

## Анкета участника

Информация	Описание
ФИО студента	Чубченко Мария Николаевна
Направление/специальность	080801.65 «Прикладная информатика (в экономике)»
Вуз	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
Вуз-партнер	Да
Город	Нижний Новгород
Кафедра	Информационные системы в экономике
ФИО зав. кафедрой	Папкина М.Д.
Тема ВКР	РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА
Версия Deductor	5.2
Дата защиты	23.06.2010
Оценка	Отлично
Руководитель ВКР	Родионова Светлана Владимировна
Представлено	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Анкета участника</li> <li>▪ Аннотация</li> <li>▪ Пояснительная записка</li> <li>▪ Сканированные титульные листы</li> <li>▪ Рецензия</li> <li>▪ Отзыв научного руководителя</li> <li>▪ Сценарии Deductor (с данными)</li> <li>▪ Презентация Power Point</li> </ul>

## Аннотация

### РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА

В настоящее время проблема загрязнения рек, озер, водохранилищ, подземных вод, тесно связана с проблемой обеспеченности пресной водой, поэтому наблюдениям и контролю за уровнем загрязнения водных объектов уделяется особое внимание. Для осуществления этих функций проводится экологический мониторинг воды, который представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов и окружающей среды в целом. Он включает:

- регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохранных зон;
- сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;
- внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;
- оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

Информация о состоянии водных ресурсов широко используется в различных сферах деятельности. Она необходима для:

- своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние, разработки и реализации мер по предотвращению негативных последствий этих процессов;
- оценки эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;
- информационного обеспечения управления в области использования и охраны водных объектов, в том числе в целях государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов.

Актуальность работы обусловлена необходимостью осуществления экологического мониторинга водных ресурсов Министерством экологии.

Цель данного дипломного проекта заключается в разработке информационной системы автоматизации мониторинга состояния водных ресурсов региона.

Достижение поставленной цели сопряжено с решением следующих основных задач:

- разработка графика работ моделирования бизнес-процессов;
- изучение деятельности и организационной структуры Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области;
- проведение формализации предметной области, используя методологию IDEF;
- построение инфологической и даталогической моделей базы данных и ее программная реализация;
- разработка интерфейса информационной системы;
- создание интегрированного хранилища данных, а также организация обработки накопленной информации современными методами поддержки принятия решений;
- OLAP-анализ и прогнозирование в АП Deductor Studio;
- интеграция MS Access 2007 и АП Deductor Studio.

Объектом исследования в данной работе является деятельность Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области.

Предметом исследования является автоматизация выполнения функций отдела учета объектов негативного воздействия и экологического мониторинга, связанных с экологическим мониторингом водных ресурсов.

Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы, трех приложений.

В первой главе дипломного проекта излагаются теоретические аспекты автоматизации процесса проведения мониторинга водных ресурсов региона. В процессе выполнения работы был построен график работ в MS Project (Приложение А), была изучена деятельность отдела учета объектов негативного воздействия и экологического мониторинга, который в Министерстве экологии и природных ресурсов Нижегородской области занимается проведением мониторинга водных ресурсов. Анализ деятельности этого отдела позволил определить основные проблемы, требующие оптимизации процесса проведения мониторинга:

- 1** Данный процесс содержит огромный объем сопровождающей документации, что порождает проблемы:
  - поиска необходимой документации;
  - существует вероятность потери документов;
  - большие стоимостные затраты на покупку бумаги;
  - архивы документов сокращают дефицитную офисную площадь.
- 2** Наличие очень сложных процессов обработки и анализа данных, обусловленных необходимостью:
  - постоянно совершать анализ данных;
  - постоянной сверки данных с уровнем предельно допустимой концентрации и с показателями за предшествующий период.
- 3** Необходимость предоставления администрации региона точной, своевременной и актуальной информации в удобном для восприятия виде, т.е. в формате графиков, диаграмм, сводных таблиц и отчетов.

Для моделирования основных бизнес-процессов отдела учета объектов негативного воздействия и экологического мониторинга Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области с целью оптимизации деятельности этого отдела были решены следующие задачи:

- смоделирован процесс проведения мониторинга водных ресурсов в модели IDEF0;
- смоделирован процесс «Считывание и обработка данных» «As is», а также процесс «Анализ данных» «As to be» в модели IDEF3;
- смоделированы основные потоки информации организации при проведении мониторинга водных ресурсов в модели DFD.

В ходе моделирования бизнес-процессов организации были выявлены так называемые «узкие места» функций процесса. В данном случае к «узким местам» были отнесены функции обработки, анализа и хранения данных (эти функции в настоящее время реализуются с помощью персонального компьютера, программы MS Excel), а также составление отчетности на протяжении проведения мониторинга, поскольку реализация данных функций требует значительных материальных и временных затрат. Таким образом, был сделан вывод, что автоматизация этих функций позволит ускорить процесс проведения мониторинга, а также обеспечить высокое качество его проведения.

Оптимизация процесса проведения мониторинга наиболее эффективна с помощью создания информационной системы средствами СУБД MS Access и АП Deductor Studio. Выбор MS Access 2007 обоснован требованиями заказчика о замене существующего способа хранения и обработки данных установленным ПО (MS Office 2007) на пользовательских компьютерах в отделе. Главным критерием выбора аналитической платформы Deductor для разработки автоматизированной системы мониторинга среди других аналитических систем является наличие в АП Deductor самых современных методов извлечения, манипулирования,

визуализации данных, технологий интеллектуального анализа, таких, как кластеризация, дерево решений, нейронные сети.

Во второй главе на основе выполненного проектирования была реализована в MS Access база данных, а именно были созданы необходимые таблицы, запросы, формы и отчеты, был разработан интерфейс автоматизированной системы. Структура базы данных «Мониторинг» для показателей загрязнения водных ресурсов разработана в соответствии со стандартами проектирования. Были выделены основные сущности и атрибуты, определены первичные ключи, была создана инфологическая модель, даталогическая модель, представлена схема данных. Основное назначение БД – сбор данных. На этапе программной реализации базы данных были созданы многочисленные запросы и на их основе отчеты по требованию заказчика.

Создание интегрированного хранилища данных «Мониторинг» было реализовано на базе Deductor Warehouse. Структура ХД представлена на рис.1. При данной структуре ХД предполагается, что уникальность точки в пространстве определяется совокупностью измерений Номер записи + Дата + Код объекта + Код загрязнителя + Створ. Исходными данными для наполнения ХД служили 3 файла **Измерения.txt**, **Водные объекты.txt** и **Загрязнители.txt**.

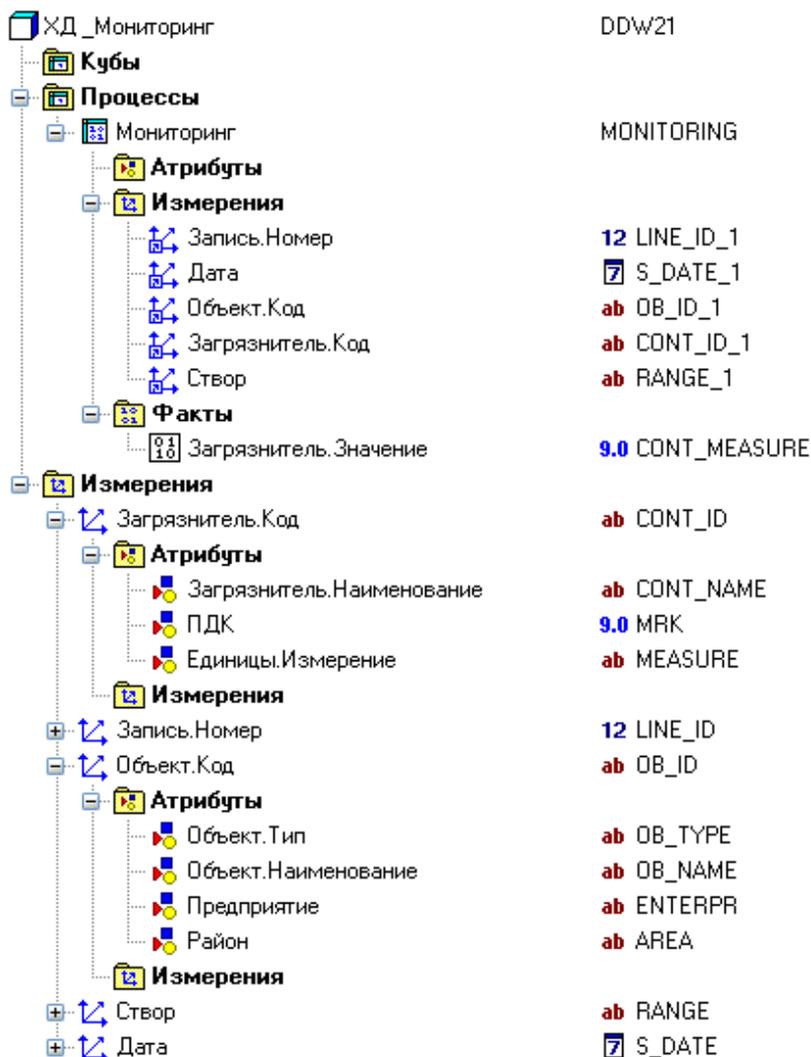


Рисунок 1 – Структура ХД «Мониторинг»

Целью обработки данных в Deductor является предоставление информации в удобном для восприятия и анализа виде. Используя возможности OLAP-анализа, в работе были получены многочисленные отчеты в виде OLAP-кубов и кросс-диаграмм, которые отражают динамику загрязнения водных объектов на протяжении всего периода загрязнения, отношение того или иного загрязнителя к уровню его предельно допустимой концентрации (ПДК), процентное соотношение качества вод региона и другие показатели.

Построение некоторых отчетов требовало написания сценария в Deductor. Так для составления отчета «Индекс загрязнения воды (ИЗВ)» для всех рассматриваемых водных объектов была произведена фильтрация по каждому водному объекту и шести загрязнителям, относящимся к конкретному водному объекту. С помощью внешнего левого соединения для каждого водного объекта была составлена таблица, содержащая информацию о загрязнителях, их значениях и ПДК. Далее с помощью калькулятора в таблицу было добавлено поле «Отношение», которое вычислялось путем деления столбца «Значение загрязнителя» на столбец «ПДК». После вычисления данного столбца была произведена группировка по измерениям «Наименование объекта» и «Дата анализа», а в качестве агрегации факта «Отношение» была выбрана сумма. Затем с помощью калькулятора в полученную таблицу было добавлено поле «ИЗВ», которое было вычислено по заданной формуле. Анализ полученной на основе этого отчета диаграммы позволил определить самый загрязненный объект из рассматриваемых – озеро Спасское.

Отчет «Отношение к ПДК», в котором все имеющиеся величины представлены в относительном виде был использован для проведения корреляционного анализа показателей. В ходе корреляционного анализа необходимо было выявить связи между загрязнителями или убедиться в их отсутствии на примере водного объекта «Озеро Нижневьксунское». С помощью обработчика «Корреляционный анализ» были получены матрицы корреляции, в которых выходными параметрами поочередно были каждый из загрязнителей исследуемого водного объекта. Наибольшая корреляционная зависимость была выявлена между показателями «нефтепродукты» и «ХПК», что объясняется повышенным химическим потреблением кислорода при наличии в воде повышенного содержания нефтепродуктов, в несколько раз превышающих ПДК.

Для отнесения водных объектов на основе рассчитанного выше показателя ИЗВ к определенному классу вод была построена модель Дерево решений, с помощью которой были получены правила отнесения того или иного водного объекта к конкретному классу вод.

Используя имеющуюся в хранилище данных информацию о мониторинге водных объектов Нижегородской области за 3 года: с 2008 по 2010 год, была построена модель прогноза динамики загрязнения выбранного водного объекта тем или иным загрязнителем на основе метода выделения компонент временного ряда. С помощью инструментов Deductor Studio «Настройка набора данных» и «Фильтр» были выбраны необходимые данные для построения прогноза, а именно был выбран водный объект «озеро Нижневьксунское» и загрязнитель «ХПК». Для проверки результатов прогноза в модель не было включено последнее из имеющихся значений загрязнителя. Точность модели оценивалась по ошибке MAPE, которая составила 1,6%, что говорит о хорошем качестве построенной модели. После построения прогноза значение загрязнителя за 01.12.2010 год было сравнено с имеющимся реальным значением на ту же дату. Расхождение прогнозируемого значения с фактическим составило 0,9, что составляет 3,9 % и говорит о довольно точном результате построенной модели прогноза.

В работе также были построены несколько нейросетевых моделей прогноза.

Таблица 1 – Конфигурации нейронной сети

Параметры	Значение
Количество нейронов во входном слое	1; 2; 3
Количество скрытых слоев	2
Количество нейронов в скрытых слоях	2
Выходной слой	1
Тип активационной функции	Сигмоида

После построения прогноза значение загрязнителя за 01.12.2010 год было сравнено с имеющимся реальным значением на ту же дату. Расхождение прогнозируемого значения с фактическим составило 0,234 (для первого случая), что составляет 1,02 %; 0,702 (для второго случая), что составляет 3,05 % и 0,28 (для третьего случая), что составляет 1,21%.

Также в качестве критерия оценки точности построенных нейронных сетей были использованы диаграмма рассеяния и среднеквадратическая ошибки прогноза. Для нейросетевой модели с тремя нейронами во входном слое получились наиболее близкая к эталонному значению диаграмма рассеяния и наименьшая среднеквадратическая ошибка (12%).

Для обеспечения автоматического доступа к инструментарию аналитической платформы Deductor Studio из СУБД MS Access 2007 был разработан специальный механизм интеграции, позволяющий аналитику непрерывно работать с информационной системой. Интеграция приложений выполнена в данной работе средствами Access (Рис.2.). Главная форма организует запуск приложений путем использования встроенных макросов. Аналитическая платформа Deductor, в свою очередь, имеет возможность выполнения автоматизированных сценариев и готовых отчетов путем применения пакетной обработки. Данный механизм позволяет обеспечить автоматический запуск платформы с открытием панели отчетов необходимого сценария.

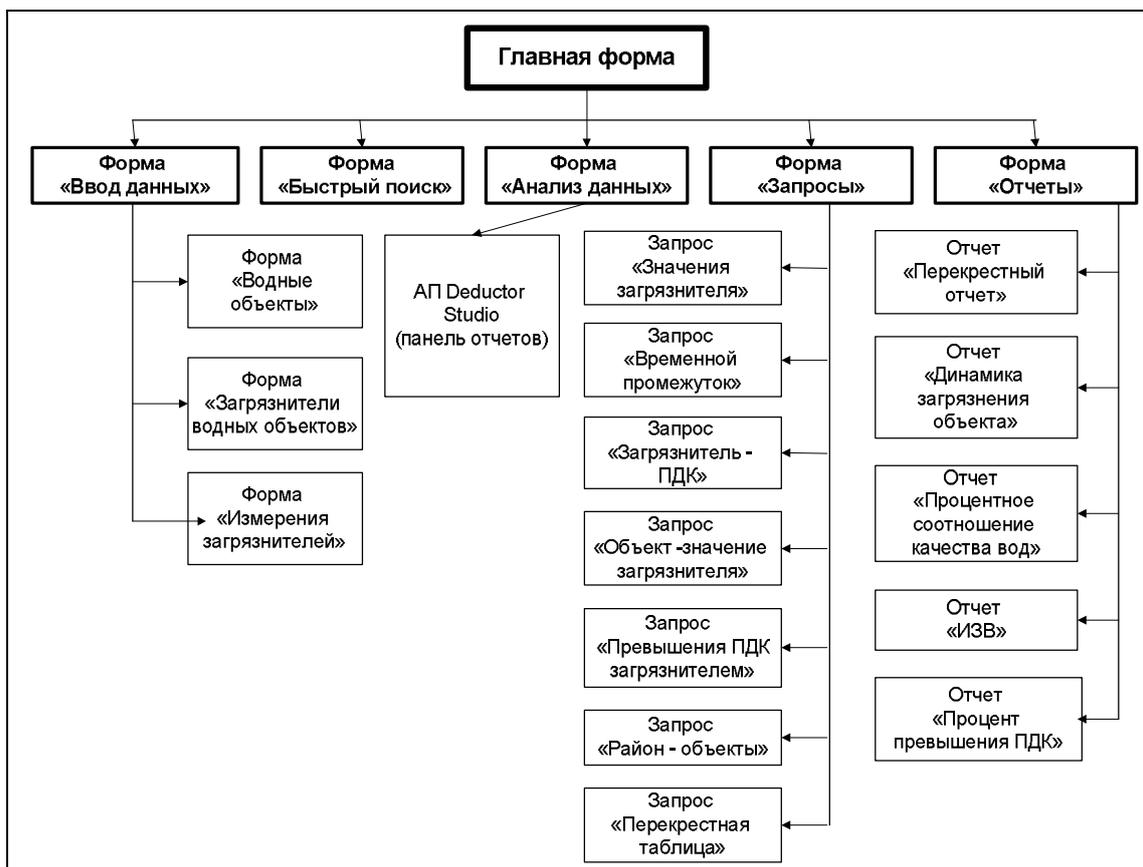


Рисунок 2 – Интеграция приложений в MS Access

После обеспечения интеграции был проведен расчет возможной экономической эффективности внедрения АИС в работу Министерства экологии и природных ресурсов. Для оценки эффективности разработанной автоматизированной информационной системы были составлены функциональные модели процесса проведения мониторинга водных ресурсов в системе ARIS. Были составлены диаграммы процессов проведения мониторинга водных ресурсов до и после оптимизации и проведена симуляция работы процессов. В результате сравнения полученной статистики было установлено, что использование разработанной АИС позволяет снизить временные затраты на проведение данного процесса более, чем в 5 раз за счет уменьшения времени, затрачиваемого на обработку, анализ данных и составление отчетности. Это позволяет освободить время для решения сотрудниками отдела учета объектов негативного воздействия и экологического мониторинга других важных задач.

Таким образом, на основании проделанной работы, можно сделать вывод о том, что разработанная АИС для проведения мониторинга водных ресурсов региона позволит эффективнее организовать работу сотрудников отдела учета объектов негативного воздействия и экологического мониторинга Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области, усилит взаимодействие между участниками проекта и впоследствии повысит эффективность проведения мониторинга водных ресурсов в Нижегородской области.

Для разработанной АИС было написано ТЗ (Приложение Б) и руководство пользователя системы. (Приложение В).

Все действия, связанные с разработкой АИС, были выполнены на локальном ПК, на котором были установлены пакет MS Office 2007, в том числе и MS Access 2007, и АП Deductor Studio Academic версия 5.2.. В настоящее время осуществляется работа по внедрению разработанной АИС в деятельность Отдела учета объектов негативного воздействия и экологического мониторинга Министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области.