

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»
Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии»
(Филиал «ИРБЭ» РГП «НЯЦ РК»)

УДК 539.122.164:528.9

Дорожкин Илья Петрович

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПОЛЕВОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

**Работа, представляемая на конференцию-конкурс НИОКР
молодых ученых и специалистов
Национального ядерного центра Республики Казахстан**

(прикладные исследования)

Руководитель: Мустафина Е.В.,
Начальник ОРИВЭ

г. Курчатов, 2020 г.

АВТОР

Дорожкин Илья Петрович,

*инженер группы анализа исследовательских данных
отдела радиационных исследований и восстановления экосистем
филиала «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП «НЯЦ РК»,*

1990 года рождения,

образование высшее (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники в 2016 г.),

специальность – «Прикладная информатика»,

квалификация по диплому – бакалавр,

работает в филиале «ИРБЭ» РГП «НЯЦ РК» с 2012 г.,

общий стаж работы 8 лет.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

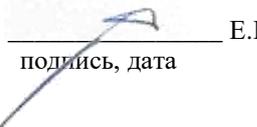
Инженер группы анализа исследовательских
данных ОРИВЭ



И.П. Дорожкин

подпись, дата

Начальник ОРИВЭ



Е.В. Мустафина

подпись, дата

Начальник группы анализа исследовательских
данных ОРИВЭ



Ю.В. Бакланова

подпись, дата

ДОРОЖКИН И.П.
РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПОЛЕВОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ
Работа, представляемая на конференцию-конкурс НИОКР молодых ученых и специалистов
Национального ядерного центра Республики Казахстан
от Филиала «ИРБЭ» РГП «НЯЦ РК»

071100, г. Курчатов, ул. Бейбіт атом 2,
тел. +7 (722-51) 3-34-13
E-mail: dorozhkin@nnc.kz

РЕФЕРАТ

Конкурсная работа содержит 25 страниц, 15 иллюстраций, 5 источников.

Объект исследования: процесс пешеходной гамма-спектрометрической съемки.

Цель работы: разработка информационной системы учёта движения и хранения данных пешеходной гамма-спектрометрической съемки.

Задачи:

1. предварительное планирование;
2. проектирование;
3. реализация;
4. загрузка данных;
5. тестирование.

Актуальность проблемы обоснована наличием проблем со скоростью и качеством движения, сложностью хранения, поиска и анализа спектрометрических данных. Данная информационная система способствует более быстрой и менее трудоемкой обработке, поиску, переносу и хранению данных, при проведении экспериментальных работ научных проектов на тему, связанную с гамма-спектрометрической съемкой. Полученный результат научной работы сможет уменьшить трудовую занятость сотрудников, тем самым сэкономив бюджет, как, в частности, отдельных организаций, так и государства.

Научная новизна: причиной разработки данного проекта, является многолетний практический опыт спектрометрического обследования территорий, из которого выявился ряд проблем, связанных с качеством и скоростью информационного процесса, гамма-спектрометрической съемки. Попытки поиска готового решения поставленных задач не увенчались успехом, что способствовало к началу планирования разработки проекта. Также не было найдено предшествующих научных исследований в области создания информационной системы учета движения и хранения данных пешеходной гамма-спектрометрической съемки. Результат проекта в большей степени повлияет на качество и скорость радиационного обследования Семипалатинского испытательного полигона на территории Казахстана. Что естественным образом отразится и за пределами республики, так как радиационная безопасность является вопросом мирового значения. В данной работе будет впервые применен способ движения информации посредством централизованной базы данных в процессе проведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки на территории семипалатинского испытательного полигона.

Практическая ценность: результаты данной работы позволят централизовать хранение данных полевой спектрометрии, что в свою очередь увеличит качество проведения рабочих процессов, таких как: передача, хранение, поиск и анализ спектрометрических данных.

Методика исследований: исследование осуществлялось на основе классических методов проектирования баз данных.

В результате работ: будет разработана информационная система для учёта движения и хранения спектрометрической информации.

Личный вклад автора: разработка базы данных полевой спектрометрии.

Степень завершенности работы: работа по разработке базы данных полевой спектрометрии находится на этапе логического проектирования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ИССЛЕДОВАНИЕ	8
1.1 Объект исследования	8
1.1.2 Пешеходная гамма-спектрометрическая съемка.....	8
1.1.3 Гамма-спектрометрическая съемка в фиксированных точках	9
1.2 Предмет исследования	9
1.2.1 Программное обеспечение для ведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки	9
1.2.2 Программное обеспечение для анализа данных полевой спектрометрии	10
1.2.3 Программное обеспечение для построения карт.....	11
2. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	12
2.1 Основные понятия и определения	12
2.2 Этапы разработки базы данных	12
2.2.1 Планирование разработки базы данных.....	12
2.2.2 Определение требований к системе.....	12
2.2.3 Концептуальное проектирование.....	13
2.2.4 Логическое проектирование	13
2.2.5 Физическое проектирование базы данных	13
2.2.6 Разработка приложений.....	14
2.2.7 Реализация	15
2.2.8 Загрузка данных.....	15
2.2.9 Тестирование.....	15
2.2.10 Эксплуатация и сопровождение.....	15
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	16
3.1 Техническое задание	16
3.2 Планирование	17
3.3 Требования.....	18
3.3.1 Обоснование выбора среды разработки	18
3.3.2 Общие требования к системе.....	19
3.3.3 Определение спецификаций работы.....	19
3.3.4 Требования к составу и параметрам технических средств.....	19
3.3.5 Требования к информационной и программной совместимости	19
3.3.6 Движение данных полевой спектрометрии	19
3.3.7 Этап обработки данных полевой спектрометрии	21
3.3.8 Структурный анализ и проектирование потоков данных	22
3.4 Концептуальное проектирование	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Пешеходная гамма-спектрометрическая съемка является одним из основных методов обследований радиоэкологической обстановки территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате различных ядерных испытаний, аварий и инцидентов. При проведении пешеходной гамма-спектрометрической съемки количество получаемых спектров достигает довольно внушительного объема данных. К примеру, если взять один день рабочей бригады, состоящей из пяти человек, за это время они обследуют порядка 0,5 км² (скорость обследования 2 км/ч, расстояние между профилями 20 м и время набора одного спектра 10 с), при этом примерное количество полученных спектров составляет 3,5 тысячи. Помимо спектрометрических данных параллельно с GPS пешехода считывается геодезическая информация. И на каждый файл спектра имеются координаты по трём измерениям. Работы по проведению пешеходной гамма-спектрометрической съёмки с использованием информационных технологий ведутся с 2012 года.

За это время на сервере Института накопилось около двадцати трёх миллионов спектров. Хранение данных децентрализовано. Встречается дублирование информации. Перенос спектров занимает треть времени от всего процесса обработки спектров из-за огромного количества файлов. Данные спектра, время набора, географические координаты и остальные данные каждый раз кодируются и считываются из файла, тем самым замедляя в разы аналитический процесс. В настоящее время разработана утилита для поиска секторов по наименованию папок. Такой способ занимает довольно много времени и часто приводит к отрицательным результатам поиска из-за разрозненности хранения информации на серверах.

Цель исследовательской работы — создание проекта задач по автоматизации конкретного объекта, а именно: автоматизации информационных процессов полевой спектрометрии отдела радиационных исследований и восстановления экосистем Института радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра Республики Казахстан (ОРИВЭ ИРБЭ НЯЦ РК) путем разработки информационной системы (ИС) учёта движения и хранения данных пешеходной гамма-спектрометрической съемки. Это позволит централизовать хранение данных полевой спектрометрии, что в свою очередь увеличит качество проведения рабочих процессов. В частности: передачи, хранения, поиска и анализа данных.

Объектом работы является пешеходная гамма-спектрометрическая съемка ОРИВЭ ИРБЭ НЯЦ РК, предметом — информационные процессы полевой спектрометрии.

Исходя из поставленной цели были сформулированы следующие этапы:

1. исследование;
2. разработка технического задания;
3. планирование;
4. определение требований;
5. концептуальное проектирование;
6. логическое проектирование;
7. физическое проектирование;
8. разработка приложений;
9. реализация;
10. загрузка данных;
11. тестирование;
12. эксплуатация и сопровождение.

Краткое описание этапов научной работы:

- Исследование — сбор данных об объекте автоматизации. Оценка качества функционирования объекта автоматизации.
- Разработка технического задания — четкое определение промежуточных результатов работы для конечного пользователя и концентрация (в единое целое) планов работы.

- Предварительное планирование — планирование самого эффективного способа реализации этапов жизненного цикла системы. Сбор информации об используемых и находящихся в процессе разработки прикладных программах и файлах, связанных с ними.

- Определение требований — утверждение диапазона действия и границ системы, состав пользователей и область применения. Составление списка входных и выходных данных.

- Концептуальное проектирование — построение независимой от системы управления базы данных информационной структуры путем объединения информационных требований пользователей.

- Логическое проектирование — построение модели данных и проектирование интерфейса пользователя, транзакций, прикладных программ, предназначенных для работы в рамках информационной системы.

- Физическое проектирование — выбор физической структуры базы данных. Результатом физического проектирования является полностью готовая к реализации структура базы данных. Проведение окончательной отладки программных модулей, определенных ранее.

- Реализация— физическая реализация базы данных и разработанных приложений. Реализация базы данных и написанных приложений посредством создания её описания на языке определения данных.

- Загрузка данных — заполнение информацией базы данных, ввод их с помощью оператора.

- Тестирование — процесс выполнения прикладных программ с целью поиска ошибок. Обнаружение имеющихся ошибок, подтверждение соответствия системы базы данных спецификациям и требованиям пользователей.

- Эксплуатация и сопровождение —опрос сотрудников на предмет выяснения, какие информационные потребности с точки зрения пользователя системы остались неучтенными. Проведение обучения пользователей работе с базой данных. Внесение изменений в спроектированную базу данных с учетом замечаний пользователей.

Выполнение ряда данных этапов позволит получить программный продукт пригодный для использования в работе отдела, который способствует улучшению качества рабочих процессов полевой спектроскопии. В частности, съемку, перенос, анализ и хранение спектрометрической информации.

1. ИССЛЕДОВАНИЕ

1.1 Объект исследования

Перед началом проведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки на топографическую карту обследуемой местности наносят сеть наблюдения (профили) – прямые параллельные линии, охватывающие всю площадь обследуемой территории. Расстояние между профилями зависит от нескольких факторов: площади обследуемой территории, особенностей природного ландшафта и предварительной информации, позволяющей оценить потенциальную радиационную опасность обследуемой местности. При идентификации радиоактивных аномалий сеть наблюдений сгущается, что обеспечивает более детальную и высокоточную локализацию радиоактивного загрязнения. Порог чувствительности используемых гамма-спектрометров зависит от времени измерения, высоты расположения детектора над поверхностью почвы и концентрации радионуклидов в почвенном покрове.

Ярким примером эффективности методов пешеходной гамма-спектрометрической съемки является масштабное исследование испытательной площадки «Опытное поле» с целью детального изучения границ радиоактивного загрязнения испытательной площадки. Для проведения обследования использовались портативные гамма-спектрометры с германиевыми электро-охлаждаемыми детекторами, сцинтилляционные спектрометры со сцинтилляционным детектором на основе кристалла бромид лантана ($\text{LaBr}_3(\text{Ce})$), радиометрическая и дозиметрическая аппаратура. Необходимо отметить, что степень детальности гамма-спектрометрической съемки составила несколько метров, а количество выполненных спектрометрических измерений – около 2 млн.

1.1.2 Пешеходная гамма-спектрометрическая съемка

Пешеходная гамма-спектрометрическая съемка проводилась на территории площадки «Опытное поле» по секторам, при этом размеры каждого сектора обследования составили 500x500 м. На сектор накладывалась сеть профилей движения «оператора», с расстоянием между профилями 20 м. перед началом работ определялись координаты начала и окончания каждого профиля.

«Оператор», производящий гамма-съемку, передвигался по маршруту, показанному на рисунке (Рисунок 1), вдоль профилей с непрерывной скоростью 1-2 км/ч, используя спутниковый навигационный прибор, при этом погрешность определения географических координат составляла порядка 5 м.

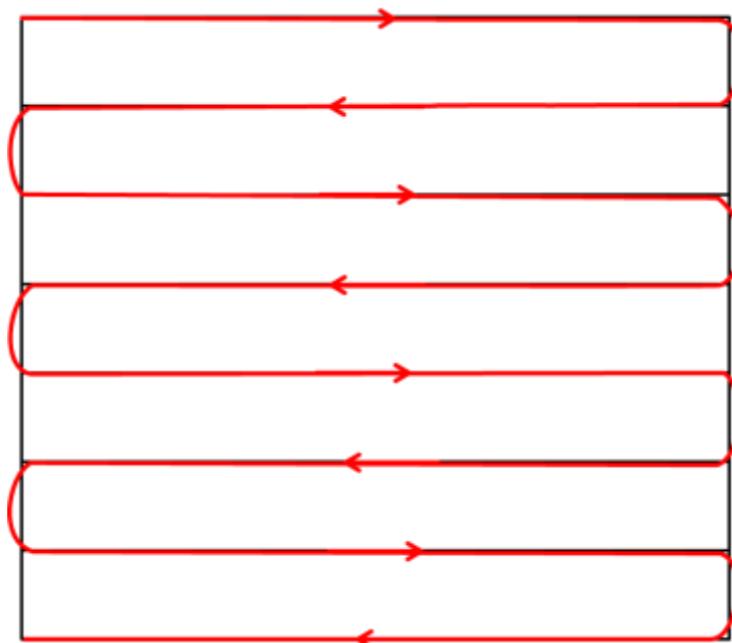


Рисунок 1 Схема проведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки.

При движении «оператора» по профилям осуществлялся непрерывный набор гамма-спектров. Время набора одного гамма-спектра составляло 10 с. В среднем, на каждый сектор обследования приходилась запись ~1800 спектров.

1.1.3 Гамма-спектрометрическая съемка в фиксированных точках

Полевая гамма-спектрометрическая съемка в фиксированных точках проводилась с целью детализации участков радиоактивного загрязнения, обнаруженных пешеходной, гамма-съемкой.

По результатам пешеходной гамма-спектрометрической съемки были построены карты распределения ^{241}Am и ^{137}Cs на обследованной территории. На основе анализа результатов пешеходной гамма-спектрометрической съемки и дешифрирования космоснимка, совмещенного с картой распределения интересующего радионуклида, выделялись участки с аномально-высокими концентрациями данного радионуклида.

На выбранные участки накладывалась сеть обследования с расстоянием между профилями 5 м, 2 м и, в исключительных случаях, 0,5 м (Рисунок 2). В отличие от пешеходной гамма-спектрометрической съемки, для данного метода обследования определялись координаты всех точек сети.

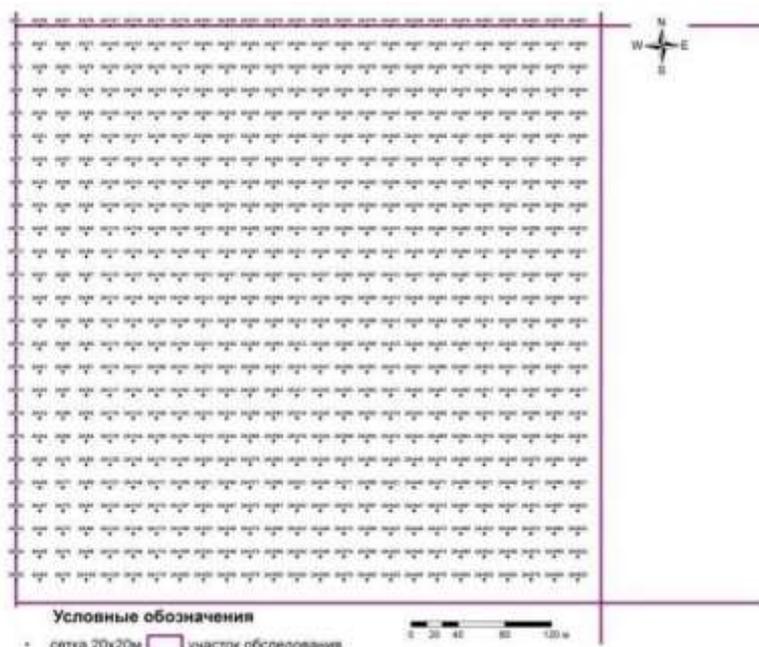


Рисунок 2 Пример сети обследования с расстоянием между профилями 5 м.

Выход на точку измерения полевым гамма-спектрометром осуществлялся с помощью высокоточного навигационного оборудования (точность выхода на точку до 0,1 м). Время набора одного гамма-спектра составляло от 30 с до 60 с. На каждый участок с аномально-высокими концентрациями радионуклидов обследования приходилась запись от тысяч до десятков тысяч спектров.

1.2 Предмет исследования

1.2.1 Программное обеспечение для ведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки

Программное обеспечение «SpectroolsFisher» в режиме реального времени производит считывание данных с GPS приемником используя протокол NMEA 0183. Параллельно процессу получения координат происходит управление детектором.

Все результаты, которые получает программа, с определенной периодичностью, заданной пользователем, записываются в текстовые и бинарные файлы, образец которого представлен на рисунке (Рисунок 3).

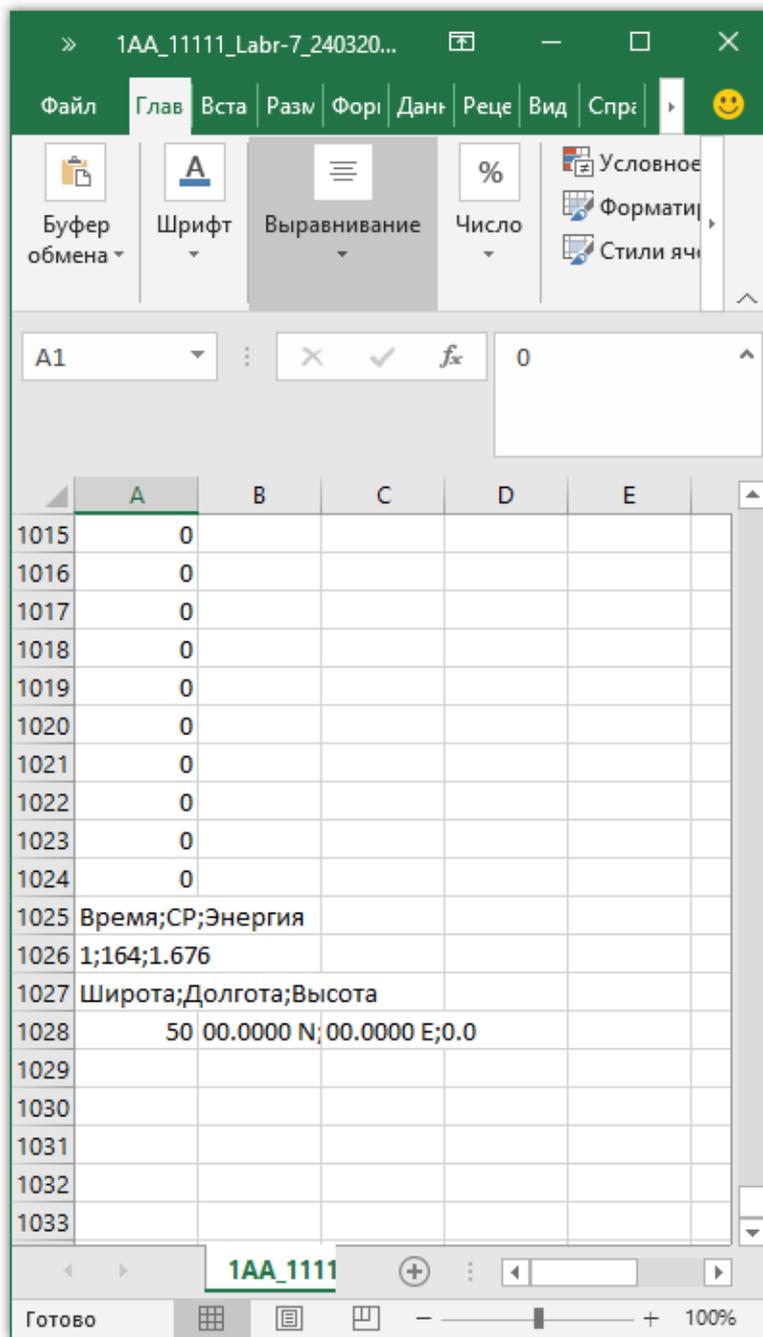


Рисунок 3 Выходные данные программы «SFisher».

Весь процесс происходит в автоматическом режиме с привязкой по времени. Так же присутствует ручной режим работы и способ обследования по координатной сетке.

1.2.2 Программное обеспечение для анализа данных полевой спектроскопии

«SpectrotoolsAnalyzer» — это программное обеспечение, которое справляется с большим количеством получаемых спектрометрических данных, используя автоматический процесс анализа и обработки информации, визуализируя и создавая отчетность по полученным результатам работы программы. Рабочее окно программы «SAnalyzer» показано на рисунке (Рисунок 4).

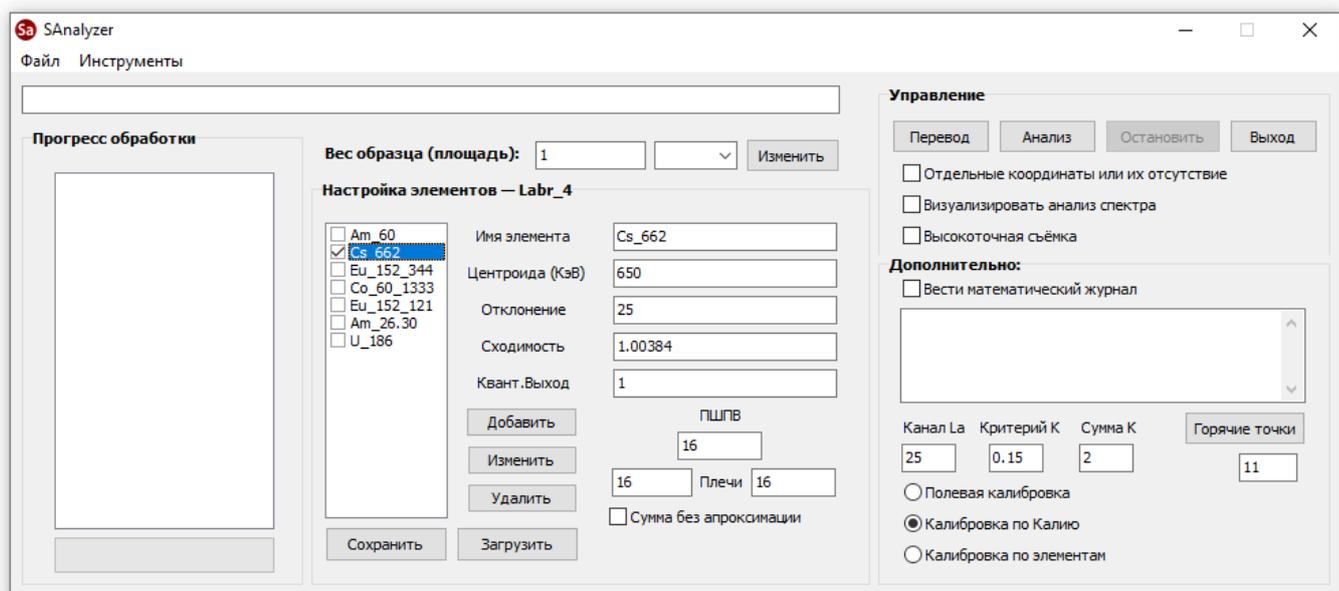


Рисунок 4 Рабочее окно программы «SAnalyzer».

Основной целью программы являются ускорение и упрощение гамма-спектрометрической съемки путем частичной автоматизации процесса получения и обработки данных, и исключением возможных ошибок с помощью систем контроля оператора.

1.2.3 Программное обеспечение для построения карт

По результатам пешеходного гамма-спектрометрического обследования строятся карты площадного распределения радиоактивных элементов.

Для проведения пространственного анализа имеющихся данных с помощью геоинформационных систем используются два программных продукта GoldenSoftwareSurfer и ArcGis.

Рабочее окно программы «GoldenSoftwareSurfer» показано на рисунке (Рисунок 5).

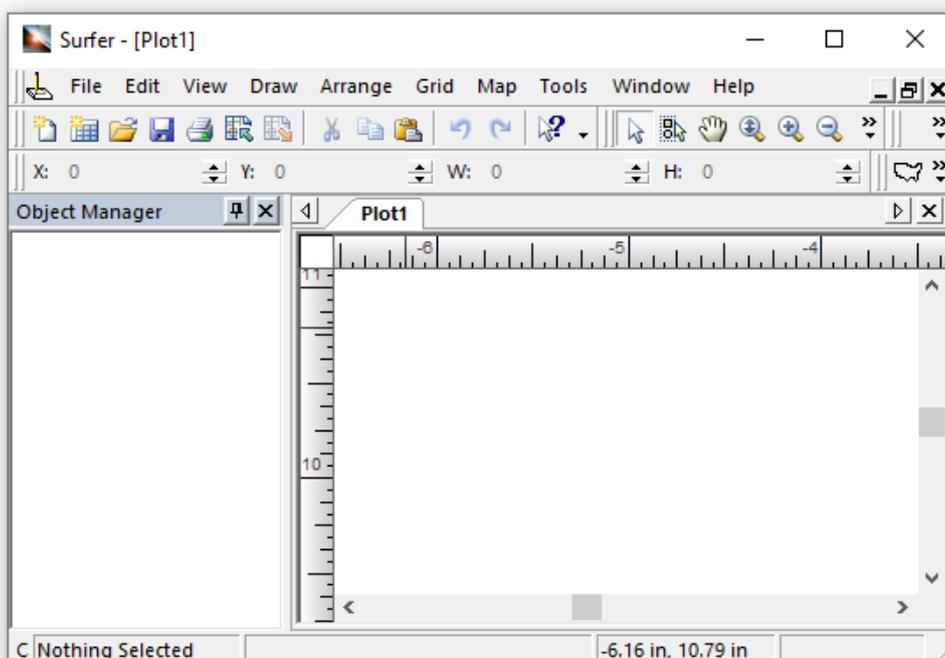


Рисунок 5 Рабочее окно программы «GoldenSoftwareSurfer».

2. МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.1 Основные понятия и определения

Информация — любые сведения о каком-либо событии, процессе, объекте.

Данные — это информация, представленная в определенном виде, позволяющем автоматизировать ее сбор, хранение и дальнейшую обработку человеком или информационным средством. Для компьютерных технологий данные — это информация в дискретном, фиксированном

виде, удобная для хранения, обработки на компьютере, а также для передачи по каналам связи.

База данных (БД) — именованная совокупность данных, отражающая состояние объектов и их отношений в рассматриваемой предметной области, или иначе база данных — это совокупность взаимосвязанных данных при такой минимальной избыточности, которая допускает их использование оптимальным образом для одного или нескольких приложений в определенной предметной области. База данных состоит из множества связанных файлов.

Система управления базами данных (СУБД) — совокупность языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и совместного использования базы данных многими пользователями.

Автоматизированная информационная система (ИС) — это система, реализующая автоматизированный сбор, обработку, манипулирование данными, функционирующая на основе технических средств и включающая соответствующее программное обеспечение и персонал.

Приложения — отдельные программы или комплекс программ, реализующие автоматизацию решения прикладных задач обработки данных.

2.2 Этапы разработки базы данных

2.2.1 Планирование разработки базы данных

Содержание данного этапа — разработка стратегического плана, в процессе которой осуществляется предварительное планирование конкретной системы управления базами данных.

Планирование разработки базы данных состоит в определении трех основных компонентов: объема работ, затрат и ресурсов.

Важной частью разработки стратегического плана является проверка осуществимости проекта, состоящая из нескольких частей.

Первая часть — проверка технологической осуществимости. Она состоит в выяснении вопроса, существует ли оборудование и программное обеспечение, удовлетворяющее информационным потребностям предприятия.

Вторая часть — проверка операционной осуществимости — выяснение наличия экспертов и персонала, необходимых для работы БД.

2.2.2 Определение требований к системе

На данном этапе необходимо определить диапазон действия приложения базы данных, состав его пользователей и области применения. Определение требований включает выбор целей БД, выяснение информационных потребностей различных отделов и руководителей и требований к оборудованию и программному обеспечению.

Важно определить данные, необходимые для выполнения выделенных функций. Выяснить, как получается каждый элемент данных, кем получается, где в дальнейшем используется, кем контролируется.

Собранная информация о каждой важной области применения приложения и пользовательской группе должна включать следующие компоненты: исходную и генерируемую документацию, подробные сведения о выполняемых транзакциях, а также список требований с указанием их приоритетов.

Формализация собранной на этом этапе информации может быть повышена с помощью методов составления спецификаций требований, к числу которых относятся, технология структурного анализа и проектирования, диаграммы потоков данных и графики "вход — процесс — выход".

2.2.3 Концептуальное проектирование

Первая фаза процесса проектирования базы данных заключается в создании для анализируемой части предприятия концептуальной модели данных.

Проектирование сложных баз данных с большим количеством атрибутов осуществляется использованием, так называемого, нисходящего подхода. Этот подход начинается с разработки моделей данных, которые содержат несколько высокоуровневых сущностей и связей, затем работа продолжается в виде серии нисходящих уточнений низкоуровневых сущностей, связей и относящихся к ним атрибутов.

Нисходящий подход демонстрируется в концепции модели "сущность — связь" (Entity-Relationship model — ER-модель) — самой популярной технологии высокоуровневого моделирования данных, предложенной П. Ченом.

Модель "сущность — связь" относится к семантическим моделям. Семантическое моделирование данных, связанное со смысловым содержанием данных, независимо от их представления в компьютерных системах.

В построении общей концептуальной модели данных выделяют ряд этапов.

- Выделение локальных представлений, соответствующих обычно относительно независимым данным. Каждое такое представление проектируется как подзадача.
- Формулирование сущностей, описывающих локальную предметную область проектируемой БД, и описание атрибутов, составляющих структуру каждой сущности.
- Спецификация связей между сущностями.
- Удаление избыточных связей.
- Объединение локальных представлений.

Созданная концептуальная модель данных предприятия является источником информации для фазы логического проектирования базы данных.

2.2.4 Логическое проектирование

Цель второй фазы проектирования базы данных состоит в создании логической модели данных для исследуемой части предприятия.

Логическая модель, отражающая особенности представления о функционировании предприятия одновременно многих типов пользователей, называется глобальной логической моделью данных. Процесс проектирования БД должен опираться на определенную модель данных (реляционная, сетевая, иерархическая), которая определяется типом предполагаемой для реализации информационной системы СУБД.

Концептуальное и логическое проектирование — это итеративные процессы, которые включают в себя ряд уточнений, продолжающиеся до тех пор, пока не будет получен наиболее соответствующий структуре предприятия продукт.

2.2.5 Физическое проектирование базы данных

Целью проектирования на данном этапе является создание описания СУБД ориентированной модели БД. В случае с реляционной модели данных под физическим проектированием подразумевается:

- создание описания набора реляционных таблиц и ограничений для них на основе информации, представленной в глобальной логической модели данных;

- определение конкретных структур хранения данных и методов доступа к ним, обеспечивающих оптимальную производительность системы с базой данных;
- разработка средств защиты создаваемой системы.

2.2.6 Разработка приложений

Параллельно с проектированием системы базы данных выполняется разработка приложений. Главные составляющие данного процесса — это проектирование транзакций и пользовательского интерфейса.

2.2.6.1 Проектирование транзакций

Транзакции представляют некоторые события реального мира. Транзакция может состоять из нескольких операций, однако с точки зрения пользователя эти операции представляют собой единое целое, переводящее базу данных из одного непротиворечивого состояния в другое. Реализация транзакций опирается на тот факт, что СУБД способна обеспечивать сохранность внесенных во время транзакции изменений в БД и непротиворечивость базы данных даже в случае возникновения сбоя. Проектирование транзакций заключается в определении:

- данных, которые используются транзакцией;
- функциональных характеристик транзакции;
- выходных данных, формируемых транзакцией;
- степени важности и интенсивности использования транзакции.

2.2.6.2 Проектирование пользовательского интерфейса

Интерфейс должен быть удобным и обеспечивать все функциональные возможности, предусмотренные в спецификациях требований пользователей.

При проектировании пользовательского интерфейса используются следующие основные элементы и их характеристики:

- содержательное название;
- ясные и понятные инструкции;
- логически обоснованные группировки и последовательности полей;
- визуально привлекательный вид окна формы или поля отчета;
- легко узнаваемые названия полей;
- согласованную терминологию и сокращения;
- согласованное использование цветов;
- визуальное выделение пространства и границ полей ввода данных;
- удобные средства перемещения курсора;
- средства исправления отдельных ошибочных символов и целых полей;
- средства вывода сообщений об ошибках при вводе недопустимых значений;
- особое выделение необязательных для ввода полей;
- средства вывода пояснительных сообщений с описанием полей;
- средства вывода сообщения об окончании заполнения формы.

2.2.7 Реализация

На данном этапе осуществляется физическая реализация базы данных и разработанных приложений, позволяющих пользователю формулировать требуемые запросы к БД и манипулировать данными в БД.

База данных описывается на языке определения данных выбранной СУБД. В результате компиляции его команд и их выполнения создаются схемы и пустые файлы базы данных.

На этом же этапе определяются и все специфические пользовательские представления.

Прикладные программы реализуются с помощью языков третьего или четвертого поколений. Кроме того, на этом этапе создаются другие компоненты проекта приложения — экраны меню, формы ввода данных и отчеты.

Реализация этого, а также и более ранних этапов проектирования БД может осуществляться с помощью инструментов автоматизированного проектирования и создания программ, которые принято называть CASE инструментами (Computer-Aided Software Engineering).

2.2.8 Загрузка данных

На этом этапе созданные в соответствии со схемой базы данных пустые файлы, предназначенные для хранения информации, должны быть заполнены данными.

2.2.9 Тестирование

Для оценки законченности и корректности выполнения приложения базы данных может использоваться несколько различных стратегий тестирования:

- нисходящее тестирование;
- восходящее тестирование;
- тестирование потоков;
- интенсивное тестирование.

Нисходящее тестирование начинается на уровне подсистем с модулями, которые представлены заглушками, т. е. простыми компонентами, имеющими такой же интерфейс, как модуль, но без функционального кода. Каждый модуль низкого уровня представляется заглушкой. Постепенно все программные компоненты заменяются фактическим кодом и после каждой замены снова тестируются.

Восходящее тестирование выполняется в противоположном направлении по отношению к нисходящему. Оно начинается с тестирования модулей на самых низких уровнях иерархии системы, продолжается на более высоких уровнях и заканчивается на самом высоком уровне.

Тестирование потоков осуществляется при тестировании работающих в реальном масштабе времени систем, которые обычно состоят из большого количества взаимодействующих процессов, управляемых с помощью прерываний. Стратегия тестирования потоков направлена на слежение за отдельными процессами. Стратегия интенсивного тестирования часто включает серию тестов с постепенно возрастающей нагрузкой и продолжается до тех пор, пока система не выйдет из строя.

2.2.10 Эксплуатация и сопровождение

Основные действия, связанные с этим этапом, сводятся к наблюдению за созданной системой и поддержке ее нормального функционирования по окончании развертывания. Поддержка БД предполагает разрешение проблем, возникающих в процессе эксплуатации БД и связанных как с ошибками реализации БД, так и с изменениями в самой предметной области, созданием дополнительных программных компонент или модернизацией самой БД.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1 Техническое задание

Техническое задание содержит совокупность требований к программному средству и может использоваться как критерий проверки и приемки разработанной программы, поэтому достаточно полно составленное (с учетом возможности внесения дополнительных разделов) и принятое заказчиком и разработчиком техническое задание является одним из основополагающих документов проекта. Умение грамотно создавать техническое задание на разработку программного продукта определяет профессиональный уровень программиста и избавляет его от претензий со стороны заказчика.

Техническое задание представляет собой документ, в котором формулируются основные цели разработки, требования к программному продукту, определяются сроки и этапы разработки и регламентируется процесс приемно-сдаточных испытаний. В формулировании технического задания участвуют представители как заказчика, так и исполнителя. В основе этого документа лежат исходные требования заказчика, результаты выполнения предпроектных исследований.

Содержание разработанного технического задания представлено на рисунке (Рисунок 6).

СОДЕРЖАНИЕ	
1. Общие сведения	3
1.1. Наименование системы	3
1.2. Плановые сроки начала и окончания работы	3
1.3. Порядок оформления и предъявления результатов работ.....	3
2. Назначение и цели создания системы.....	3
2.1. Назначение системы	3
2.2. Цели создания системы	4
3. Характеристика объектов автоматизации.....	4
4. Требования к системе.....	5
4.1. Требования к системе в целом.....	5
4.2. Требования к функциям, выполняемым системой.....	8
4.3. Требования к видам обеспечения	9
5. Состав и содержание работ по созданию системы.....	12
6. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие	12

2

Рисунок 6 Содержание разработанного технического задания

3.2 Планирование

В результате планирования разработки базы данных был определён объем работ и на его основе составлен и согласован график реализации проекта и алгоритм проектирования базы данных (Рисунок 7, Рисунок 8).

Календарный план реализации	
Месяц	Вид работы
Январь	Разработка технического задания. Подготовка документации. Проверка осуществимости.
Февраль	Предварительное планирование базы данных. Определение требований.
Март	Концептуальное проектирование.
Апрель	Логическое проектирование. Серверная часть.
Май	Логическое проектирование. Клиентская часть.
Июнь	Физическое проектирование. Серверная часть.
Июль	Физическое проектирование. Клиентская часть.
Август	Реализация базы данных.
Сентябрь	Реализация базы данных.
Октябрь	Загрузка данных.
Ноябрь	Тестирование и отладка базы данных.
Декабрь	Оценка и поддержка базы данных.

Рисунок 7 Календарный план реализации проекта

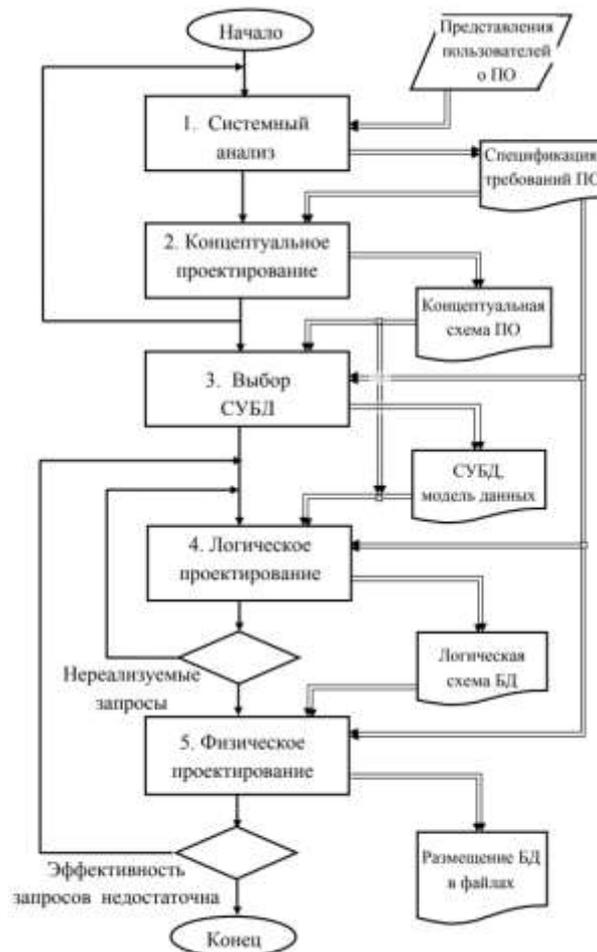


Рисунок 8 Алгоритм проектирования базы данных

Технологическая осуществимость была удовлетворена. Выбрана рабочая станция, на которой будет располагаться база данных.

Необходимое программное обеспечение, на котором система будет функционировать планируется разработать на следующих этапах исследовательской работы на базе системы семейства Windows.

Для работы с базой данных полевой спектроскопии необходим уверенный уровень владения компьютером (Владение всеми программами из пакета MS Office, специализированными программами, системами управления проектами). В ОРИВЭ сотрудники с удовлетворяющей степенью владения компьютером имеются и были определены. Риски во время внедрения системы отсутствуют. Так как на период тестирования будет происходить дублирование новой информации в виде файлов. Как было до момента начала использования базы данных.

3.3 Требования

3.3.1 Обоснование выбора среды разработки

Создание приложений информационной системы происходят в интегрированной среде разработки Delphi. Реализация базы данных в СУБД Microsoft Access. Доступ к данным осуществляться с помощью технологии ADO.

Одно из основных предназначений Delphi это быстрая разработка приложений в архитектуре клиент-сервер. Delphi производит небольшие по размерам высокоэффективные исполняемые модули, которые имеют низкие требования к рабочим местам сотрудников.

Преимущества Delphi по сравнению с аналогичными программными продуктами:

- быстрота разработки приложения (rad);
- высокая производительность разработанного приложения;
- низкие требования разработанного приложения к ресурсам компьютера;
- наращиваемость за счет встраивания новых компонент и инструментов в среду delphi;
- возможность разработки новых компонент и инструментов собственными средствами delphi;
- удачная проработка иерархии объектов.

Delphi принадлежит к семейству RAD-инструментов. Ручной ввод программного текста сочетается с манипуляциями в интерактивном режиме с готовыми компонентами.

Microsoft Access это функционально полная реляционная СУБД. В ней предусмотрены все необходимые вам средства для определения и обработки данных, а также для управления ими при работе с большими объемами информации.

MS Access специально спроектирован для создания многопользовательских приложений, где файлы базы данных являются разделяемыми ресурсами в сети. Система Access поддерживает обработку транзакций с гарантией их целостности. Кроме того, предусмотрена защита на уровне пользователя, что позволяет контролировать доступ к данным отдельных пользователей и целых групп.

ADO это интерфейс программирования приложений для доступа к данным, разработанный компанией Microsoft и основанный на технологии компонент ActiveX. ADO позволяет представлять данные из разнообразных источников (реляционных баз данных, текстовых файлов и т. д.) в объектно-ориентированном виде.

Технология ADO предлагает разработчику удобный прикладной интерфейс для OLE DB. ADO удобна в обращении, так как предоставляет объекты Automation, скрывающие интерфейсы OLE DB, что позволяет уделять основное внимание решаемым задачам, а не сложностям технологии OLE DB.

В объектной модели ADO существенно меньше объектов, и он проще в обращении по сравнению с другими объектами доступа данным, например, DAO или RDO.

3.3.2 Общие требования к системе

Клиентское приложение должно иметь возможность быть установленным (запущенным) на существующих аппаратно-программных средствах (для исключения избыточного количества серверов и персональных компьютеров).

Система должна устанавливать все необходимые для работы компоненты и библиотеки (если их нет в базовой поставке операционной системы) в установочный каталог.

Возможность выбора установочного каталога, как для программы, так и для локальных баз данных.

Возможность полного удаления программы и всех ее компонентов с компьютера процедурой деинсталляции.

Все операции, проводимые в системе, должны "привязываться" к пользователю, проводившему ту или иную операцию в соответствии с правами доступа.

Программное обеспечение должно предусматривать защиту данных.

Ошибки в работе программы или аварийное завершение работы программного обеспечения, не должны вызывать потерю, частичное или полное разрушение базы данных системы.

Программа должна иметь встроенное контекстно-зависимое руководство пользователя.

3.3.3 Определение спецификаций работы

Информационная система должна:

- обеспечивать удобный поиск и навигацию по базе данных;
- вести контроль и учет спектрометрических данных с возможностью визуализации;
- иметь возможность работы с принтером;
- конвертировать все имеющиеся на данный момент форматы данных;
- генерировать отчеты для отправки в ГИС на основе выборки пользователя;
- рассчитывать прямоугольные координаты и записывать их в базу данных;
- иметь функции импорта и экспорта данных с возможностью выборки нужной информации;
- взаимодействовать с имеющимся спектрометрическим программным обеспечением;
- уметь учитывать человеческий фактор сотрудников при работе с базой данных.

3.3.4 Требования к составу и параметрам технических средств

Минимальные системные требования для работы информационной системы учитывая затрачивание ресурсов самой операционной системой Windows.

Рабочая станция: тактовая частота процессора – 2000 Гц; объем оперативной памяти 4 Гб; объем свободного дискового пространства 40 Гб; разрешение монитора от 1 080 x 720 пикселей; наличие USB и LAN портов, периферийные устройства. Минимальный набор оргтехники.

3.3.5 Требования к информационной и программной совместимости

Разработанный продукт должен обеспечиваться возможностью работы на операционных системах Windows 7 - 10, а также быть совместимым с офисным пакетом MS Office 2007 и выше.

3.3.6 Движение данных полевой спектрометрии

Жизненный цикл полевой спектрометрии представлен на общей структуре, в виде блок-схемы на рисунке (Рисунок 9)

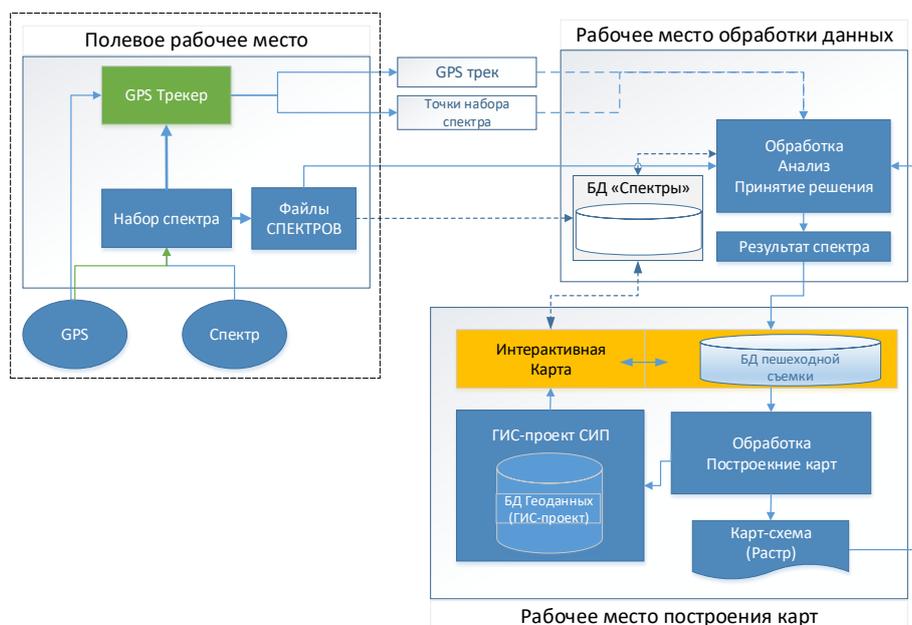


Рисунок 9 Блок-схема структуры и функций жизненного цикла полевой спектрометрии

В основном, перенос информации осуществляется с помощью почтового сервиса или путем передачи данных на флэш диске в виде архива данных.

Хранение информации реализовано на сервере в структурированном виде. Группировка данных происходит по времени и месту проведения спектрометрической съемки, и типу оборудования, которым обследовалась территория. Информация хранится в архивах, сгруппированных по типу детектора. В каждом архиве содержится несколько папок с именами детекторов, в которых расположены папки секторов (Рисунок 10).

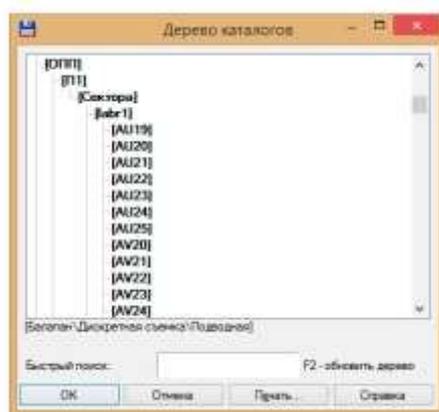


Рисунок 10 Древоидная схема хранения данных полевой спектрометрии на сервере

После сохранения архивов на компьютер оператор распаковывает полученные данные на основной сервер и копирует архивы, руководствуясь тем, где проводилась спектрометрическая съемка и каким детектором был проведен набор. После чего данные отправляются на анализ.

Перед основным расчетом весь спектр проходит стабилизацию по энергии, так как постоянное изменение температуры приводит к некорректным показателям энергии спектра. Анализ данных, происходит в интересующих областях спектра, в зависимости от обследуемых элементов. Каждая предполагаемая область аппроксимируется для более точного вычисления пика и активности элемента. На данном этапе происходит поиск максимальной площади. В конечных областях элементов, где центром является найденный пик, программа производит математические расчеты активности элементов.

После завершения обработки, создается отчет, который используется для построения карт отделом геоинформационных систем. Отчет содержит в себе координаты широты и долготы в

прямоугольном и географическом виде, информацию о спектре и данные анализа элементов (Рисунок 11).

№	Имя файла	Дата измерения	Долгота	Широта	Y	X	Сумма	MDA_Am_90	CPS_Am_90	MDA_Ca_88	...
1	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.23.04	77.796268750	3627033	5584998.506	13891100.15	174	2.98	4.85	0.71	...
2	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.24.08	77.796268750	3627060	5584907.702	13891100.22	179.3	2.93	4.48	0.77	...
3	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.24.20	77.796268750	3623	5584998.288	13891100.5	174.8	2.93	2.14	0.88	...
4	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.24.32	77.796268750	362669	5584988.681	13891100.64	181.628596	2.23	3.54	0.58	...
5	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.24.46	77.79625	363022	5584976.122	13890999.73	190	2.13	3.74	0.62	...
6	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.24.58	77.796273750	362123	5584971.603	13890998.83	171.4	1.98	3.4	0.77	...
7	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.25.12	77.796253750	3621	5584982.954	13890998.96	176.1583386	1.87	3.88	0.71	...
8	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.25.24	77.79625	3620233	5584960.988	13891100.43	168.5378741	1.82	3.32	0.58	...
9	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.25.38	77.79625	363	5584956.879	13891100.57	172.9446882	2.13	2.19	0.63	...
10	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.25.50	77.79625	363198	5584961.318	13891100.70	183.0661323	2.88	3.49	0.83	...
11	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.26.04	77.796233750	363983	5584943.86	13890998.87	177.3	1.7	4.6	0.88	...
12	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.26.18	77.796233750	363032	5584938.295	13891100.06	177.3647994	2.23	3.83	0.66	...
13	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.26.30	77.796233750	363783	5584932.738	13891100.29	182.7053311	1.83	4.1	0.83	...
14	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.26.42	77.796233750	363733	5584927.978	13891100.5	184.3682375	2.13	4.39	0.78	...
15	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.26.56	77.796233750	363983	5584921.617	13891100.71	186.9721443	2.09	2.88	0.69	...
16	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.27.08	77.796273750	3639149	5584914.203	13891100.99	178.1	2.13	3.74	0.62	...
17	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.27.22	77.796233750	363983	5584918.696	13891101.13	188.2725451	2.13	4.87	0.63	...
18	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.27.34	77.796218750	363533	5584904.89	13891100.18	164.2741828	2.24	2.26	0.83	...
19	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.27.48	77.796218750	36375	5584901.183	13891100.29	178.262595	2.10	3.78	0.69	...
20	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.28.00	77.796218750	363433	5584893.769	13891100.57	179.8553396	2.23	2.17	0.68	...
21	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.28.14	77.7962	363383	5584888.984	13890999.94	177.5643996	1.76	5.62	0.62	...
22	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.28.28	77.7962	363333	5584882.603	13890998.8	182.3	1.92	5.24	0.58	...
23	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.28.40	77.7962	3633023	5584877.942	13891100.01	177.7	2.4	3.4	0.66	...
24	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.28.52	77.796183750	3632718	5584869.584	13890999.13	188.284521	2.23	3.71	0.71	...
25	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.29.06	77.796183750	3631684	5584864.923	13890999.31	177.9	2.22	2.88	0.74	...
26	№_Монитор А.С.	12.08.15.08.2014 8.29.18	77.796183750	3631684	5584864.923	13890999.31	177.9	2.22	2.88	0.74	...

Рисунок 11 Сгенерированный отчет, который передается в ГИС

Отчет проходит проверку на наличие информации в столбцах и её корректности. После проверки все отчеты архивируются и отправляются на построение в отдел геоинформационных систем. Имя архива присваивается соответственно имени, полученному архиву с меткой «_result».

3.3.7 Этап обработки данных полевой спектрометрии

Перечень входящих данных представляет из себя, как поток информации с детектора, так и файлы спектров нескольких форматов. Например, свой формат данных в табличном виде. Бинарный файл CNF разработанный фирмой Canberra для использования в программном комплексе Genie-2000. Формат CHN от компании Ortec разработанный для использования в программе Maestro. Для каждого из способов представления информации необходимо будет разработать своеобразный подход. Конвертацию, которая приводила бы данные из разных источников информации к одному виду.

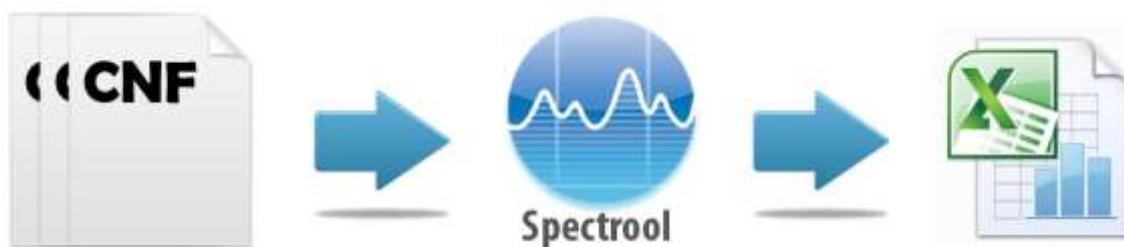


Рисунок 12 Входящие и исходящие данные, переданные на анализ

Исходящие данные системы представляют из себя отчёты, которые направляются непосредственно в ГИС. Графики для коррекции правильности процесса анализа спектров.

Конвертация формата CNF происходит по средствам связи с программным комплексом Genie2k. Для реализации копирования был задействован интерпретируемый язык программирования REXX (REstructured eXtended eXecutor), среда командной обработки которого представлена на рисунке (Рисунок 13). Он служит своеобразным фильтром,

передающим основные команды, которые могут напрямую обрабатываться MS-DOS, непосредственно в командный процессор операционной системы.



Рисунок 13 Среда командной обработки REXX

3.3.8 Структурный анализ и проектирование потоков данных

Под входной информацией понимается вся информация, необходимая для решения задачи и расположенная на различных носителях: первичных документах, машинных носителях, в памяти персонального компьютера.

От рациональной организации входной информации отдела, способов сбора, регистрации, передачи, хранения и обработки информации, её состава и своевременного получения зависят оперативность и эффективность управления производственными процессами.

Потоки данных являются неотъемлемой частью информационного пространства процесса пешеходной гамма-спектрометрической съемки. Информационное пространство, в свою очередь, является частью всей информационной системы института. Под информационной системой понимается взаимосвязанная совокупность средств и методов, используемых для хранения, обработки и выдачи информации. Потоки данных являются основой информационной системы.

Контекстная диаграмма потоков спектрометрических данных полевой спектрометрии показана на рисунке (Рисунок 14).

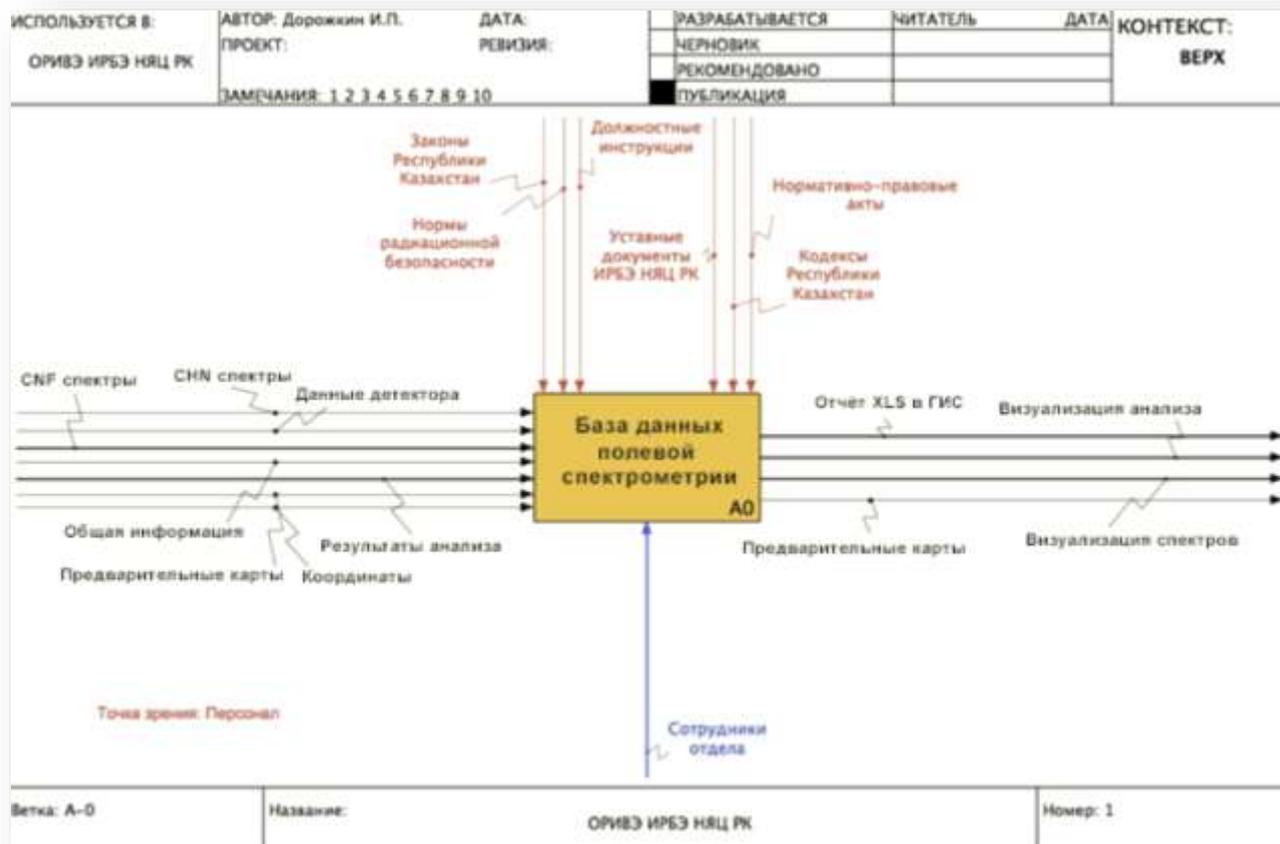


Рисунок 14 Контекстная диаграмма потоков данных полевой спектрометрии.

3.4 Концептуальное проектирование

ER-модель (от англ. entity-relationship model, модель «сущность — связь») — модель данных, позволяющая описывать концептуальные схемы предметной области. ER-модель представляет собой формальную конструкцию, которая сама по себе не предписывает никаких графических средств её визуализации. В качестве стандартной графической нотации, с помощью которой можно визуализировать ER-модель, была предложена диаграмма «сущность-связь» (англ. entity-relationship diagram, ERD, ER-диаграмма). Понятия «ER-модель» и «ER-диаграмма» часто не различают, хотя для визуализации ER-моделей могут быть использованы и другие графические нотации, либо визуализация может вообще не применяться (например, использоваться текстовое описание).

ER-модель базы спектрометрических данных полевой спектрометрии показана на рисунке (Рисунок 15).

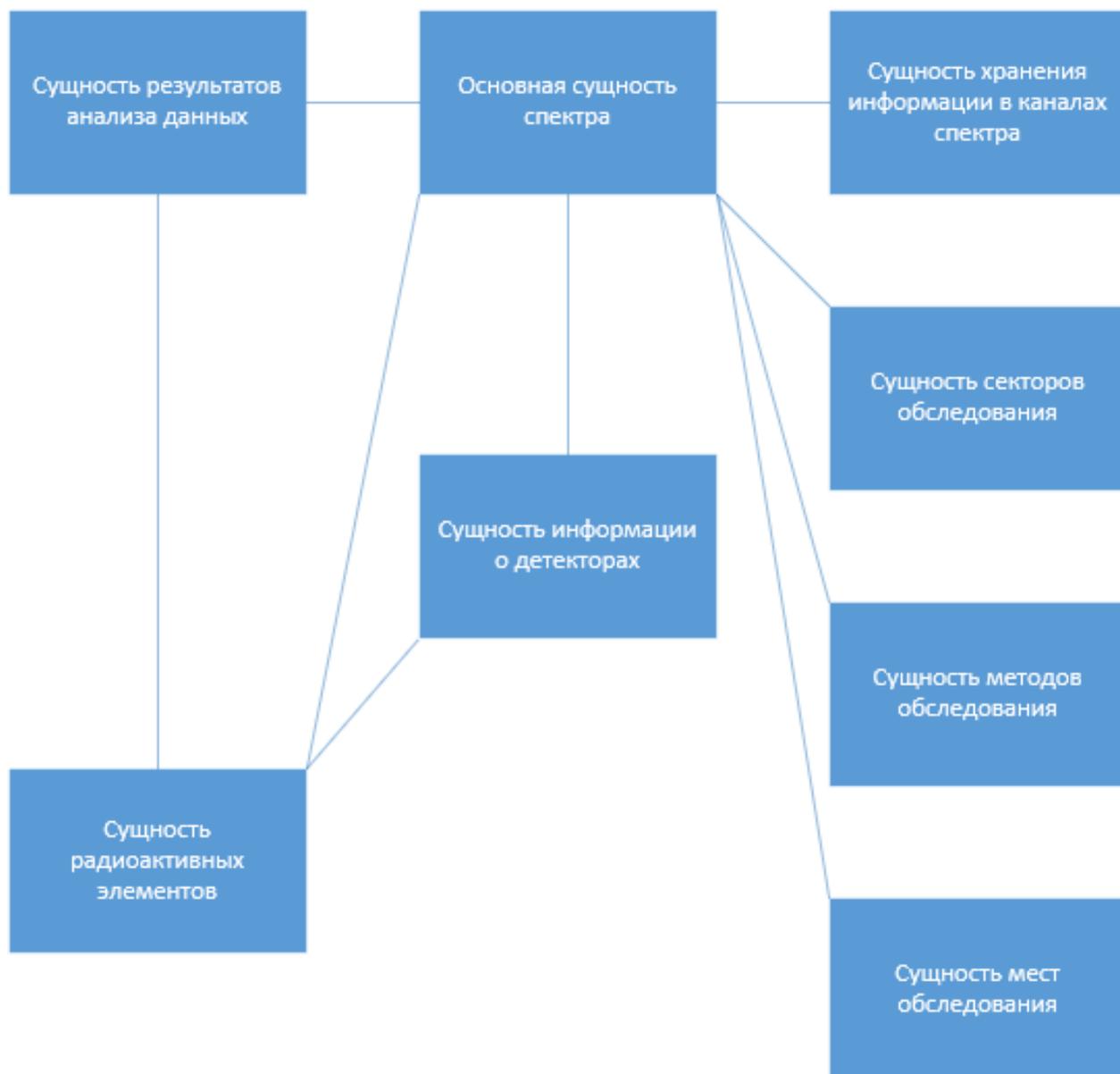


Рисунок 15 ER-модель базы данных полевой спектрометрии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время проведения исследовательской работы подробно изучен объект и предмет исследования. Рассмотрены все рабочие процессы полевой спектрометрии. Изучена методология проектирования и создания информационных систем и баз данных.

Разработано и согласовано техническое задание на создание базы данных полевой спектрометрии.

Высчитан объем работ и на его основе составлен и согласован график реализации проекта и алгоритм проектирования информационной системы.

Удовлетворена технологическая осуществимость. Выявлена рабочая станция, на которой будет располагаться база данных и необходимое программное обеспечение. Установлен необходимый уровень владения компьютером пользователя информационной системы. Обозначено отсутствие каких-либо рисков во время внедрения системы.

Обозначена польза данной исследовательской работы, которая состоит в том, что система позволит централизовать хранение данных пешеходной гамма-спектрометрической съемки. Это повлечет за собой увеличение качества проведения рабочих процессов полевой спектрометрии, а именно: передачи, хранения, поиска и анализа данных.

В долгосрочной перспективе разработанная информационная система сократит время затрачиваемая сотрудниками на работу со спектрометрическими данными, что в итоге приведёт к экономии средств организации.

Обоснован выбор среды разработки информационной системы. Определены спецификации программного продукта. Требования к составу и параметрам технических средств, к информационной и программной совместимости также обозначены.

Подробно рассмотрено движение данных полевой спектрометрии, конвертации данных и их обработки. Проведён структурный анализ и проектирование потоков информации. Создана концептуальная модель базы данных.

На данный момент разработка базы данных полевой спектрометрии находится на этапе логического проектирования. Установлен тип базы данных: реляционный. Определяются атрибуты сущностей и их свойства. Указываются первичные ключи сущностей. Происходит процесс нормализации базы данных.

Ожидаемые результаты от исследовательской работы — это полностью функционирующая информационная система для учёта движения и хранения спектрометрической информации, которая позволит обеспечить повышение качества информационных процессов полевой спектрометрии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Бураков П.В., Петров В.Ю. Введение в системы баз данных / СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. — 128 с.
- 2 Осипов Д.Л. Базы данных и Delphi. Теория и практика / СПб.: БХВ-Петербург, 2011 — 752 с.
- 3 ORTEC®CONNECTIONS Programmer's Toolkit with Microsoft® ActiveX® Controls for Microsoft Windows® 98 SE, 2000 Pro, and XP® ProA11-B32 Software Version 6 / Printed in U.S.A. — 134 с.
- 4 Genie™ 2000 Spectroscopy Software Customization Tools / Copyright 2004, Canberra Industries — 552 с.
- 5 Официальный сайт национального ядерного центра Республики Казахстан. Режим доступа: <http://nnc.kz/>, свободный. Дата обращения 2020 год.