

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ОСЦИЛЛОГРАФОВ LECROY WAVEPRO 715ZI

К. М. Музюкин, Е. Н. Крылевский, С. А. Лазарев

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Для измерения параметров гамма и нейтронных полей и дозиметрического сопровождения радиационных исследований, а также для контроля работы установок облучательного комплекса (ОК) ПУЛЬСАР[1], создана и применяется диагностическая система (ДС). ДС состоит из двух аппаратурных комплексов СКПФ-204 и СКПФ-209, разработанных в НИИИТ (г. Москва), и включает в себя ряд методик (ИГД¹, ИКС², МВП³, МЛХ⁴) измерения параметров полей тормозного и нейтронного излучений [2, 3]. В состав каждого из комплексов входит набор регистрирующей и вспомогательной аппаратуры, позволяющей проводить настройку, контроль и управление регистраторами в процессе подготовки и проведения экспериментов [2]. Комплексы СКПФ-204 и СКПФ-209 близки по составу и функциональному назначению и различаются тем, что в СКПФ-209 используются цифровые регистраторы сигналов, имеющие блоки вывода записанной информации в ЭВМ. В СКПФ-204 применяются регистраторы с традиционным, फिल्मовым, съемом информации.

В 2009 г. комплекс СКПФ-209 был переоборудован. В настоящее время измерительный комплекс состоит из шестнадцати осциллографов фирмы LeCroy. Каждый осциллограф имеет 4 измерительных канала и может зарегистрировать до 10 млн. отсчетов сигнала (~ 300 Мб) по каждому каналу. Для работы с экспериментальными данными был разработан программный комплекс (ПК), состоящий из совокупности программ, каждая из которых выполняет определенный набор задач (подготовка карты эксперимента, мониторинг осциллографов, сохранение осциллограмм, обработка осциллограмм, создание отчета), логически связанных между собой. Ядром ПК является база данных (БД), в которой хранятся результаты обработки осциллограмм и исходная информация для экспериментов. БД размещена на выделенном сервере и обращение программ к ней производится по локальной вычислительной сети (ЛВС) стандарта Ethernet с помощью запросов SQL. На рис. 1 показано как осуществляется обмен информацией между программами с использованием БД. Осциллограммы, в виду своего объема (до 300 Мб) хранятся в виде файлов в каталогах со строгой иерархией.

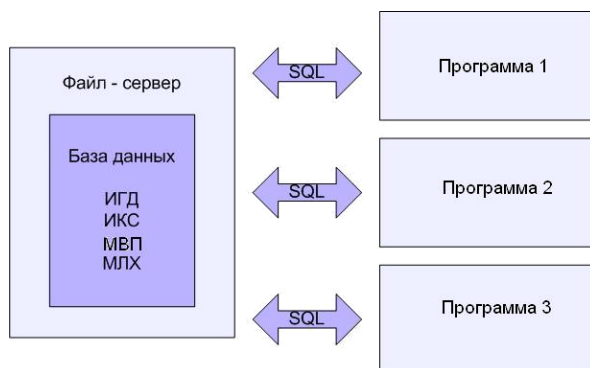


Рис. 1. Логическая структура программного комплекса

Упрощенная схема БД приведена на рис. 2. На данной схеме показаны основные таблицы, в которых хранится информация по всем типам измерения. Названия таблиц выделены голубым фоном, а ниже расположены названия основных полей таблиц. Линиями показаны связи между таблицами. Таблица «Установка» содержит перечисление всех установок ОК ПУЛЬСАР. Таблица «Импульс» содержит информацию обо всех импульсах проводимых на ОК ПУЛЬСАР. В таблицах «Детектор», «Регистратор», «СБПК» соответственно перечислены все детекторы и их параметры, регистраторы, блоки питания которые используются в измерениях. В таблицу «Измерительный канал» заносятся элементы схем регистрации (с помощью подстановки из таблиц «Детектор», «Регистратор», «СБПК» и др.), а также параметры зарегистрированных осциллограмм. В таблице «Измерительный канал» присутствует поле «Методика», которое указывает, в какой методике данная измерительная схема присутствует. Далее информация из таблицы «Измерительный канал» распределяется (с помощью SQL запроса) в таблицы, соответствующие методам измерений, в которых использовалась данная схема регистрации, и вычисляются выходные параметры.

Применение БД позволило решить следующие задачи: организовать доступ к данным с любого компьютера ОК ПУЛЬСАР для пользователей, обладающих соответствующими правами доступа; организовать ввод данных, обеспечить их целостность и полноту, стандартизировать и структурировать данные.

Этапы работы программного комплекса представлены ниже:

1. создание карты эксперимента (используются данные из БД);
2. мониторинг осциллографов во время подготовки эксперимента (используется программа LeCroy Monitor);

¹ ИГД – метод импульсной гамма дозиметрии [3].
² ИКС – метод индивидуального контроля с помощью стекло [3].
³ МВП – метод времени пролета [3].
⁴ МЛХ – метод линейных характеристик [3].

3. сохранение данных после эксперимента (программа LeCroy Data Saver);

4. обработка данных и занесение в БД полученных результатов;

5. создание отчета по эксперименту.

Рассмотрим более детально каждый из этапов.

Карта эксперимента создается с использованием данных из БД, таких как номер кабеля, тип детектора, регистратор, СБПК, методика, координаты детекторов в облучательном зале и т. д. (рис. 3).

Карта применяется для подготовки эксперимента и проведения расчетов по результатам эксперимента. После составления карты устанавливаются детекторы, и настраивается аппаратура.

В процессе эксперимента регистрирующая аппаратура постоянно находится под наблюдением оператора, для чего разработана программа LeCroy Manager в режиме монитора (рис. 4).

В основном окне LeCroy Manager – Monitor расположены две таблицы – слева производится выбор осциллографов, участвующих в эксперименте, и после нажатия кнопки «Add scopes» они добавляются в таблицу «Parameters», справа отображаются параметры выбранных осциллографов. Предусмотрена возможность выбора и установки параметров осциллографа и изменения периодичности их обновления.

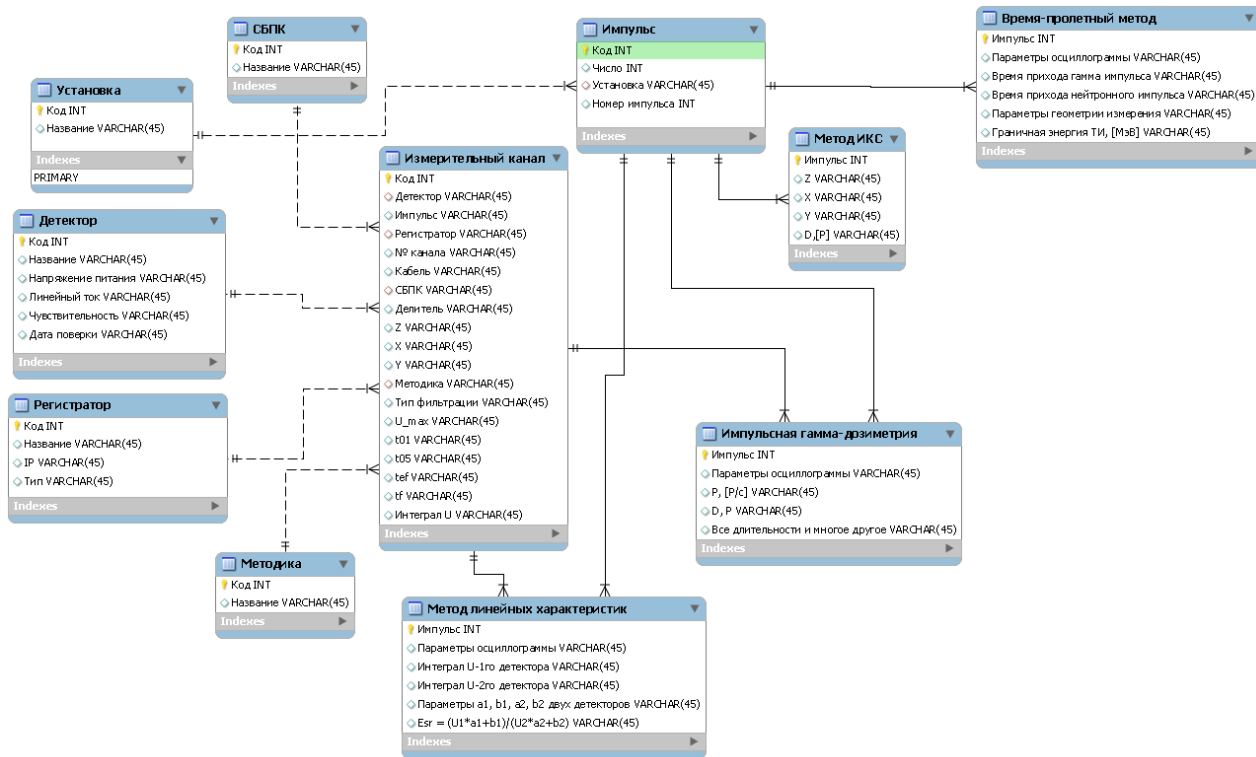


Рис. 2. Принципиальная схема БД

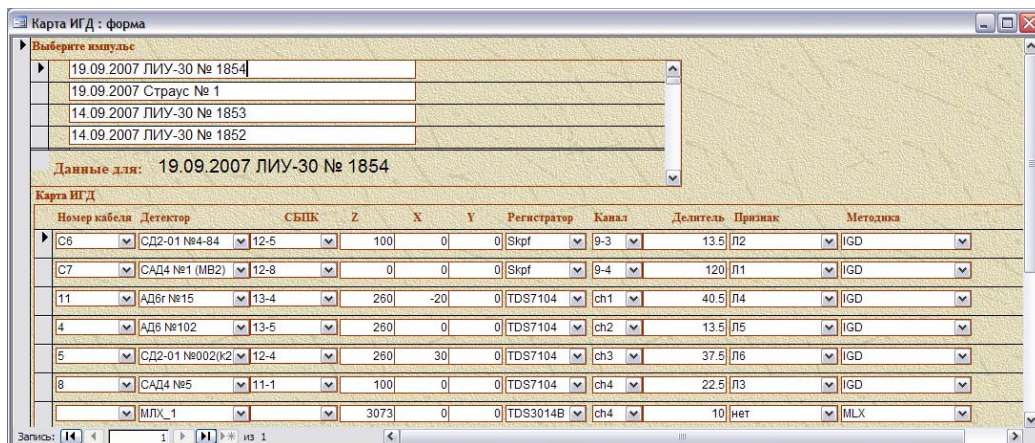


Рис. 3. Окно подготовки карты к эксперименту по одной из методик

Перед экспериментом важно, что бы все осциллографы поддерживали заданное пусковое состояние, поэтому в программе реализована функция установки режима запуска осциллографов. Данная функция доступна в меню «Scopes states».

После регистрации сигнала, данные необходимо быстро сохранить. Для централизованного сохране-

ния полученных данных разработана программа Le-Croy Manager – режим сохранения данных (рис. 5). Программа запрашивает данные с каждого осциллографа и помещает их в выбранный оператором каталог. Передача данных от осциллографа к компьютеру оператора осуществляется по локальной вычислительной сети (ЛВС) стандарта Ethernet. Ниже приводится пример работы программы.

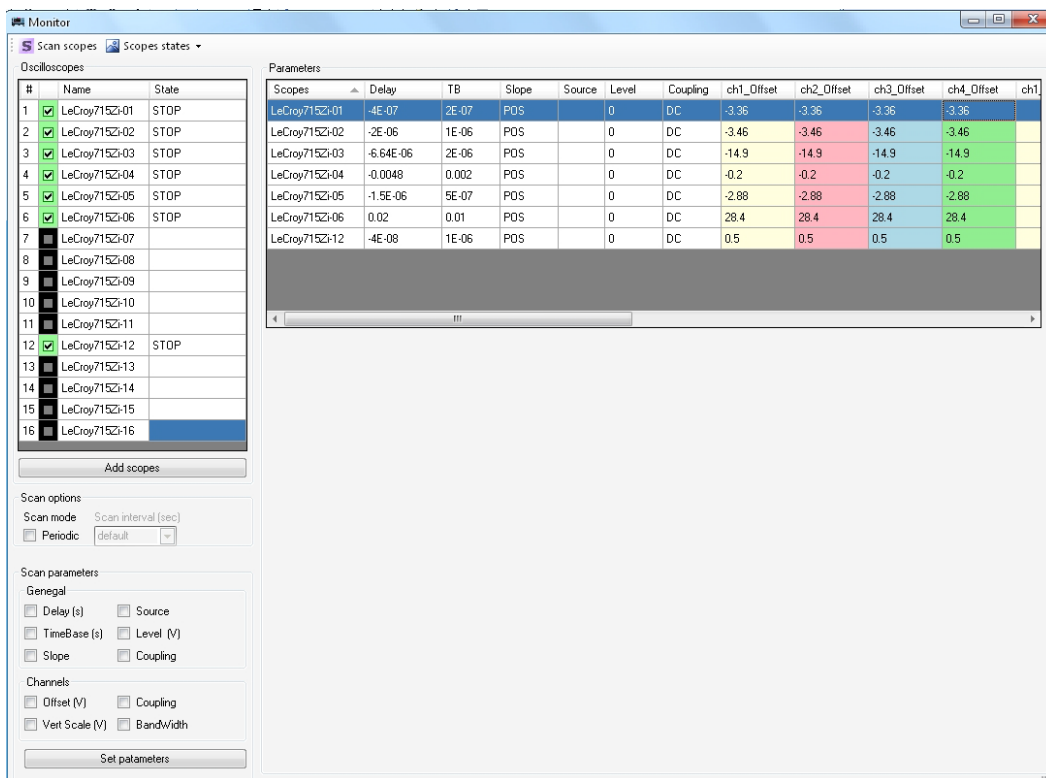


Рис. 4. Режим монитора

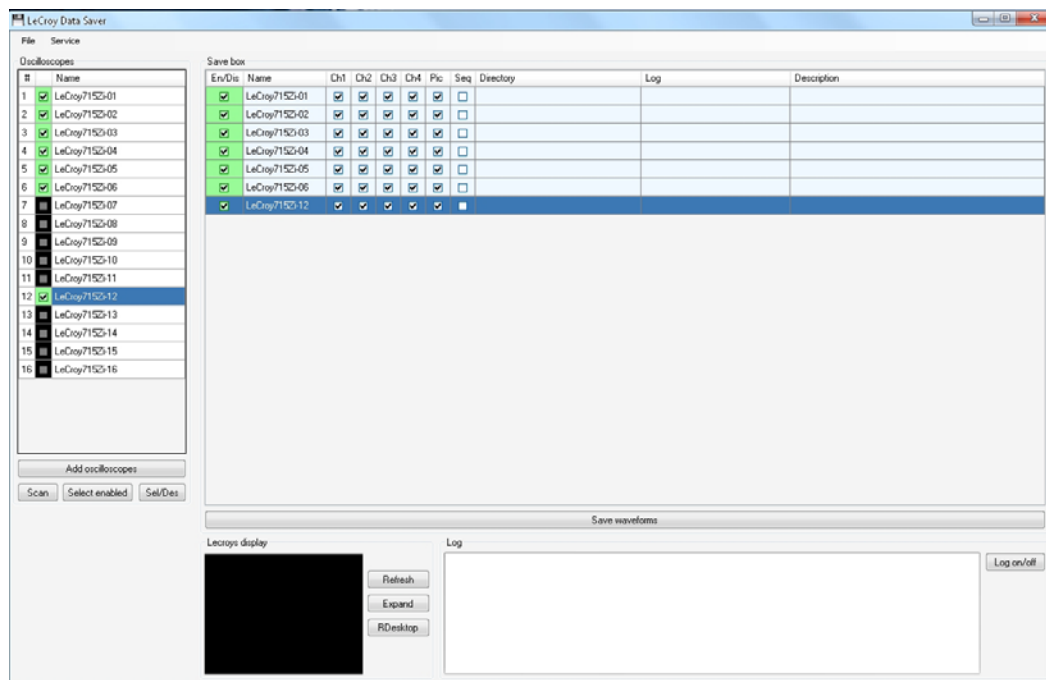


Рис. 5. Режим сохранения данных

После запуска LeCroy Manager отображается окно приглашения, в котором выбирается режим работы. Рассмотрим режим сохранения данных.

Последовательность действий при работе в режиме сохранения данных следующая:

1. Просканировать парк осциллографов, нажав кнопку «Scan»;

2. Выбрать осциллографы, участвующие в эксперименте из таблицы «Oscilloscopes» добавить их на основную таблицу – «Save box»;

3. Выбрать место для сохранения данных (рис. 6), возможные варианты – база данных⁵ осциллограмм (data base) или локальная директория (local directory). Для ускорения заполнения полей «Directory» предусмотрена функция автозаполнения. При использовании этой функции автоматически генерируется директории для данных с каждого осциллографа, что продемонстрировано на рис. 7;

4. После выбора директории для сохранения необходимо выбрать каналы осциллографов, с которых будут считываться данные, так же есть возможность сохранить изображение с экрана осциллографа;

5. Для того чтобы убедиться в правильности выбранных осциллографов, в программу заложена возможность просмотра экрана осциллографа;

⁵ Под базой данных имеется ввиду структурированная иерархия каталогов на файловой системе, предназначенная для хранения осциллограмм.

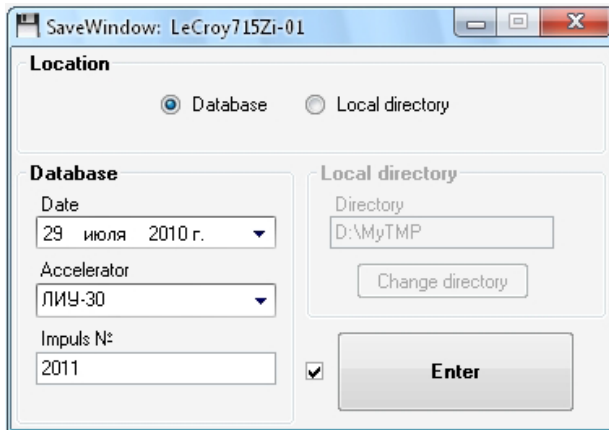


Рис. 6. Окно выбора пути сохранения

6. После завершения подготовительных работ необходимо нажать «Save waveform», начнется сохранение осциллограмм, по окончании процесса в колонке «Log» появится запись об успешном завершении.

В результате с осциллографов считываются и размещаются в требуемых директориях данные по каждому каналу. Для защиты от потери данных они дублируются в бинарном формате на жестком диске каждого осциллографа. События, происходящие при работе программы, заносятся в окно «Log» (рис. 7) (возможно отключение регистрации событий программы – кнопка «Log on/off») и дублируются в файл «Log.txt».

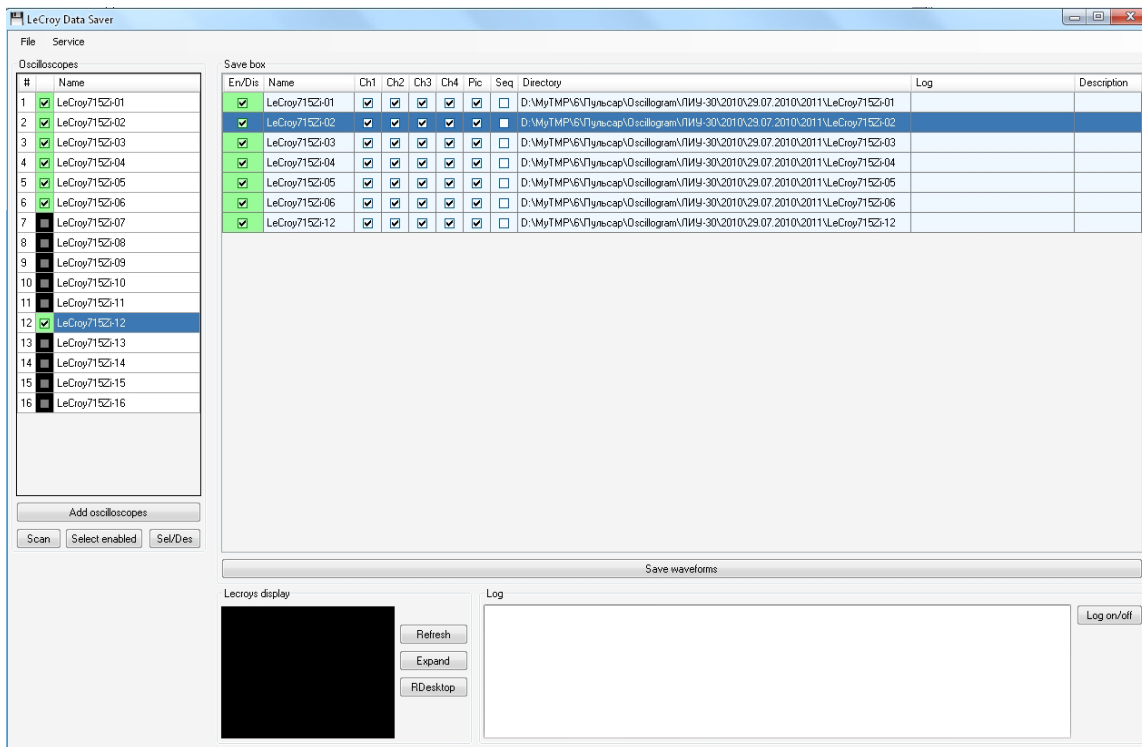


Рис. 7. Сохранение данных

После сохранения экспериментальных данных следует этап обработки. Рассмотрим его на примере обработки данных методики импульсной гамма дозиметрии.

По полученным осциллограммам требуется рассчитывать следующие параметры: интеграл, максимум осциллограммы, длительность на полувысоте, фронт импульса, эффективная длительность, время прихода характерных точек, что бывает необходимо для временной привязки осциллограмм между собой. Для проведения данных расчетов была разработана специализированная программа, которая позволяет работать с осциллограммами, полученными на осциллографах фирм LeCroy и Tektronix. Интерфейс программы приведен на рис. 8.

При запуске программа подключается к БД и находит все необработанные осциллограммы, количество необработанных осциллограмм и номер текущей указаны в параметре «Запись». При этом на экран выводится текущая необработанная осциллограмма. Оператор с помощью маркеров задает интервал, по которому необходимо провести обработку (место положения импульса). При нажатии кнопки «Сохранить» программа рассчитывает перечисленные выше параметры и заносит их в БД (таблица «Измеритель

ный канал»). Для перехода к следующей необработанной осциллограмме используется кнопка «>».

В программе большое внимание уделяется алгоритмам фильтрации высокочастотных шумов, что повышает точность измерения временных характеристик, и алгоритмам коррекции осциллограмм относительно нулевого уровня, что очень важно при расчете интегральных характеристик.

Для каждого проведенного эксперимента автоматически создается отчет на основе обработанных данных (рис. 9).

Отчет можно распечатать на принтере, либо представить в электронном виде.

Разработанные программы успешно применяются на измерительном комплексе СКПФ-209. С использованием программного комплекса время подготовки к эксперименту и обработки осциллограмм многократно сократилось. Несмотря на то, что количество каналов увеличилось (до 64), общее время обработки данных (от 4 до 64 осциллограмм) составляет не более 10 мин. До применения программного комплекса обработка одной осциллограммы занимала более 10 мин. Так же была проведена стандартизация данных, что позволило быстро получать данные по любому проведенному эксперименту.

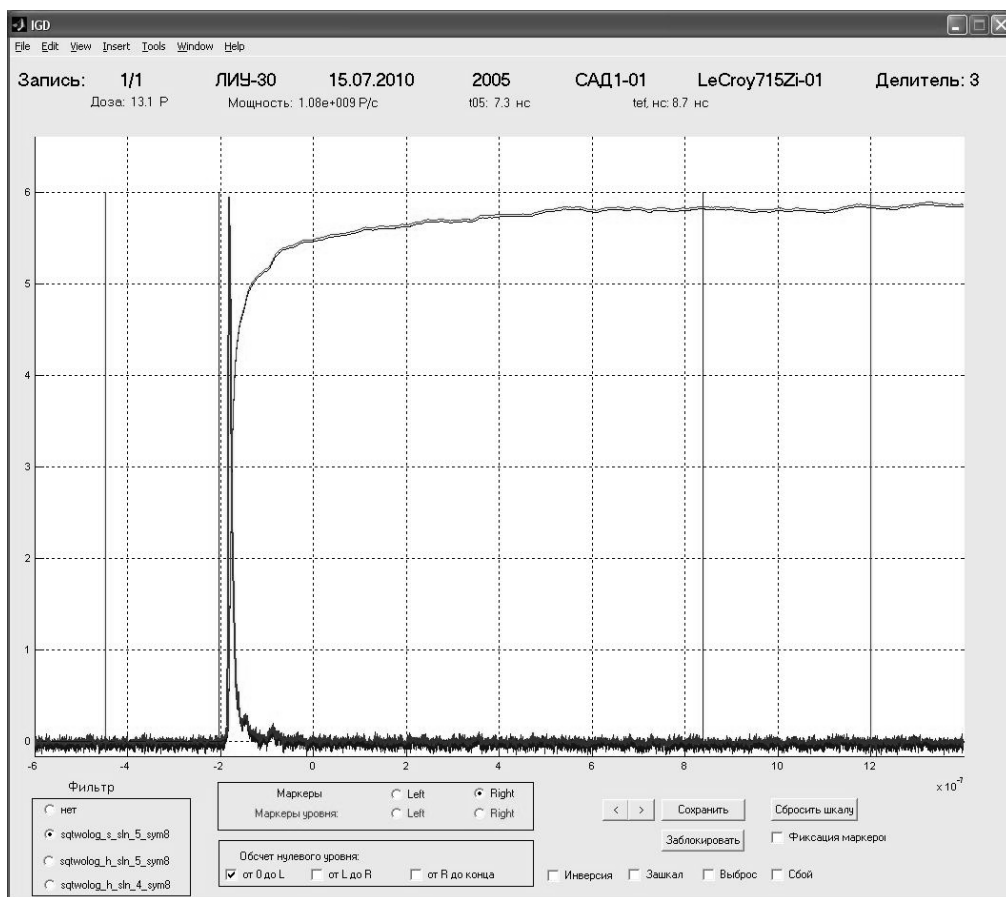


Рис. 8. Обработка данных

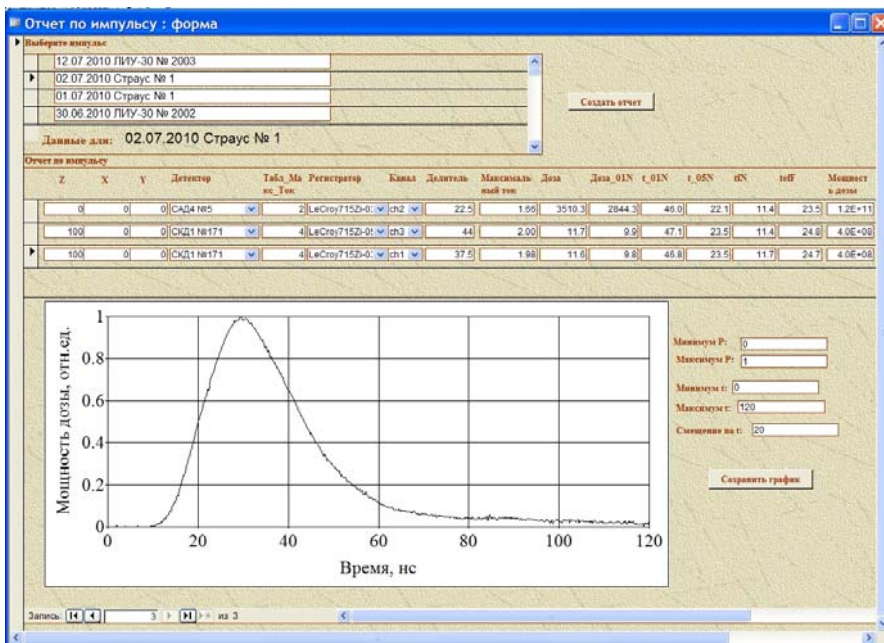


Рис. 9. Отчет по эксперименту

Литература

1. Пунин В. Т., Савченко В. А., Завьялов Н. В., Гордеев В. С. и др. Мощные линейные индукционные ускорители электронов и облучательные комплексы на их основе для радиационных исследований // Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ. Научно-исследовательское издание. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2001. Вып. 1. С. 356–362.

2. Брюков Б. В., Герасимов А. И., Гончаров А. С., Лазарев С. А. и др. Дозиметрическое сопровождение радиационных исследований на мощном линейном ус-

корителе ЛИУ-30 // Радиационная стойкость электронных систем, СТОЙКОСТЬ-2001. М.: СПЭЛС, 2001. Вып. 4. С. 241–243.

3. Герасимов А. И., Гордеев В. С., Горноста́й – Польский С. А., Гришин А. В. и др. Измерения характеристик высокоинтенсивных полей излучений при проведении радиационных исследований на моделирующих установках и комплексах РФЯЦ-ВНИИЭФ // VIII Харитоновские чтения по проблемам физики высоких плотностей энергии: Сборник докладов. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2006. С. 73–80.