

Анализатор предназначен для управления спектрометром. Его присутствие на рабочем столе определяется типом спектрометра: для Гамма-1C/NB1 анализатор присутствует, для СКС-50(М) его нет.



Рисунок 4-11. Макет лаборатории спектрометриста для Гамма-1С/NB1 (слева) и для СКС-50(М) (справа).

Ноутбук на макете используется для запуска штатной программы. Щелчок левой клавишей мыши по ноутбуку имитирует его включение и открывает эмулятор экрана ноутбука, на котором размещены иконки для запуска штатной программы спектрометра. Среди программ, представленных на рабочем столе ноутбука, пользователь должен выбрать нужную.



Рисунок 4-12. Эмулятор рабочего стола ноутбука.

Положение и внешний вид ноутбука и анализатора можно изменить в режиме Администратор в настройках макета (меню Опции -> Настройки..., группа Устройства на рабочем столе). Внешний вид устройств загружается из файлов в формате 3ds, содержащих модель объекта. Модель объекта в формате 3ds может быть создана в программе 3DStudioMAX. Положение задается трехмерными координатами. Изменение этих параметров приводит к немедленному изменению положения и внешнего вида соответствующих устройств.

кет лаборатории спектрометриста		0.
й стол Процесс Опции	Настройки	
	Общие Тракт	
	"Бесконечное" расстояние, [см]: 10000	
	Директория с моделями детекторов:	
	C:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media	
	Размеры рабочего стола	
V	Длина, [см]: 174 🗘	
	Ширина, [см]: 145 🗘	
	Толщина, [см]: 4 🗘	
1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	🗵 Сохранять изменения размеров рабочего стола	
1111	Г Камера —	
1111	🗵 Сохранять изменения положения камеры	
	Устройства на рабочем столе	
	Модель ноутоука: C:\Lsm\Traine\OperatorEmulator\media\computer.3ds	
	Модель анализатора:	
	C:\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds	
	Координаты ноутбука: Координаты анализатора:	
	X, [cm]: 15	
	Y, [cm]: 87	
😤 Макет лаборатории спектрометриста	ПППП охранать изменения положения.натройств	_
Рабочий стол Процесс Опции	Настройки	_
	Общие Тракт	
	Общие _{Тракт}	
	Общие _{Тракт} "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Липектория с моделани детекторор:	
	Общие _{Тракт} "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media - Размеры рабочего стола	۵
	Общие _{Тракт} "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: [C:\LSRM\Trainer\DperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола — Длина, [см]: 174 ↓	@
	Общие _{Тракт} "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145	e
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяни детекторов: С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 Толщина, [см]: 4	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяни детекторов: С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 145 Толщина, [см]: 145 Толщина, [см]: 2 Сохранять изменения размеров рабочего стола	(
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: [С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 145 Толшина, [см]: Толщина, [см]: Царанить изменения размеров рабочего стола Схамера	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: [C:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 145 Толщина, [см]: 145 Толщина, [см]: Сохранять изменения размеров рабочего стола Камера Сохранять изменения положения камеры	e
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 \$ Ширина, [см]: 145 \$ Толщина, [см]: 4 \$ Сохранять изменения размеров рабочего стола Камера Сохранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе	()
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: [С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Pasmepsi рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 Толщина, [см]: 4 Сохранять изменения размеров рабочего стола Камера Сохранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе Модель нодгбука;	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделями детекторов: [С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Pasмеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 Толщина, [см]: 4 Сохранять изменения размеров рабочего стола Камера Сохранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе Модель нодтбука: [C:\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\computer.3ds Mogens_enagrage	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделянии детекторов: [С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Pasмеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 Толщина, [см]: 4 Coxpaнять изменения размеров рабочего стола Камера Сохранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе Модель нодгобука: [C:\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\computer.3ds Moдель анализатора: [C:\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделянии детекторов: [С:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Pasмеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 Толщина, [см]: 4 Coxpaнять изменения размеров рабочего стола Камера Сохранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе Модель ноутбука: [C:\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты анализатора:	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяни детекторов: [с.\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Щирина, [см]: 145 Сокранять изменения размеров рабочего стола Камера Сокранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе Модель ноугбука: С.\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноугбука: Координаты нализатора: Х. [см]: 46 Х. [см]: 11	
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяни детекторов: [с\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 ‡ Ширина, [см]: 145 ‡ Толщина, [см]: 4 ‡ © Сокранять изменения размеров рабочего стола Камера Сокранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе — Модель наубува: Сокранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе — Модель наубува: Сокранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе — Модель наубува: С.\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты анализатора: Х. [см]: 46 ‡ Х. [см]: 11 ‡ Ү. [см]: 74 ‡ У. [см]: 80 ‡	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяния детекторов: [с\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 ‡ Ширина, [см]: 145 ‡ Толщина, [см]: 4 ‡ © Сокранять изменения размеров рабочего стола Камера Сокранять изменения положения камеры Устройства на рабочем столе Модель нарябука: С.\Lsm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты нализатора: Х. [см]: 46 ‡ Х. [см]: 11 ‡ Ү. [см]: 0 ‡ Z. [см]: 0 ‡	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяния детекторов: [:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 [: Сокранять изменения размеров рабочего стола Камера Сокранять изменения положения камеры 9 стройства на рабочем столе модель наубочека Модель на рабочекостоле Модель нарибука: [: C\LSrm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты анализатора: Х. (см]: 46 Х. (см]: 11 1 Y. (см]: 0 2. (см]: 0 2. (см): 0 2. (см):	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Расстояние от детектора до выбранного источника [см]:	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяния детекторов: [:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 Ширина, [см]: 145 [: Сокранять изменения размеров рабочего стола Камера Сокранять изменения положения камеры 9 стройства на рабочем столе мадель наубува: [: С\LSrm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты анализатора: [: С\Lsrm\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты анализатора: Х. [см]: 46 Х. [см]: 11 1 У. [см]: 0 \$ 2. [см]: 0 \$	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Расстояние от детектора до выбранного источника [см]: 8.0826	Общие Тракт "Бесконечное" расстояние, [см]: 10000 Директория с моделяния детекторов: [:\LSRM\Trainer\OperatorEmulator\Media - Размеры рабочего стола Длина, [см]: 174 ÷ Ширина, [см]: 145 ÷ Толщина, [см]: 4 ÷ • Сокранять изменения размеров рабочего стола Камера • • Осоранять изменения положения камеры • Эстройства на рабочем столе - Модель анализатора: [:\LSrM\Trainer\OperatorEmulator\media\analyzer.3ds Координаты ноутбука: Координаты нализатора: "	 Этомана Этомана Отлиена

Рисунок 4-13. Различные положения ноутбука и анализатора.

4.2.3 Управление спектрометром

Предусмотрено два способа управления спектрометром:

 Аппаратный способ предназначен для Гамма-1С/NB1. Для управления спектрометром на рабочем столе присутствует анализатор, которые позволяет включить/выключить спектрометр (щелчком левой клавишей мыши по анализатору). Текущее состояние спектрометра отображается в статусной строке в поле Спектрометр. Для удобства надпись выводиться цветом: красным, если спектрометр выключен и зеленым, если включен.

	🔶 Макет лаборатории спектрометрист	a	008
	Рабочий стол Процесс Опции		
😤 Макет лаборатории спектрометриста			
Рабочий стол Процесс Опции		•	
	Расстояние от детектора до 12.6404	Расстояние от эффективного центра овтектора со центра источника [см]: 16.05	Источник напротив детектора
	Высота детектора над столом [см] 5.2866 Температура окружающей среды, 20	Высота детектора относительно дна 0.86 контейнера [см]:	
Расстояние от детектора до 12.6404	Расс овте Статус: инициализировано 2 источника	Источник: Eu-152 1mKи(Eu-152:3.7E07Bq)	Спектрометр: Включен
Высота детектора над столом [см]: 5.2866 Температура окружающей среды. 20 🗘	Высота детектора относительно дна 0.86 контейнера [см]:	• • • • • • • • • • •	
Статус: инициализировано 2 источника Источ	ник: Eu-152 1mКи(Eu-152:3.7E07Bq)	Спектрометр: Выключен	

Рисунок 4-14. Спектрометр Гамма-1С/NB1 включенный и выключенный.

 Программный способ предназначен для СКС-50(М). В этом случае в строке состояния основного окна в поле Спектрометр указано, что спектрометр имеет программное управление. Анализатор на макете отсутствует. Все функции по работе спектрометра реализует штатная программа. Для спектрометра СКС-50(М) в рамках данного проекта была разработана программа SpectralineEsbs (см. ниже).



Рисунок 4-15. Спектрометр СКС-50(М) со штатной программой SpectralineEsbs.

При начале набора в штатной программе пользователю предлагается поднять высокое напряжение на спектрометре, затем открывается окно **Voltage** для управления напряжением. Текущее значение высокого напряжения влияет на эмулируемый спектр.



Рисунок 4-16. Влияние значения высокого напряжения на эмулируемый спектр.

При закрытии штатной программы пользователь должен опустить высокое напряжение на спектрометре, иначе произойдет поломка прибор и выдастся соответствующее сообщение.



Рисунок 4-17. Сообщение о поломке прибора в SpectralineEsbs.

абочий стол Процесс Опции		
авочии стол Процесс Опции Расстояние от детектора до 10.000 Расстояние от э Ф	Настройки □бшие Тракт Тип управления спектрометром: Аппаратное управление □ Общие параметры: Смещение шкалы, (канал): □ 0 Ускоренный набор: 1 □ 100 Ускоренный набор: 1 □ 4HУ, (канал): □ □ 0 □ Параметры выходных данных: Метоту-Файл с идеальным спектром: Гамма1СNB-Ю Метоту-Файл с реальным спетром: Гамма1СNB □ 0 □ 3.619168165752E-6 □ 1 = 1.21530135740056E-8 Фектив	 Программное управление Параметры БНВ: Время поднятия, [с]: 10 Амплитуда, [В]: 0 Параметр шума: 0.5 Влияние загрузки: Максимальная загрузка: 10000 Сдвиг пиков, [канал]: 0.000000001 Чширение пиков, [канал]: 0.0001 Сдвиг пиков, [канал]: 0.0001 Сдвиг пиков, [канал]: 0.0001 Влияние температуры Нормальная, [С]: 20 Температурный козфикциент: 0.5
зыбранного источника (см): детектора до цен Зысота детектора над столом (см): 10.0000 Высота детектора контейнера (см): 20	а относ	

В режиме **Администратор** доступно управление параметрами спектрометра, которые определяют эмулируемый спектр (меню **Опции->Настройки->Тракт**).

Рисунок 4-18. Параметры спектрометра Гамма-1С/NB1.

Рабочийстол Процесс Опции					
Рабочний стол Процесс Опции		Настройки Общие Тракт Тип управления спектром Аппаратное управлен Общие параметры: Смещение шкалы, [канал]: Ускоренный набор: ДНУ, [канал]:	етром: ине ОП; 100 1	оограммное управление - Параметры БНВ:	10 3000 0.5
		Параметры выходных дан Метогу-Файл с идеальным СКС 50M-ID Метогу-Файл с реальным с СКС 50M Параметры мертвого врет D0 = 1.000E-6 D1 = 0	ных:	 Влияние загрузки: Максимальная загрузка: Сдвиг пиков, (канал): Уширение пиков, %: Коз ффициент асимметрии: Просчеты: Влияние температуры t нормальная, [C]: 	100000 5 10 0.0001 0.001 20
Расстояние от детектора до 11.73 выбранного источника [см]: Высота детектора над столом [см]: 13.26 Температура окружающей среды, 20 град:	 38 Расстояние от эффектие детектора до центра ист 53 Высота детектора относ контейнера [см]: 			t окружающей среды, (С): Температурный коз фиициент:	20
татус: инициализировано 2 источника	Источник: Th-232 1 кБк Т.ист.			Ok	Отмена

Рисунок 4-19. Параметры спектрометра СКС-50(М).

Администратор может управлять следующими параметрами:

- Указать тип управления спектрометром;
- Задать смещение шкалы и дискриминатор нижнего уровня, определить ускоренный набор для данного спектрометра;
- Задать параметры для обмена информацией с другими приложениями;
- Задать параметры мертвого времени и высокого напряжения на спектрометре (амплитуду, время поднятия высокого и уровень шума);
- Задать параметры, определяющие влияние загрузки и влияние температуры окружающие среды на эмулируемый спектр;

Температура окружающей среды может быть динамически изменена в режиме Оператор в процессе работы с программой в основном окне в поле **Температура** окружающей среды, град. Ее изменение окажет влияние на эмулируемый спектр.

4.2.4 Запуск штатной программы

Выбор штатной программы спектрометра определяется пользователем. Чтобы запустить штатную программу, щелкните по ноутбуку на макете (имитирует включение ноутбука). Отроется окно, эмулирующее рабочий стол ноутбука. Среди программ, представленных на рабочем столе ноутбука, выберите нужную. Дальнейшие действия пользователя зависят от выбранной штатной программы и описаны в соответствующей документации.



Рисунок 4-20. Эмулятор рабочего стола ноутбука.

В рамках проекта была разработана программы SpectralineEsbs, поддерживающая пользовательский интерфейс и частичную функциональность программы eSBS, разработанной группой предприятий Грин Стар. SpectralineEsbs позволяет главным образом эмулировать накопление спектра от СКС-50(М) и эмулировать управление данным спектрометром.



Рисунок 4-21. Основное окно программы SpectralineEsbs с окном поднятия высокого напряжения на спектрометре.

Также программа SpectralineEsbs позволяет выполнять следующие функции:

- Открытие спектра в формате sps (GreenStar);
- Сохранение спектра в формате sps (GreenStar) и в формате spe(Lsrm);
- Загрузка и сохранение областей значимости в формате ROI (GreenStar);
- Вставка и удаление областей значимости на текущем спектре;
- Проведение энергетической калибровки по двум пикам;
- Управление набором спектра: установка окончания набора (по времени или без остановки), начало набора, остановка набора, очистка набранного спектра;
- Запуск программы обработки;

5 Изменение наполнения тренажера

5.1 Создание новых заданий

Подготовка лабораторных заданий включает несколько этапов расчетов с использованием всех программных модулей и баз данных, входящих в состав пакета GammaLab.

Для их выполнения был разработан специальный модуль «Схема данных» в составе интегрирующей оболочки WorkMaster. Доступ к нему имеет пользователь с правами администратора.

Модуль «Схема данных» позволяет

 выполнить последовательно, в режиме мастера, все действия по подготовке шаблонов аппаратурных спектров для источников с произвольным радионуклидным составом с возможностью просмотра результатов на каждом этапе расчетов;

- скопировать квазифизические спектры из других баз данных, например, при установке комплекса GammaLab на несколько компьютеров и расчете квазифизических спектров для разных образцов;.
- сформировать шаблоны на основе экспериментально полученных данных;
- обратиться к любому программному модулю;
- получить данные из любой базы (просмотреть параметры детекторов, анализаторов, образцов и т.д.; добавить новые, изменить или удалить существующие; проверить наличие квазифизического спектра для конкретного детектора, коллиматора и образца;
- рассчитать шаблон и выполнить моделирование спектра в режиме реального времени, изменяя положение детектора и источника на рабочем столе, использовать дополнительную фильтрацию данных по типу образца, контейнеру и т.д.).



Рисунок 5-1 Подготовка лабораторных заданий. Модуль «Схема данных»

5.2 Создание новых шаблонов спектров

Наиболее простой способ получения шаблонов - создание новых шаблонов спектров для уже имеющихся в базе образцов с рассчитанными физическими спектрами и соответствующего детектора с рассчитанной матрицей отклика. Можно достаточно оперативно рассчитать шаблоны для произвольного радионуклидного состава и активности, или для урановых и плутониевых образцов для разной степени обогащения и изотопного состава, соответственно.



Рисунок 5-3 Расчет шаблона спектра гексафторида U (степень обогащения 4%) в ТУК-30

Imposerptingungan If Victoressens 6 stag gamess of opaque Bpesent stockpa.com 365-31 Mink ustroessen 0.00-40 Link ustroessen 0.00-40 Hunde 0.00-40 Link ustroessen 0.00-40	📆 Генерация спектров	×	
Bperson radiopa, core, 3.66.37 Mets, interdicates/core, % 0.06.40 Unit of opacial interdicates/core, % 0.00.20 Unit opacial interdicates/cor	Параметры нуклида	Г Использовать базу данных образцов	ии спектрометриста 📀 🔿 🗙
Mes. unrencements, % 0.66-0 Iter assegnesse 16 montipe 2007 r. 2057.15 ± Iter assegnesse 16 montipe 2007 r. 2057.15 ± Hayena 10 montipe 2007 r. 2057.15 ± Hayena 2007 r. 2007 researchayen 10 montipe 2007 r	Время набора, сек 3.6Е+3	Назв. источника Ри-500 грамм	с Опщии
Цага измерения Нев. образаа Ризб0 грання 16. нообря 2007 г. • 2057.15 Кончентарыя Поск нур.лада Расст. от поверин образава до храшин дат., ск/ 10.00 Д Нул.ла Пороното холтейчева Са.210 0.1 сак., ск. 2000 г. • С. • Поверин образава до храшин дат., ск/ 10.00 Д Дата выделении С. • Пороното холтейчева Са.210 0.25 сак., ск. 10.00 Д Дата выделения Генева спекто Рисса Нат. нончерения 16.11.2007.20.57.15 ОК Ас-213 0.8 сак. Ас-214 0.2 сак. Ас-215 3.8 сАк. Ас-216 3.8 сАк. Ас-217 5.9 сво. Ас-217 5.9 сво. Ас-217 5.9 сво. Ас-217 5.9 сво. Ас-217 1.0 сво. Ризби гранна 9 васаласе Пороното совтовнорони 9 васаласе Пороното совтовнорони 1.0 сво. Ас-217 5.9 сво. Ас-217 5.9 сво. Ас-217 1.0 сво. Пороно сво. 9 васаласе Пороно сво.	Мин. интенсивность, % 0.0Е+0	Тип образца Образцы плутония в контейнере (тверды 🔻	
16 workspin 2007. 2057.15 Kowenerraped Hark Hyrinea Pacer. or noespin: ofpasua ao xpeaker apr. oc 000 2 Pacer. or noespin: ofpasua ao xpeaker apr. oc 000 2 Hyrinea Pacer. or noespin: ofpasua ao xpeaker apr. oc 000 2 Pacer. or noespin: ofpasua ao xpeaker apr. oc 000 2 Acc210 0.8 dex. Acra tustepense Tenses cnerch Acc210 0.93 dex. Acc210.033 dex. Acc210.033 dex. Acc211 0.25 dex. Acc213.017 dex. Ara tustepense 1611:2007.20:57.15 Acc213 0.8 dex. Acc214.02 dex. Ara tustepense 1611:2007.20:57.15 OK Acc214 0.8 dex. Acc216.03.37.04 cex Ara tustepense 1611:2007.20:57.15 OK Acc214 0.8 dex. Pu238 Intra tustepense 1611:2007.20:57.15 OK Acc214 0.8 dex. Pu238 Intra tustepense Trend Pu238	Лата измерения	Назв. образца Ри-500 грамм	
Index.Hys.Naa Pectr. or. noespess. dopasta go xpeuss. Jack peuss. Ja	16 ноября 2007 г 💌 20:57:15 —	Комментарии	
Наки делиа Раст. от посерон: образиа до крашки дел., см 1000 1/2 Нулиа Пернал А.с. 2000.01.госк. О.35 сек. А.с. 210 0.35 сек. А.с. 210 0.35 сек. А.с. 210 0.35 сек. А.с. 211 0.25 сек. А.с. 213 0.8 сек. А.с. 214 0.8 сек. А.с. 216 3.38:04 се. А.с. 217 7.48:07 сек. А.с. 217 1.04 А.с. 217 7.48:07 сек. А.с. 217 1.04 А.с. 217 1.04 <			
Нукла Перила Просмотр образиа Лос 201 0.35 сек. Просмотр образиа Просмотр образиа Лос 211 0.25 сек. Аста выделения Ганемастектр Лос 212 0.35 сек. Поскотр образиа Просмотр образиа Лос 212 0.35 сек. Поскотр образиа Пата измерения Лос 213 0.8 сек. Пота измерения 1611:2007 20.57:15 ОК Лос 214 0.2 сек. Пата измерения Пата измерения Пата измерения Ры23 Пота измерения Пата измерения Поти измерения Поти измерения Ры23 Пот измерения Поти измерения Поти измерения Поти измерения Ры24 1.04 3 Поти измерения Поти измерения Ры24 1.04 3 Поти измерения Поти измерения Поса-217 И. 12 ВВ сек. К. М. Контейнера (см. 10.00 ражиза) Поти измерения Поти измерения Пос 2.717 И. 12 ВВ сек. Г. М. Контейнера (см. 10.00 ражиза) Поти измерения Поти измерения Пос 2.717 И. 12 ВВ сек. Г. М. Контейнера (см. 10.4 <td>Поиск нуклида</td> <td>Расст. от поверхн. образца до крышки дет., см: 10.00 🔀</td> <td></td>	Поиск нуклида	Расст. от поверхн. образца до крышки дет., см: 10.00 🔀	
Нукла Периа Проското всетеленева Саминостернева Саминостернева Ас-2010 0.35 сек. Ас-210 0.35 сек. Ас-212 0.33 сек. Ас-212 0.33 сек. Ас-213 0.8 сек. Ас-214 0.25 сек. Ас-215 0.17 сек. Ас-216 3.32 сек. Ас-216 0.33 сек. Ас-216 0.33 сек. Ас-216 0.47 сек. Ас-216 0.72 сек. Ас-216 0.72 сек. Ас-217 5.85 сео се Ас-216 9.92 сек. Периа 9 резсваде Отмена Ри-224 1.04 % Ри-224 1.04 % Ри-224 1.04 %		Просмотр образца	
Ac-210 0.35 cex. Ac-211 0.25 cex. Ac-212 0.33 cex. Ac-213 0.8 cex. Ac-213 0.8 cex. Ac-216 3.35 cM ce Ac-216 3.35 cM ce Ac-216 3.35 cM ce Ac-2176 5.95 cex Ac-2176 5.95 cex Ac-217 M 15	Нуклид Период	Просмото контейнера Гамма-спекто	
Ac-210 0.35 сек. Ac-212 0.93 сек. Ac-212 0.93 сек. Ac-213 0.8 сек. Ac-214 8.2 сек. Ac-215 0.17 сек. Ac-216 3.35-04 се Ac-217 0.7 сек. Ac-216 3.35-04 се Ac-217 0.7 сек. Ac-217 0.7 сек. Ac-217 0.7 сек. Ac-217 0.8 сек. Ac-217 0.8 сек. Ac-217 0.7 сек. Ac-217 0.9 сек. Ac-217 0.9 сек. Ac-217 0.9 сек. Ac-217 0.9 сек. Ac-217 16-0 сек. Ac-217 10.00	Ac-207 0.02 cex.	Дата выделения	
Ac-211 0.25 сек. Ac-212 0.93 сек. Ac-213 0.8 сек. Ac-214 0.2 сек. Ac-214 0.8 сек. Ac-215 0.17 сек. Ac-216 3.36-04 се Ac-217 S.96-08 се Ac-217 S.97-08 се Ac-217	Ас-210 0.35 сек.		
Ac-212 0.93 сек. Ac-213 0.8 сек. Ac-214 0.8 сек. Ac-215 0.8 сек. Ac-216 3.3E-04 сек Ac-216 3.3E-04 сек Ac-216 3.3E-04 сек Ac-217 6.9E-08 сек Ac-217 9.9E Bacora kontrelwepa (c-0.1 1.04 Y 9.9E Bacora kontrelwepa (c-0.1 1.4 Bacora kontrelwepa (c-0.1 1.4 Bacora kontrelwepa (c-0.1 <	Ас-211 0.25 сек.		
Ас-213 0.8 сек. Ас-214 8.2 сек. Ас-214 8.2 сек. Ас-215 Пата измерения 16-11-2007 20:57:15 ОК Ас-214 8.2 сек. Ас-215 О.17 сек. Ас-216 3.38:04 се Ас-217 Пата измерения 0 0 ОК 0 Ас-216 3.38:04 се Ас-217 С. В сек. Ас-217 ОК 0	Ас-212 0.93 сек.	В спека	
Ас-214 8.2 сек. 0.17 сек. ОК Ас-215 0.17 сек. Ри-239 Ри-240 Ри-240 Ри-240 Ас-217 6.95-08 се Ас-217 6.95-08 се Ри-240	Ас-213 0.8 сек.	Дата измерения 16-11-2007 20:57:15	
Ac-215 0.17 сек. Ac-215 0.17 сек. Magary измерения Ac-216 3.3E-04 се Pu-233 Период Puesaue Dmena Pu-231 Период Puesaue Dmena Puesaue Dmena Ac-217 M. 7.4E-07 се Ac-217 C.42-07 се	Ас-214 8.2 сек. Добавить >>	Род 238 Дата выделения 16 февраля 2007 г. V 20:57:	15 ÷ 1 nr 1
Ac-216 3.32-04 се Ac-217M • Перноа 9 Месяцее Dтмена Ac-216 3.32-04 се Ac-217 • Ри-240 • Перноа 9 Месяцее Dtmena Ac-217 6.9E-08 се Ac-217 • Ри-240 • Перноа 9 Месяцее Dtmena 9 Ac-217 7.4E-07 се Ac-217 • Перноа 9 Месяцее Dtmena 9 Ac-217 7.4E-07 се Ac-217 • Перноа 9 Месяцее Dtmena 9 Ac-217 1.04 % • • Pu-500 гранич(Pu-238.0.37% Pu-239.78.83% Pu-240.15.28% Pu-241.14.42% Pu-242.1.04%) • Ac-217 • <t< td=""><td>Ас-215 0.17 сек.</td><td>Ри 239 С На дату измерения</td><td></td></t<>	Ас-215 0.17 сек.	Ри 239 С На дату измерения	
Ac-217 M 3.35-04 се Ac-217 M 7.4E-07 се Ac-217 Co Ac-217 M 7.4E-07 се Ac-217 Co Ac-217	Ac-216 3.3E-04 ce	Ры240 С Период 9 месяцев	
По-217 6. 95-00 все се с	Ac-216M 3.3E-04 ce	Pu 241	x x
Ac-217 m r.ve. or ce Ac-217 m It 08 Ac-218 <td< td=""><td>AC-217 6.5E-08 CE</td><td>Pu-242 1.04 %</td><td>Pu-500 грамм(Pu-238:0.37% Pu-239:78.89% Pu-240:15.28% Pu-241:4.42% Pu-242:1.04%)</td></td<>	AC-217 6.5E-08 CE	Pu-242 1.04 %	Pu-500 грамм(Pu-238:0.37% Pu-239:78.89% Pu-240:15.28% Pu-241:4.42% Pu-242:1.04%)
Ac-217M IE-08 сок. Ac-217M IE-08 сок. Jakpur TK-ДМ (Контейнер без тары) granups контейнера (см): 4.4 Bucora контейнера (см): 4.4 Bucora контейнера (см): 18.3 Paguys контейнера (см): 4.4 Bucora контейнера (см): 4.4 Bucora контейнера (см): 14.5 Cnox контейнера: Tonµµна слоя (см) Bogagy 4 Cnox контейнера: Data Cnox контейнера: Data Decora nonocru (см): 0.4	Ас-217М нет данны	Am-241 0.00 Marc / r. Pu	Ри-500 грамм;10;0 бразцы плутония в контейнере (твердый)
Закрыть УП116-Ри-0.3 к Радиус контейнера (см): 4.4 Высота полости (см): 14.6 Радиус полости (см): 14.6 Расстояние до дна полости (см): 14.6 Расстояние до дна полости (см): 0.4 Слои контейнера: Материал слоя [см] Воздух 4 Слои исметенера: Материал слоя [см] Воздух 4	Ас-217М 1Е-08 сек.	All 241 0.00 PRI 711 0	
Закрыть укт111в-Ри-0.3 к Радиус контейнера [см]: 4.4 Высота контейнера [см]: 18.3 Радиус полости (см]: 14.6 Высота колтейнера (см]: 14.6 Расстояние до дна полости (см]: 0.4 Слои контейнера : Материал слоя Толи контейнера : 0.4	~		ТК-ДМ (Контейнер без тары)
Радиус контейнера [см]: 4,4 Высота контейнера [см]: 18,3 Радиус полости [см]: 4 Высота колости [см]: 4 Высота полости [см]: 14.6 Расстояние до дна полости [см]: 0.4 Слои контейнера: Толщина слоя [см] Ваздух 4 Стор нерок 0.4		Закрыть	укт111в-Ри-0.3 к
Высота контейнера [см]: 18.3 Радиус полости [см]: 4 Высота полости [см]: 14.6 Ресстояние до дна полости [см]: 0.4 Слои контейнера : Материал слоя Толщина слоя [см] Воздух 4 Глав. нелих 0.4	t	Радиус контейнера [см]:	4.4
Радиус полости [см]: 4 Высота полости [см]: 14.6 Расстояние до дна полости [см]: 14.6 Слок контейнера: Слок контейне		Высота контейнера (см):	: 18.3
Высота полости (см): 14.6 Расстояние до дна полости (см): 0.4 Слои контейнера : Материка слоя Толщина слоя (см) Воздух 4 Сталь нелох 0.4		Радиус полости (см):	: 4
Расстояние до дна полости (см): 0.4 Слои контейнера : Материал слоя Толщина слоя (см) Воздух 4 Сталь нелох 0.4		Высота полости (см):	: 14.6
Слои контейнера : Материал слоя Толщина слоя [см] Воздух 4 Сталь нелох 0.4		Расстояние до дна полости [см]:	: 0.4
Материал слоя Толщина слоя (см) Воздук 4 Глар. нелок 0.4		Слоч контейня	epa:
Bosayx 4		Материал слоя	Толщина слоя [см]
Старьнерж 0.4		Воздух	4
		Сталь нерж	0.4

Рисунок 5-4 Расчет шаблона спектра Ри-500 гр (Ри-239 78.89%)

5.3 Создание новых образцов

В программе заложены широкие возможности создания различных типов образцов источников. Здесь приведена демонстрация создания тех типов образцов, которые используются в Тренажере.



5.3.1 Точечный источник в контейнере

Рисунок 5-5 Точечный ист. в КИЗ-29, Н=5

🖥 База данных образцов	
Тип образца	Схема контейнера
Образцы урана в контейнере (жидкость/газ) 📃 🚬	»»
Название образца	
Гексафторид в ТУК-30	
▶ Гексафторид в ТУК 48Y	
Гексафторид в ТУК-24	
Гексафторид в ТУК-44/5	
Гексафторид в ТУК-44/5-30%	
	✓
Название образца:	
Гексафторид в ТУК 48Ү	
Форма Контейнер	
Тип контейнера:	
ТК-ДМ	-
Название контейнера	
TYK 48Y 🗸 👘	
R контейнера,см =61,6 R полости,см =60	
Н контейнера,см =390 Н полости,см =386,8	
Расстояние от пола до дна полости,см =1,6	
Добавить Изменить Удалить	

5.3.2 Образцы урана в контейнере



5.3.3 Образцы плутония в контейнере

🖥 База данных образцов	
Тип образца	Схема контейнера Расположение источника
Образцы плутония в контейнере (твердый) 📃 💉	
Название образца	
Ри-10грамм	
▶ Ри-500 грамм	
Название образца:	
Ри-500 грамм	
Форма Контейнер Параметры	
Тип контейнера:	
ТК-ДМ	
Название контейнера	
укт111в-Ри-0.3 к 📃 👘	
R контейнера,см =4,4 R полости,см =4	
Н контейнера,см =18,3 Н полости,см =14,6	
Расстояние от пола до дна полости,см =0,4	
Положение в контейнере	
R, см 0	
Fi, град 0	
Н. см 5	
Добавить Изменить Удалить	

Рисунок 5-7 Ри-500 грамм

5.4 Моделирование новых детекторов

С использованием программных ресурсов **Тренажера** могут быть промоделированы два типа детекторов – полупроводниковый и сцинтилляционный – и два типа коллиматоров (для защиты от окружающего фона и для снижения входной загрузки в случае высокоактивных образцов).

Разработанная графическая оболочка позволяет задавать геометрические параметры моделей, вводить произвольные смеси химических элементов и соединений из предопределенного набора в качестве материалов конструкционных компонентов. Возможно создание и использование собственных материалов пользователя.

Далее на рисунках приведены модели детекторов и коллиматоров с выделением конструкционных компонентов и задаваемых пользователем геометрических размеров.



Рисунок 5-8 Модели детекторов (полупроводниковый и сцинтилляционный)



Рисунок 5-9 Модели коллиматоров: для снижения входной загрузки в случае высокоактивных образцов и для защиты от окружающего фона.



Рисунок 5-10 Задание материалов конструкционных компонентов

Программные компоненты **Тренажера** DRGen и RMGen позволяют рассчитать функцию и матрицу отклика для соответствующего детектора. Их вызов осуществляется из окна модуля «Схема данных».

айл Опрограмме	
Конфигурация детектора	Протокол расчета
Загрузить Детектор: Gamma-1CNB	Времени осталось: 0.14:57 Точка 16 из 20 (1208 кзВ) => 900000 испытаний за 0.03:57 Времени осталось: 0.15:49
Энергетическая сетка, кэВ	
- 40 - 2 - 10 - 2	
Емин 40 Э Число точек 20	Абсолютные эффективности
Емакс 3000 😤 🗵 Логарифмическая	ППП : 5.637е-04 ПОВ : 1.065е-05 511 кэВ : 9.374е-07
	ПВР: 0.000е+00 ПДВ: 6.028е-06
Число испытаний, тыс	
	Достигнутая точность, %
Nмин 100 🖃 Nмакс 10000 🗍	Пики
Требиемая точность расчета 2	ППП : 0.54 ПОВ : 3.90 511 кэВ : 13.13
	ПВР: 0.00 ПДВ: 5.18
Пиков 1.00 😤 🗵 Для всех пиков	Kampana
Kanana 1000 H E Barran	Numberry #1 - 0.20
Континудма те для всех участков	34dCTOK #1: 3.20 34dCTOK #4: 10.40
	94actok #2:8.08 94actok #5:8.54
Рассчитать Прервать Сокранить Сбросит	9часток #3:10.78 9часток #6:14.29
Континуум, 1/МэВ	• Расчет
0.003	- Алпрокс.
0.002	-Рассеян.
and association and and and and and and and and and an	and the second
and the second s	State and interesting to the second
0 200 400 600	800 1.000 1.200 1.400

Рисунок 5-11 Окно модуля DRGen для расчета функции отклика детектора

іл Опрогранн	ie .
Расчет матриць	ы отклика
Детектор	Анализатор
Детектор:	Gamma-1CNB
Анализатор:	AM-1K,3 MaB, Gamma1C
Матрица:	🚈 Расчет матрицы отклика (1000 x 1000
Paccientari	Рассчитано строк: 933 из 1000
Рессилат	Рассчитано строк: 933 из 1000 До окончания осталось: 0:00:00

Рисунок 5-12 Окно модуля RMGen для построения матрицы отклика.

Приложение I Список рисунков

Рисунок 2-1. Основное окно Тренажера для выбора режима запуска	4
Рисунок 2-2. Окно ввода пароля в режиме Администратор.	5
Рисунок 2-3. Основное окно программы WorkMaster со списком практических	
заданий.	6
Рисунок 2-4. Основное окно программы WorkMaster с обучающими	
видеороликами.	6
Рисунок 3-1. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего подготов	ку
СКС-50(М) к работе	7
Рисунок 3-2. Фон СПбФ (200л бочка –вода) /5 метров от детектора	8
Рисунок 3-3. Калибровка по энергии (Am-241, Co-60)	8
Рисунок 3-4. Калибровка по разрешению и нелинейности (Am-241, Co-60, E-152	, -,
Ba-133, Th-232, Cs-137)	9
Рисунок 3-5. Измерение фона. Приведены спектры для сравнения с источником	и на
столе (а) и когда источник удален (b)	10
Рисунок 3-6. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего измерени	۱e
гамма-спектров	11
Рисунок 3-7. Спектр открытого источника Со-57	12
Рисунок 3-8. Спектры источника Со-57 в контейнере КТ1-10	12
Рисунок 3-9. Спектр от равновесного Th-232 (возраст 50 лет)	13
Рисунок 3-10. Спектр неравновесного Th-232 (возраст 1 год)	13
Рисунок 3-11. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контрол	Ь
изотопного состава и активности источников без защитных контейнеров	14
Рисунок 3-12. Спектр Th-232 (А:1 кБк).	15
Рисунок 3-13. Спектр Cs-137+Co-60 (А:20 МБк).	15
Рисунок 3-14. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контрол	Ь
активности радиоизотопных источников в контейнерах	16
Рисунок 3-15. Спектр Ir-192 (А:1Ки) в КИЗ-0.5.	17
Рисунок 3-16. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-35	17
Рисунок 3-17. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-5	18
Рисунок 3-18. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-10	18
Рисунок 3-19. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-20	19
Рисунок 3-20. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КИЗ-29.	19
Рисунок 3-21. Спектр Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10	20
Рисунок 3-22. Спектр Ат-241 (А:1 Ки) в КТ1-10	20
Рисунок 3-23. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контрол	Ь
степени обогащения урана.	21
Рисунок 3-24. Гексафторид урана (степень обогащения 5%) в ТУК-48G	22
Рисунок 3-25. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-480	G
	22
Рисунок 3-26. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-48G.	23
Рисунок 3-27. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 5%) в ТУК-48G.	23
Рисунок 3-28. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-30	24
Рисунок 3-29. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-30.	24
Рисунок 3-30. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК-30	25
Рисунок 3-31. Спектр гексафторида урана (степень обогащения 7%) в ТУК-30	25
Рисунок 3-32. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контрол	Ь
изотопного состава плутония.	26
Рисунок 3-33. Спектр Ри (10 гр) 78.89% Ри-239	27
Рисунок 3-34. Спектр Ри (500 гр) -78.89% Ри-239	27

Рисунок 4-1. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего подготовк	су к
измерению и подключение аппаратуры.	. 28
Рисунок 4-2. ФОН СПОФ (200Л ООЧКА –ВОДА)	. 29
Рисунок 4-3 Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего калибровк	y OO
по энергии	.29
Рисунок 4-4 Калибровка по энергии (Eu-152, Th-232)	.30
Рисунок 4-5 Калибровка по разрешению и нелинейности (E-152, Th-232).	.30
Рисунок 4-6 Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего измерение	3
фона	. 31
Рисунок 4-7 Измерение фона. Приведены спектры для сравнения с источниками	1
на столе (а) и когда источники удалены (b)	. 32
Рисунок 4-8. Спектр открытого источника Со-57	. 33
Рисунок 4-9. Спектры источника Со-57 в контейнере КТ1-10	. 33
Рисунок 4-10. Спектр неравновесного (возраст 1 год)	. 34
Рисунок 4-11. Спектр от равновесного Th-232 (возраст 50 лет)	. 34
Рисунок 4-12. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контролы	S
изотопного состава и активности источников без защитных контейнеров	. 35
Рисунок 4-13. Спектр Th-232 (А:1 кБк).	. 35
Рисунок 4-14. Спектр Cs-137+Co-60 (А:20 МБк)	. 36
Рисунок 4-15. Фрагменты обучающего видеоролика, иллюстрирующего контролы	5
активности радиоизотопных источников в контейнерах	. 36
Рисунок 4-16. Спектр Ir-192 (А:1Ки) в КИЗ-0.5.	. 37
Рисунок 4-17. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-5	. 37
Рисунок 4-18. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-10	. 38
Рисунок 4-19. Спектр Eu-152 А:10 МБк в КТ1-20	. 38
Рисунок 4-20. Спектр Ец-152 А:10 МБк в КИЗ-29	. 39
Рисунок 4-21. Спектр Со-60 (А:1МБк) в КТ1-10	. 39
Рисунок 4-22. Спектр Am-241 (A:1 Ки) в КТ1-10	.40
Рисунок 4-23. Фрагменты обучающего видеоролика. иллюстрирующего контролы	5
степени обогашения урана.	.40
Рисунок 4-24 Гексафторил урана (степень обогашения 3%) в ТУК-48G	41
Рисунок 4-25 Спектр гексафторида урана (степень обогашения 0.5%) в ТУК-48G	41
Рисунок 4-26 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-48G	42
Рисунок 4-27 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 5%) в ТУК-48G	42
Рисунок 4-28 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 3%) в ТУК 400	43
Рисунок 4 20 Спектр гексафторида урана (степень обогащения 0.7%) в ТУК-30	13
Рисунок 4 20 Опектр гексафторида урана (степень обогащения $0.7.0$) в ТУК 00	11
Рисунок 4-00 Спектр тексафторида урана (степень обогащения 570) в тэте-об Рисунок 5-1. Вращение поверуности стопа	15
Гисунок 5-1. Бращение поверхности стола Рисунок 5-2. Измещение тонки обзора стопа	16
Гисунок 5-2. Изменение точки обзора стола Рисунок 5-3. Изменение размеров поверуности стола	.40
Рисунок 5-3. Изменение размеров поверхности стола	.40
Рисунок 5-4 источники на макете лаооратории спектрометриста	.41
Рисунок 5-5 три источника на поверхности стола	.47
Рисунок 5-6 информация об источнике	.48
Рисунок 5-7 удаление источника с рабочего стола	.49
Рисунок 5-8 Сохранение координат источников	.49
нисунок э-э детектор с коллиматором и оез на макете лаборатории	F ^
спектрометриста	.50
Рисунок 5-10 Различные положения детектора.	.51
Рисунок 5-11. Макет лаборатории спектрометриста для I амма-1С/NB1 (слева) и	
для СКС-50(М) (справа).	.52
Рисунок 5-12. Эмулятор рабочего стола ноутбука	.52

Рисунок 5-13. Различные положения ноутбука и анализатора	.53
Рисунок 5-14. Спектрометр Гамма-1С/NB1 включенный и выключенный	.54
Рисунок 5-15. Спектрометр СКС-50(М) со штатной программой SpectralineEsbs.	. 54
Рисунок 5-16. Влияние значения высокого напряжения на эмулируемый спектр.	.55
Рисунок 5-17. Сообщение о поломке прибора в SpectralineEsbs	. 55
Рисунок 5-18. Параметры спектрометра Гамма-1С/NB1	. 56
Рисунок 5-19. Параметры спектрометра СКС-50(М)	. 56
Рисунок 5-20. Эмулятор рабочего стола ноутбука	. 57
Рисунок 5-21. Основное окно программы SpectralineEsbs с окном поднятия	
высокого напряжения на спектрометре	. 58
Рисунок 6-1 Подготовка лабораторных заданий. Модуль «Схема данных»	. 59
Рисунок 6-2 Расчет шаблона спектра точечного источника (Eu-152, Am-241, Ba-	
133)	.60
Рисунок 6-3 Расчет шаблона спектра гексафторида U (степень обогащения 4%)	в
ТУК-30	.60
Рисунок 6-4 Расчет шаблона спектра Ри-500 гр (Ри-239 78.89%)	.61
Рисунок 6-5 Точечный ист. в КИЗ-29, Н=5	.61
Рисунок 6-6 Гексафторид урана в ТУК 48Ү	. 62
Рисунок 6-7 Ри-500 грамм	. 62
Рисунок 6-8 Модели детекторов (полупроводниковый и сцинтилляционный)	.63
Рисунок 6-9 Модели коллиматоров: для снижения входной загрузки в случае	
высокоактивных образцов и для защиты от окружающего фона	.64
Рисунок 6-10 Задание материалов конструкционных компонентов	.64
Рисунок 6-11 Окно модуля DRGen для расчета функции отклика детектора	.65
Рисунок 6-12 Окно модуля RMGen для построения матрицы отклика	.65