

005002936

На правах рукописи

А.Власова

ВЛАСОВА АНТОНИНА ГЕОРГИЕВНА

Разработка специализированной базы данных при геоинформационном
моделировании природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся
территорий

Специальность 25.00.35

«Геоинформатика»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

- 1 ДЕК 2011

Москва 2011

Работа выполнена в Московском Государственном Университете Геодезии и
Картографии (МИИГАиК) на кафедре Вычислительной техники и
автоматизированной обработки аэрокосмической информации.

Научный руководитель: кандидат технических наук
Чабан Людмила Николаевна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Троицкий Владимир Иванович
кандидат технических наук
Никишин Александр Николаевич


Ведущая организация: Институт Фундаментальных Проблем
Биологии РАН

Защита состоится « 22 » декабря 2011 г. в 14.00 часов на заседании
диссертационного совета Д.212.143.03 при Московском государственном
университете геодезии и картографии по адресу: 105064, Москва К-64,
Гороховский пер., д. 4, МИИГАиК, зал заседания Ученого Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
Государственного Университета Геодезии и Картографии.

Автореферат разослан « 21 » ноября 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

 Климков Ю.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации

Современные масштабы изъятия человеком продукции природных экосистем, а также их частичное или полное уничтожение под давлением индустриализации, ведут к деградации природной среды крупных промышленных регионов. Для разработки эффективных методов и технологий защиты почвенных, растительных и водных ресурсов от невосполнимых потерь необходим совместный анализ большого количества разнообразных показателей экологического состояния территории. В связи с этим возникает необходимость введения обобщенного показателя состояния природной среды региона – природно-ресурсного потенциала (ПРП). Моделирование и картографическое отображение такого показателя средствами ГИС даст наглядную картину экологического состояния территории, а также его изменения при определенных сценариях землепользования и промышленного развития региона.

Распространенные в настоящее время программно-инструментальных оболочки ГИС, как правило, включают функции, осуществляющие пространственные операции наложения с объектами карты. Однако они далеко не всегда позволяют выполнить необходимые для расчета ПРП аналитические операции над данными, характеризующими состояние экосистем. Кроме того, организация семантических данных имеет свои особенности в каждой ГИС-оболочке, что требует в каждом случае разработки специального программного обеспечения.

Таким образом, становится очевидна актуальность разработки специализированной расчетной базы данных с возможностью ее подключения к любой из наиболее распространенных программно-инструментальных оболочек ГИС. Взаимосвязь расчетной базы данных с ГИС предоставляет дополнительные возможности визуального анализа и исследования пространственных взаимосвязей между типами экосистем и характеристиками их экологического состояния.

Цели и задачи

Целью диссертационной работы является разработка специализированной базы данных при геоинформационном моделировании природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ существующих определений и способов расчета комплексных показателей состояния природной среды.
2. Определены требования к численному показателю природно-ресурсного потенциала при его отображении как непрерывной функции географических координат.
3. Разработана концептуальная, даталогическая и физическая модели данных при геоинформационном моделировании природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий.
4. Разработана методика геоинформационного моделирования природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий на основе разработанной модели данных.
5. Проведена апробация методики совместного использования БД и ГИС для расчета природно-ресурсного потенциала интенсивно-развивающихся территорий.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана универсальная модель данных для расчета природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий, позволяющая выполнять его расчет для всех типов природных и полуприродных экосистем.
2. Разработана методика совместного использования БД и ГИС для расчета природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий.
3. Разработана и практически апробирована физическая модель БД на базе СУБД MS Access во взаимодействии с различными программно-инструментальными оболочками ГИС.

4. Показаны преимущества мелкомасштабного моделирования природно-ресурсного потенциала перед крупномасштабным моделированием.

Основные результаты, выносимые на защиту

1. Разработаны концептуальная и даталогическая модели специализированной БД при геоинформационном моделировании природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий.

2. Разработаны методика и программное обеспечение расчета численного показателя природно-ресурсного потенциала экосистем на интенсивно развивающихся территориях при его картографическом отображении как непрерывной функции географических координат.

3. Получены карты природно-ресурсного потенциала для территории Московской области, подтверждающие выбранную методику расчета природно-ресурсного потенциала при геоинформационном моделировании.

Апробация работы

Апробация производилась в рамках темы «Разработка научно-методических и технических основ управления ресурсным потенциалом экологического региона центральной России на примере Окского бассейна» федеральной целевой программы «Исследования и разработка по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы».

Основные результаты работы по теме диссертации докладывались и обсуждались на 64-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК, посвященной 230-й годовщине со дня его основания (7-8 апреля, 2009) и на 66-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (5-6 апреля, 2011).

Публикации

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, представлены в 3 научных публикациях, в том числе одна статья в журнале, вошедшем в перечень ВАК РФ.

Объем и структура

Диссертационная работа объемом 184 страницы состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 41 рисунок, 2 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и задачи, выявлена научная новизна, сформулирована практическая ценность полученных результатов. Приведены данные об апробации, объеме и структуре работы.

В первой главе диссертационной работы проведен обзор существующих определений и способов расчета природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий. Показана объективная необходимость разработки методов интегральной численной оценки природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий. Однако единого подхода к определению такого показателя пока не выработано. При этом в диссертационной работе определены основные требования к интегральному показателю для его отображения в геоинформационной системе:

1. Показатель должен описываться непрерывной пространственно-временной функцией $F(x, y, t)$ в любой заданный момент времени t для любой точки с координатами x, y на карте. Таким образом, в процессе компьютерного моделирования показатель должен быть определен для любой минимальной ячейки картографической сетки площади S_0 , определяемой масштабом моделирования.

2. Показатель должен обеспечивать адекватную оценку и прогноз для любой из экосистем региона, на котором выполняется моделирование, с учетом

всех факторов воздействия на отдельные части этих экосистем. Поскольку для различных типов биоценозов единицы измерения обобщенного показателя могут быть различны, то функция $F(x,y,t)$ в общем случае должна быть безразмерной величиной, нормированной в соответствии с допустимыми интервалами значений обобщенных показателей состояния каждого из рассматриваемых биоценозов.

3. Если в пределы минимальной ячейки попадает несколько типов экосистем или их частей, подвергающихся воздействию факторов различной интенсивности, то метод расчета функции $F(x,y,t)$ должен быть пропорционален.

4. Показатель должен обеспечивать адекватный переход от более крупного масштаба к более мелкому при генерализации карты.

На основе анализа требований к картографированию ПРП интенсивно развивающихся территорий выбран способ расчета комплексного (интегрального) показателя состояния природных ресурсов, учитывающий количественные и качественные частные показатели. Учет совокупности этих показателей крайне важен именно для интенсивно развивающихся территорий, т.к. они включают в себя как природные экосистемы, так и антропогенные, постоянно подвергающиеся воздействию различных факторов. Количественные показатели характеризуют запас природных ресурсов территории, а качественные – их экологическую безопасность при соответствующих видах природопользования.

Поскольку частные показатели ПРП оцениваются в несопоставимых единицах измерения, все компоненты и сам обобщенный показатель должны быть безразмерными величинами.

Так как значимость частных показателей различна для разных типов природных экосистем и типов землепользования, наиболее подходящей формой представления комплексного показателя состояния отдельной экосистемы является мультипликативная функция вида

$$F(x,y,t) = \varphi_0(C(x,y,t)) \cdot \varphi_1(t)^{P_1(C)} \dots \varphi_m(t)^{P_m(C)}. \quad (1)$$

Здесь $\varphi_0((C(x,y,t)))$ – количественный показатель, характеризующий природный потенциал экосистемы C в момент времени t . В роли количественного показателя выступает экомасса. Для природных экосистем значение φ_0 зависит от стадии сукцессионного цикла. Показатель нормируется относительно максимального значения природного потенциала A_{\max}^0 для каждой экосистемы;

$\varphi_1(t), \dots, \varphi_m(t)$ – нормированные частные показатели, характеризующие воздействие на экосистему группы антропогенных факторов и принимающие значения $0 < \varphi_i \leq 1$, $P_1(C), \dots, P_m(C)$ – коэффициенты значимости каждого из частных показателей для данного типа экосистемы. Если значимость i -го показателя $P_i=0$, то $\varphi_i(t)^{P_i}=1$.

Значение экомассы рассчитывается по формуле

$$ЭМ = ФМ + НМ + ММ, \quad (2)$$

где $ФМ$ – запасы фитомассы (надземной и подземной); $НМ$ – запасы некромассы; $ММ$ – масса годового прироста фитомассы (надземной и подземной).

Показатели антропогенной нагрузки нормируются следующим образом:

$$\varphi(t) = \frac{A_{\max} - A(t)}{A_{\max} - A_{\min}}. \quad (3)$$

Значения A_{\min} , A_{\max} выбираются с учетом сохранения таксономического статуса экосистемы. При $A(t) > A_{\max}$, экосистема должна быть отнесена к другой таксономической категории (например, выведена из категории земель сельскохозяйственного назначения). Величина A_{\min} не должна превосходить естественного фонового показателя и, в крайнем случае, может быть условно равна нулю. При нормировке показателей загрязнения в качестве значений A_{\min} и A_{\max} можно использовать безопасные (фоновые) и предельно допустимые концентрации (ПДК) основных типов загрязняющих веществ. Коэффициенты P_i можно выбрать пропорционально их классу опасности. При этом, как показали численные эксперименты, наиболее адекватные оценки интегрального показателя ПРП, позволяющие косвенно учесть устойчивость экосистемы к

воздействию выбранных факторов, получаются при использовании значений $0 \leq P_i \leq 1$.

Специфика картографического отображения комплексного показателя состояния природных ресурсов как непрерывной функции географических координат требует, чтобы показатель рассчитывался по единой методике для всех экосистем, соответствующих географическим объектам на карте в широком диапазоне масштабов. Наиболее удобной средой для осуществления методики интегральной оценки ПРП являются геоинформационные системы, реализующие совместный анализ разнообразной информации об окружающей среде. При картографическом отображении интегрального показателя ПРП интенсивно развивающихся территорий необходимо руководствоваться основными принципами и научно-методическими основами создания электронных карт ПРП.

Из-за многообразия прикладных данных, необходимых при геоинформационном моделировании ПРП, целесообразно использовать ГИС совместно с внешней специализированной БД. Такое разделение функций между двумя системами предоставляет аналитику данных ряд дополнительных возможностей и преимуществ, а именно:

- 1) возможность визуального анализа состояния территории по различным показателям;
- 2) осуществление интерактивных запросов к электронной карте – получение выборки объектов по значениям атрибутов и их комбинациям;
- 3) возможность исследования отдельных компонент экосистем, представленных различными слоями карты (почва, растительность и т.д.);
- 4) комбинирование объектов путем наложения (оверлея) слоев, получение их атрибутов на основе отношений атрибутов исходных объектов;
- 5) выполнение генерализации слоев карты для расчета и отображения ПРП при разном территориальном охвате.

Во второй главе диссертационной работы рассмотрен опыт проектирования и разработки баз данных в задачах мониторинга и

инвентаризации природных ресурсов. При мониторинге окружающей среды происходит накопление, систематизация и анализ соответствующей информации. Осуществляя проектирование БД для задач инвентаризации и мониторинга природных ресурсов, необходимо помнить, что результаты мониторинга в значительной степени зависят от объема и качества исходной информации. В связи с этим исходная информация должна включать в себя как можно более подробные данные о пространственно-временной изменчивости различных показателей, включая данные об источниках и факторах воздействия на экосистемы. Помимо этого, необходимо опираться на нормативно-правовую базу в экологии, учитывать финансовые возможности данного региона, его общую физико-географическую обстановку и другие сведения.

Для данного исследования наибольший интерес представляют локальные системы мониторинга. Был проведен детальный обзор существующих баз данных, разработанных для решения задач инвентаризации и мониторинга природных ресурсов. При достаточно активной работе научных исследователей над оценкой экологического состояния природной среды, разработанные системы узконаправленны и не универсальны. Часто они представляют собой всего лишь грамотно созданный интерфейс, который позволяет пользователям достаточно удобно извлекать информацию по запросам из БД, а также получать конкретную карту, уже заложенную в геоинформационную систему разработчиками. Такие системы лучше всего характеризуются определением «архив данных», включающий помимо текстовой, также и картографическую информацию. Нельзя не отметить, что в некоторых разработках присутствует элемент расчета оценки экологической обстановки региона. Но эти разработки создавались под решение конкретной проблемы для определенной территории, а значит использование системы для решения аналогичных вопросов другого региона невозможно без значительной доработки, а зачастую и существенного изменения структуры БД. Также сам механизм расчета некоего общего показателя экологической ситуации применим исключительно для исследуемого региона и учитывает факторы, существующие «здесь и сейчас».

Или же оценка дается по нескольким показателям, что не дает полной однозначной информации пользователю, особенно если он не обладает специфическими знаниями в экологии. В связи с этим предложена следующая разработка специализированной базы данных для определения природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий.

Разработанная база обладает следующими уникальными свойствами:

1. Универсальная структура, позволяющая использовать БД для любого количества данных на любую территорию;
2. Точность расчета природно-ресурсного потенциала зависит от полноты собранных на исследуемую территорию данных. При этом адекватность расчета обеспечивается самым минимальным набором данных;
3. Механизм расчета интегрального (обобщенного) показателя состояния территорий позволяет любому пользователю базой данных однозначно оценить экологическую ситуацию в регионе;
4. Механизм расчета универсален и применим для любых территорий;
5. Возможность генерализации полученных результатов, что означает способность системы работать как на локальном, так и на глобальном уровнях.

Для обеспечения универсальности применения БД разработана ее концептуальная модель, в которой прописаны все сущности, связи между ними и возможные атрибуты (рис.1).

Ключевой сущностью специализированной БД является **Экосистема**, агрегирующая в себе сущности **Административно-хозяйственное деление территории**, **Почва** и **Растительность**. На **Экосистему** оказывают свое влияние **Факторы воздействия**, а результатом этого влияния выступают **Показатели состояния**. Интенсивность, следовательно, и значимость факторов воздействия различна для разных типов экосистем. В то же время итоговый показатель состояния, полученный в результате воздействия комплекса факторов, будет уникальным для каждого конкретного типа экосистемы.

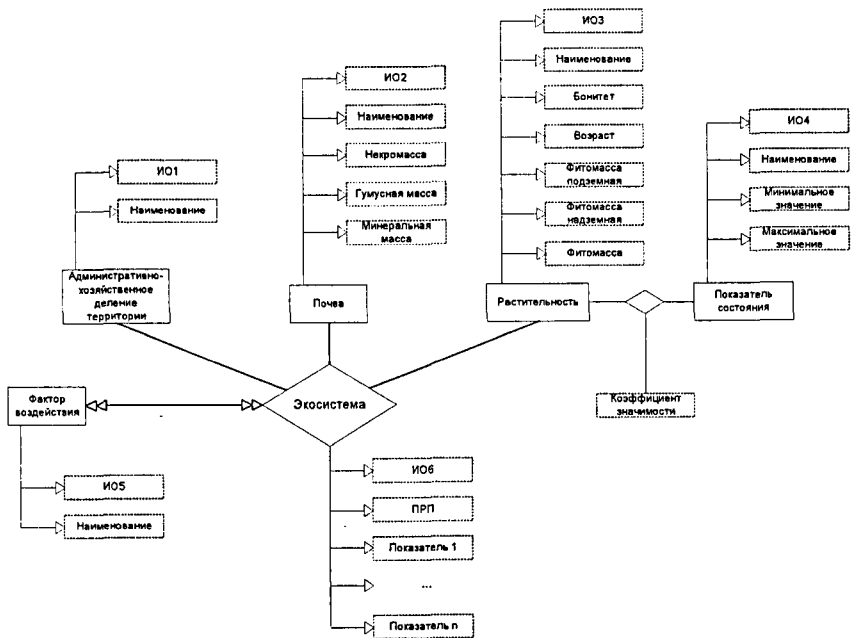


Рисунок 1. Концептуальная модель БД

Класс Административно-хозяйственное деление территории необходим для выявления границ биогеоценозов с учетом хозяйственного использования территории. Данные для этого класса берутся из топографической карты местности, обновленной с учетом последних аэрокосмических снимков, выполненных на исследуемую территорию.

Сущность **Почва** является одной из составляющих компонент сущности **Экосистема**. Основными атрибутами сущности **Почва** являются те характеристики, которые обеспечивают расчет количественного показателя состояния – экомассы.

В отличие от сущности **Почва**, сущность **Растительность** характеризуется большей пространственно-временной динамикой, в качестве атрибутов хранит данные, необходимые для расчета экомассы.

Сущность **Фактор воздействия** несет в себе информативную составляющую о возможных факторах негативного воздействия на природную среду.

Кроме идентификатора и наименования, атрибуты сущности **Показатель состояния** включают предельные (минимальное и максимальное) значения. Предельные значения показателей вводятся для их приведения к безразмерным величинам. Такая нормировка необходима, поскольку в силу различной физической природы показатели могут измеряться в несопоставимых единицах.

Степень воздействия каждого показателя на определенную экосистему различна. В первую очередь, это отличие проявляется для разных типов экосистем (природных и полуприродных). Так как информация о типе природопользования отражена в сущности **Растительность**, то имеет смысл связать данный класс с классом **Показателей состояния** при помощи отношения агрегации. Тогда данная связь даст атрибут **Коэффициент значимости**.

При проектировании базы данных для расчета ПРП освоенных территорий помимо ее наполнения данными и обеспечения возможности выполнения различных запросов к ним, необходимо предусмотреть связь базы с геоинформационной системой, осуществляющей визуализацию данных и вычислений. Данную связь обеспечивает сущность **Экосистема** посредством своих атрибутов.

Следующим этапом проектирования БД после разработки концептуальной модели является даталогическое проектирование. На этом этапе происходит проектирование логической структуры, заключающееся в разбиении всей информации по таблицам с определением состава полей для каждой из этих таблиц. За таксономическую основу границ минимальных расчетных контуров для расчета ПРП принимается слой, содержащий контуры, полученные в результате пересечения почвенной и геоботанической карт.

Для этого концептуальная модель переводится в универсальный вид (рис.2) с учетом следующих обозначений: О – объект, ИО – идентификатор объекта, С – свойство (атрибут) объекта.

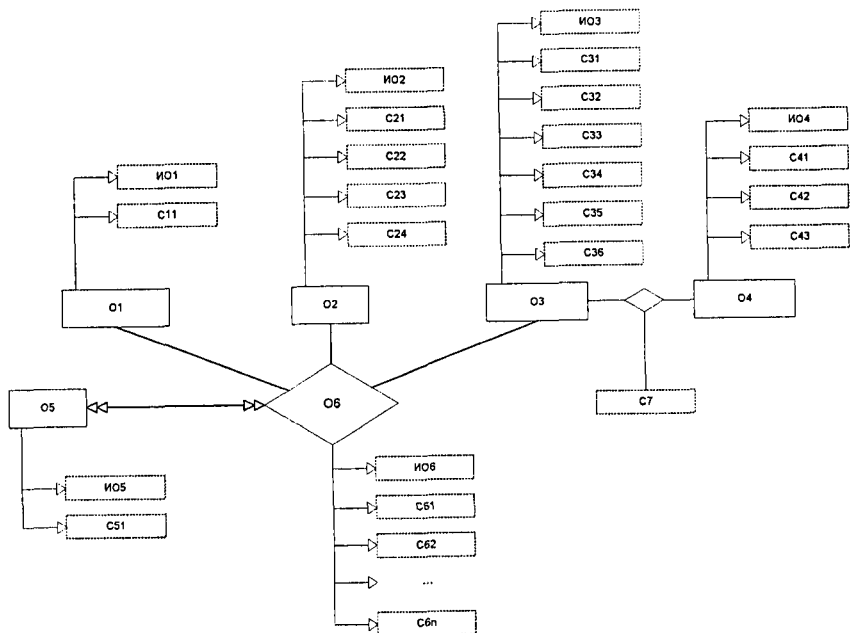


Рисунок 2. Универсальный вид концептуальной модели БД

В итоге получилась следующая совокупность таблиц:

- R1 (ИО1, С11) Административно-хозяйственное деление территории
- R2 (ИО2, С21, С22, С23, С24) Почва
- R3 (ИО3, С31, С32, С33, С34, С35, С36) Растительность
- R4 (ИО4, С41, С42, С43) Показатель состояния
- R5 (ИО3, ИО4, С7) Растительность – Показатель состояния
- R6 (ИО5, С51) Фактор воздействия
- R7 (ИО6, ИО1, ИО2, ИО3, С61, С62, ..., С6n) Экосистема
- R8 (ИО5, ИО6) Фактор воздействия – Экосистема.

Отметим, что все данные, хранящиеся в таблицах, двух типов: числовые и текстовые. Также все ячейки таблиц хранят одно значение.

Для исключения избыточности данных созданные таблицы необходимо подвергнуть процедуре нормализации и представить их в четвертой нормальной форме (4НФ), достижения которой достаточно для реальных баз

данных. В процессе нормализации было доказано, что все таблицы находятся в 4НФ и исключают логическую избыточность данных, что означает возможность перехода к заключительному этапу проектирования – разработке физической модели.

Данный этап основывается на выборе СУБД, в среде которой будет происходить физическая реализация БД. В диссертационной работе был проведен обзор наиболее распространенных СУБД, таких как Oracle, IBM DB2, Microsoft SQL Server, Informix и MS Access. На основе анализа имеющегося опыта создания ГИС в области оценки экологического состояния интенсивно развивающихся территорий в качестве программно-инструментальной среды для разработки физической модели БД была выбрана СУБД MS Access, обладающая рядом достоинств, а именно:

1. Простота обучения работы с СУБД даже для пользователей, не занимающихся написанием кода.
2. Отсутствие затрат на приобретение отдельного программно-инструментального пакета, т.к. он входит в стандартный набор Microsoft Office.
3. Высокая надежность приложения.
4. Возможность использования разработанной БД как локально, так и совместно несколькими пользователями.

В третьей главе диссертационной работы рассмотрен процесс геоинформационного моделирования ПРП на основе комплексного использования программно-инструментальных средств ГИС и внешней специализированной базы данных.

Информационной основой при моделировании ПРП средствами ГИС являются картографические материалы и данные экологических обследований территории, представленные различными типами документов, а также справочные материалы и нормативные документы в области экологии и природопользования.

Данные для моделирования ПРП интенсивно развивающихся территорий можно разделить на актуальные, или текущие, и справочные материалы. К

актуальным относится информация, непосредственно касающаяся исследуемой территории, т.е. полученная в результате снятия проб, наблюдений, космических снимков местности и т.п. Справочная информация действительна не только для исследуемого региона, но и для любого подобного со сходными характеристиками. Это информация по составляющим количественного показателя, или экомассы, и показателям состояния территории. Именно справочная информация хранится в БД. Актуальные данные на исследуемую территорию зачастую представлены различными типами данных, картографические материалы имеют различные масштабы. При работе с разноплановыми и разрозненными исходными данными возникают определенные трудности, а именно: необходимость актуализации устаревших сведений о территории, решение вопросов пространственной привязки и генерализации данных, неопределенность границ распространения загрязнений природной среды.

С целью решения этих задач в работе приведены методы пространственной генерализации таксономической основы при использовании исходных данных, представленных картографическими материалами различных масштабов.

Все картографические данные, приведенные к требуемому стандарту, в итоге представляют собой следующие слои в геоинформационной системе. Это почвенная карта, геоботаническая карта, карта административно-хозяйственного деления территорий, а также набор эколого-геохимических карт по различным типам показателей.

В главе рассмотрены основные этапы процесса моделирования природно-ресурсного потенциала с использованием внешней БД. Схема взаимодействия специализированной БД и ГИС представлена на рис.3.

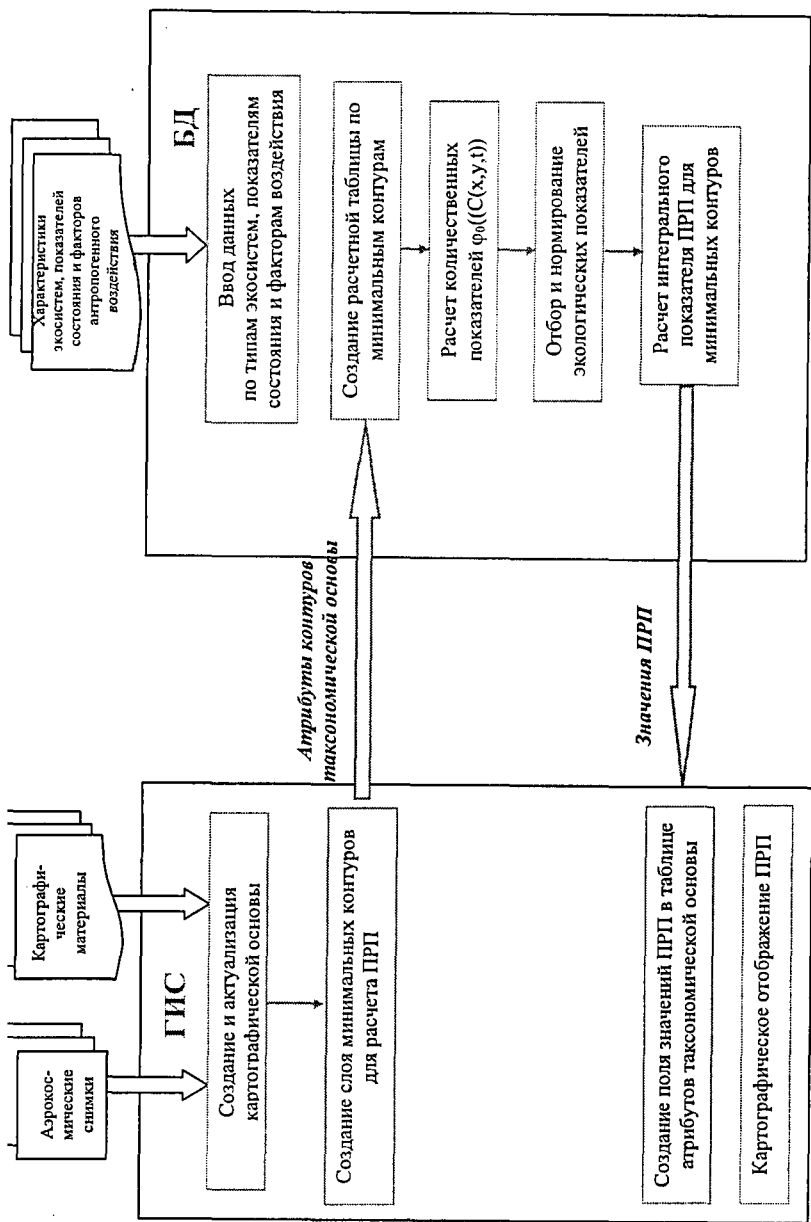


Рисунок 3. Схема взаимодействия специализированной БД и ГИС

1. В первую очередь, происходит оверлей (наложение) карт растительности и почвы. Итоговый слой («Почва+Растительность») представляет собой набор минимальных контуров, для которых далее будет происходить расчет ПРП.

2. Параллельно идет наложение всех карт загрязнений с целью получения единой эколого-геохимической карты.

3. Наложение слоя загрязнений на слой «Почва+Растительность».

4. Передача атрибутивных данных слоя, полученного на предыдущем этапе, в таблицу Экосистема специализированной БД.

5. Расчет экомассы по формуле (2).

6. Расчет комплексного качественного показателя в соответствии с выражением (2).

7. Расчет значения ПРП для каждого контура электронной карты.

8. Перенос рассчитанных в базе данных значений ПРП в таблицу атрибутов таксономической основы расчета ПРП.

9. Создание тематической карты, отражающей текущее состояние ПРП региона. На данном этапе вначале происходит наложение слоя Административно-хозяйственное деление территории на слой «Растительность+Почва», за счет чего происходит уточнение границ региона и в рамках этих границ происходит интерполяция полученных значений ПРП.

В заключительной части главы проведен обзор наиболее распространенных геoinформационных систем, в которых возможна реализация моделирования ПРП интенсивно развивающихся территорий. Рассмотрены программно-инструментальные пакеты ArcView, ArcGIS, MapInfo и Карта 2011 с позиций основных возможностей, которые должен предоставлять пользователю инструментальный пакет для реализации всех этапов технологии моделирования ПРП:

1. Конвертирование результатов тематической обработки аэрокосмической информации в форматы, воспринимаемые данным ГИС-пакетом.

2. Выполнение подготовительных операций по оцифровке отсканированных бумажных карт и крупномасштабной аэрокосмической информации.

3. Подключение к таблицам атрибутов слоев электронной карты программно-инструментальной оболочки, в которой разработана семантическая БД.

4. Выполнение в автоматическом режиме операций оверлейного пересечения слоев с соответствующей обработкой атрибутов пространственных объектов, участвующих в операции пересечения.

5. Наличие средств картографической генерализации пространственных данных по требуемым критериям или внутренних средств для программирования требуемых условий.

6. Наличие средств наглядного картографического отображения пространственно-временной динамики ПРП или внутренних средств для программирования таковой.

Был сделан вывод, что в большей степени отвечают поставленным требованиям программные пакеты ArcView и ArcGIS, в которых существует возможность реализации основного объема работ. При этом ArcGIS обладает явными преимуществами над программно-инструментальным пакетом ArcView, в котором отсутствует часть функционала, доступного в первом ПО. Но вследствие дороговизны и недоступности продукта ArcGIS многим бюджетным организациям, не использовался в данной работе.

На начальном этапе при обработке аэрокосмической информации и ее конвертировании целесообразно использовать MapInfo Professional как наглядный и удобный программный продукт.

Программно-инструментальная оболочка ГИС Карта 2011 в большей степени ориентирована на подготовку и наглядное отображение картографической информации, чем на выполнение операций над пространственными объектами с использованием их семантики. В связи с этим

ГИС Карта 2011 имеет смысл использовать преимущественно для отображения результатов моделирования.

Проведя подробный анализ геоинформационных систем ArcView, ArcGIS, Карта 2011 и MapInfo, можно сделать вывод, что ни один пакет полностью не удовлетворяет поставленным требованиям к программно-техническому обеспечению ГИС в задаче моделирования и картографического отображения ПРП интенсивно развивающихся территорий. При этом решению наибольшего числа вопросов отвечает функционал ГИС ArcView, что и привело к применению в данном исследовании именно этого программного пакета. Также часть задач будет решаться в MapInfo, как-то: первичная обработка исходных картографических данных. В случае решения создания трехмерной модели местности для большей визуальной наглядности результатов расчета будет использоваться Карта 2011, позволяющая построить такую модель.

В четвертой главе диссертационной работы проведена практическая апробация методики геоинформационного моделирования природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий на примере Подольского района Московской области, а также Московской области в целом. В первом случае было проведено крупномасштабное моделирование, а во втором – мелкомасштабное.

Были собраны все необходимые для расчета ПРП данные на исследуемую территорию, включающие карты различных масштабов, панхроматические снимки на территорию Московской области, данные многозональной съемки Landsat, банк данных на Окский бассейн по почве и растительности. Информация по растительности, почвам, показателям состояния территории была обработана надлежащим образом для занесения в ГИС и БД.

По снимкам была проведена контролируемая классификация в программном пакете ERDAS Imagine для уточнения устаревшей картографической информации на исследуемую территорию. Далее в программном пакете MapInfo была оцифрована вся необходимая для расчета

ПРП информация. Тематические карты были переведены в формат Shape, доступный для работы в среде ArcView. Далее для Подольского района Московской области и для Московской области в целом было осуществлен расчет ПРП интенсивно развивающихся территорий. Для этого потребовалось написание скриптов для импорта данных из ГИС в БД, для последующего экспорта результатов расчета в геоинформационную систему, а также запросов к атрибутам таблиц в БД и ГИС.

После переноса информации по природно-ресурсному потенциалу в ГИС была создана итоговая карта состояния природных ресурсов территории. Для нее была составлена легенда, позволяющая наглядно оценить ситуацию в регионе.

На рис.4 представлен результат крупномасштабного моделирования ПРП интенсивно развивающихся территорий на примере Подольского района Московской области.

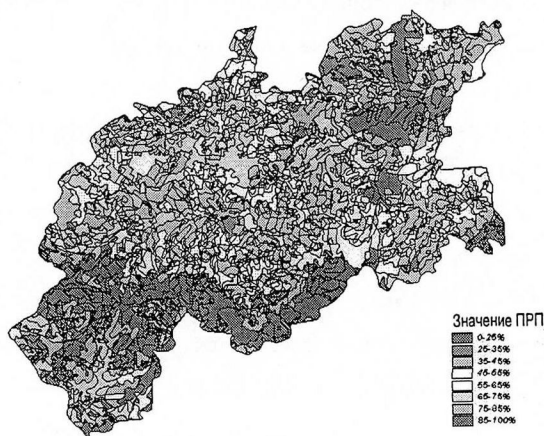


Рисунок 4. Природно-ресурсный потенциал Подольского района Московской области

На рис.5 показано мелкомасштабное моделирование ПРП территорий Московской области.

По полученным результатам были сделаны выводы об экологическом состоянии исследуемой территории, а также проведено сравнение крупномасштабного и мелкомасштабного моделирования.

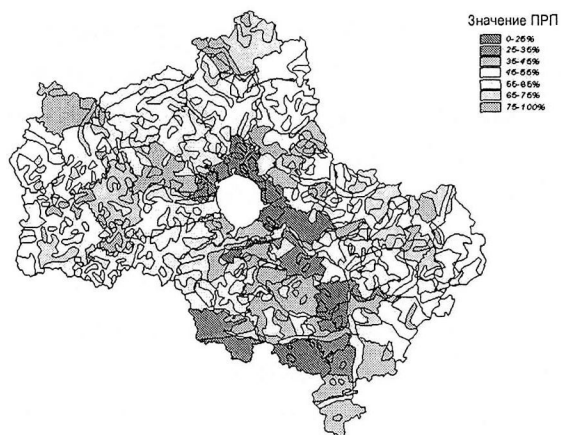


Рисунок 5. Природно-ресурсный потенциал Московской области

Экологическое состояние обоих регионов можно в целом считать удовлетворительным, даже несмотря на сильную антропогенную нагрузку, которую они испытывают. Наиболее сложная ситуация складывается вблизи крупных населенных пунктов, а также в зонах, где присутствуют крупные промышленные объекты. Сельскохозяйственные земли также испытывают серьезное антропогенное воздействие, проявляющееся в повышенном содержании пестицидов в почвах.

Анализ результатов численного моделирования ПРП показал, что мелкомасштабное моделирование имеет ряд преимуществ перед крупномасштабным:

1. Значительно меньшие сроки реализации поставленной задачи.
2. В БД хранятся меньшие объемы информации и скорость их обработки выше, чем при крупномасштабном моделировании, что позволяет задействовать меньшие мощности ЭВМ.

3. Т.к. показатели состояния природных ресурсов рассчитываются по обобщенным данным, то благодаря обобщению по большему объему данных на территорию полученный результат расчета ПРП дает более адекватную оценку комплексного состояния территории.

Крупномасштабное моделирование необходимо использовать для мониторинга территорий городов, крупных населенных пунктов, небольших территорий вблизи промышленных предприятий. Такое моделирование должно выполняться точно, в качестве уточняющего для мелкомасштабного моделирования сложных экологических регионов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Проведен детальный обзор существующих определений и способов расчета природно-ресурсного потенциала и сделан вывод о наиболее пригодном для геоинформационного моделирования определении ПРП, выработан способ его расчета.

2. Разработана методика совместного использования БД и ГИС при геоинформационном моделировании природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий.

3. Разработана универсальная БД, которая дает достоверный результат расчета ПРП, даже используя минимальный набор данных на территорию. Модель БД разработана таким образом, чтобы была возможность ее использования на любую территорию, на глобальном или локальном уровнях. Присутствует возможность генерализации данных.

4. Создана концептуальная модель данных. В соответствии с ней разработана даталогическая модель данных, подвергшаяся процессу нормализации. Осуществлена реализация физической модели БД в СУБД MS Access, для выбора которой был проведен подробный анализ существующих СУБД, сделан выбор в пользу СУБД MS Access, как наиболее отвечающей поставленным в процессе разработки БД требованиям.

5. Подробно рассмотрен процесс геоинформационного моделирования ПРП интенсивно развивающихся территорий. Проведен анализ наиболее популярных ГИС, таких как ArcView, AcrGIS, MapInfo, Карта 2011. Выполнено их сравнение по поставленным для геоинформационного моделирования требованиям. В результате наиболее отвечающим всем заявленным требованиям признан программный пакет ArcView.

6. Методика геоинформационного моделирования ПРП интенсивно развивающихся территорий апробирована на территории Подольского района Московской области и Московской области в целом. В первом случае сделано крупномасштабное моделирование, во втором – мелкомасштабное. Результаты работы проанализированы и сделан вывод в пользу мелкомасштабного геоинформационного моделирования. При этом мелкомасштабное моделирование имеет смысл использовать на небольших территориях для уточнения результатов расчета ПРП.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. А.Г. Власова, И.А. Мынцов «Концепция базы данных для геоинформационного моделирования природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий». // В сб. материалов докладов XIII международной научно-практической конференции «Методы дистанционного зондирования и ГИС-технологии для оценки состояния окружающей среды, инвентаризации земель и объектов недвижимости: GEOINFOCAD-2010». Австрия, 2010, с. 3-4.

2. Чабан Л.Н., Власова А.Г., Мынцов И.А. Концепция и структура базы данных для геоинформационного моделирования природно-ресурсного потенциала интенсивно развивающихся территорий. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2011, № 4, с. 98-103.

3. Мынцов И.А., Власова А.Г. Выбор частных показателей для расчета природно-ресурсного потенциала на основе анализа модулярности графовой модели. // Приложение к журналу Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2011, № 4.

Подписано в печать 18.11.2011. Гарнитура Таймс
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Объем 1,50 усл. печ. л.

Тираж 80 экз. Заказ №239 Цена договорная

Издательство МИИГАиК
105064, Москва, Гороховский пер., 4