

## ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА

### ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

*П.А. Красильников, А.В. Коноплев, В.В. Хронусов, М.Г. Барский*

*В статье рассматривается вопрос рационального природопользования и экономической оценки природного ресурсного потенциала. Объясняются актуальность и перспективы использования геоинформационных технологий. На основе ГИС-систем показан новый подход к комплексной оценке природного богатства территории. Создана геоинформационно-аналитическая система природных ресурсов территории. Предложена и апробирована геоинформационно-экономическая модель оценки природно-ресурсного потенциала.*

Пермский край обладает мощным природно-ресурсным потенциалом (ПРП), который является в настоящий момент основой экономики региона. На территории выявлено и разведано более 1000 месторождений почти по 50 видам полезных ископаемых, из них — около 850 месторождений твердых полезных ископаемых, более 200 месторождений нефти и газа, более 90 — подземных вод.

Наиболее развитой является добыча нефти и газа, калийно-магниевых солей, алмазов, золота, металлургического и цементного сырья, хромовых руд, стройматериалов и пресных подземных вод.

Однако, как подчеркнуто в работе «Богатство недр России» (ВСЕГЕИ, 2007), не все, что открыто и изучено геологами, есть богатство недр. Минеральное сырье становится богатством только в том случае, если его освоение и извлечение на-гора, во-первых, рентабельно, во-вторых, ликвидно.

Озабоченность проблемой рационального и комплексного освоения природных ресурсов Пермского края вызвала появление в областной (краевой) целевой программе «Развитие и использование мине-

рально-сырьевой базы Пермской области на 2003-2005 годы и на перспективу до 2010 г.» научно-исследовательской работы «Разработка концепции и технико-экономических соображений комплексного освоения природно-ресурсного потенциала промышленно-экономических районов Пермской области (Пермского края)». В результате открытого конкурса, проводимого Департаментом промышленности и природопользования Пермской области (ныне министерство природных ресурсов Пермского края), победителем был признан Естественнонаучный институт Пермского государственного университета (ЕНИ ПГУ, госконтракт № 3 от 15.02.2006 г., научный руководитель А.В. Коноплев, ответственный исполнитель П.А. Красильников).

Целью работы было создание научно обоснованной концепции комплексного и рационального освоения природно-ресурсного потенциала края с выдачей технико-экономических соображений по промышленно-экономическим районам.

В связи с тем, что приходилось работать с большим объемом разнородной пространственной информации, основным инструментом для решения поставленных задач были выбраны геоинформационные технологии. Природно-ресурсный потенциал территорий анализировался в тесной связи с развитием инфраструктуры и социально-экономических условий. Главной задачей авторов было создание постоянно действующей геоинформационно-аналитической системы, на основе которой можно дать реальную оценку ПРП территории и смоделировать различные сценарии освоения имеющегося природного богатства.

Весь цикл работ состоял из трех основных стадий:

1. Создание (актуализация) кадастров природных ресурсов.

2. Создание единой геоинформационно-аналитической системы.

3. Создание постоянно действующей модели геоинформационной модели ПРП (оценка и освоение).

### **Электронные кадастры сырьевых ресурсов**

Проблема регистрации в электронном виде и поддержка в актуальном состоянии минерально-сырьевой базы Пермского края с 1996 года решается в Пермском государственном геологосъемочном предприятии «Геокарта» (ФГУП «Геокарта-Пермь») в рамках создания ГИС-Атласа «Геолого-экономическая карта Пермской области» как комплексной отраслевой геоинформационной системы по геологическому строению, минерально-сырьевой и топливно-энергетической базе территории края. Состав и содержание этих материалов охватывают геологическое строение, геофизические и геохимические характеристики, минеральные ресурсы, объекты недропользования, геологическую изученность, гидрогеологию, геоэкологию, природоохранные объекты и геолого-экономическую характеристику по территории Пермского края.

Значительные работы по созданию электронных баз данных и ГИС-систем минерального и углеводородного сырья ведут ФГУП СНИБ «Эльбрус», ОАО «ПермНИПИнефть, КамНИИКИГС, ПГУ и др.

Информация по лесным ресурсам Пермского края наиболее полно отражена в региональной геоинформационной системе, разработанной ГИС-центром ПГУ в рамках краевой целевой программы «Развитие лесопромышленного комплекса Пермской области на 2004-2010 гг.». Актуальность ее создания связана с тем, что в соответствии с новым Лесным кодексом ряд полномочий в области лесных отношений с федерального уровня передано на уровень субъекта РФ. Это поставило хозяйствование лесными ресурсами РФ в принципиально новые условия. Прежде всего, это связано с изменением структуры

управления, пересмотром и инвентаризацией объектов и границ собственности.

В настоящее время описанные выше электронные кадастры используются органами государственной власти. В нашей работе впервые сведены вместе все кадастры и ГИС-системы ресурсной тематики в виде геоинформационно-аналитической системы, что позволило выявить ряд неточностей противоречий и ошибок.

### **Геоинформационно-аналитическая система природных ресурсов Пермского края**

Геоинформационно-аналитическая система (ГИАС) по природным ресурсам Пермского края предназначена решать задачи оптимизации комплексного освоения природно-ресурсного потенциала. Информационные ресурсы ГИАС объединены в четыре тематических блока (рис. 1): **Инфраструктурный** (блок административно-хозяйственной и инфраструктурной информации); **Минерально-сырьевой** (блок информации о геологическом строении и минерально-сырьевой базе); **Лесосырьевой** (блок информации о лесосырьевой базе); **Дополнительный** (блок дополнительной информации: экологические факторы, ликвидность ресурса, социально-экономические условия и пр.).

### **Геоинформационная модель природно-ресурсного потенциала Пермского края**

Для корректной организации процесса оперативной оценки и переоценки природно-ресурсного потенциала была создана геоинформационно-экономическая модель (рис. 2).

Процесс оперативной оценки и переоценки природно-ресурсного потенциала в формализованном виде представлен на рис. 3. Математически задача заключалась в геостатистическом многофакторном анализе пространственно распределенных природных ресурсов, выраженных в точечных, линейных и площадных объектах. Кроме этого, проводился расчет на различных масштабных уровнях, что потребовало интерактивного сервиса, внедренного непосредственно в ГИС-проект.



Рис. 1. Структура ГИАС

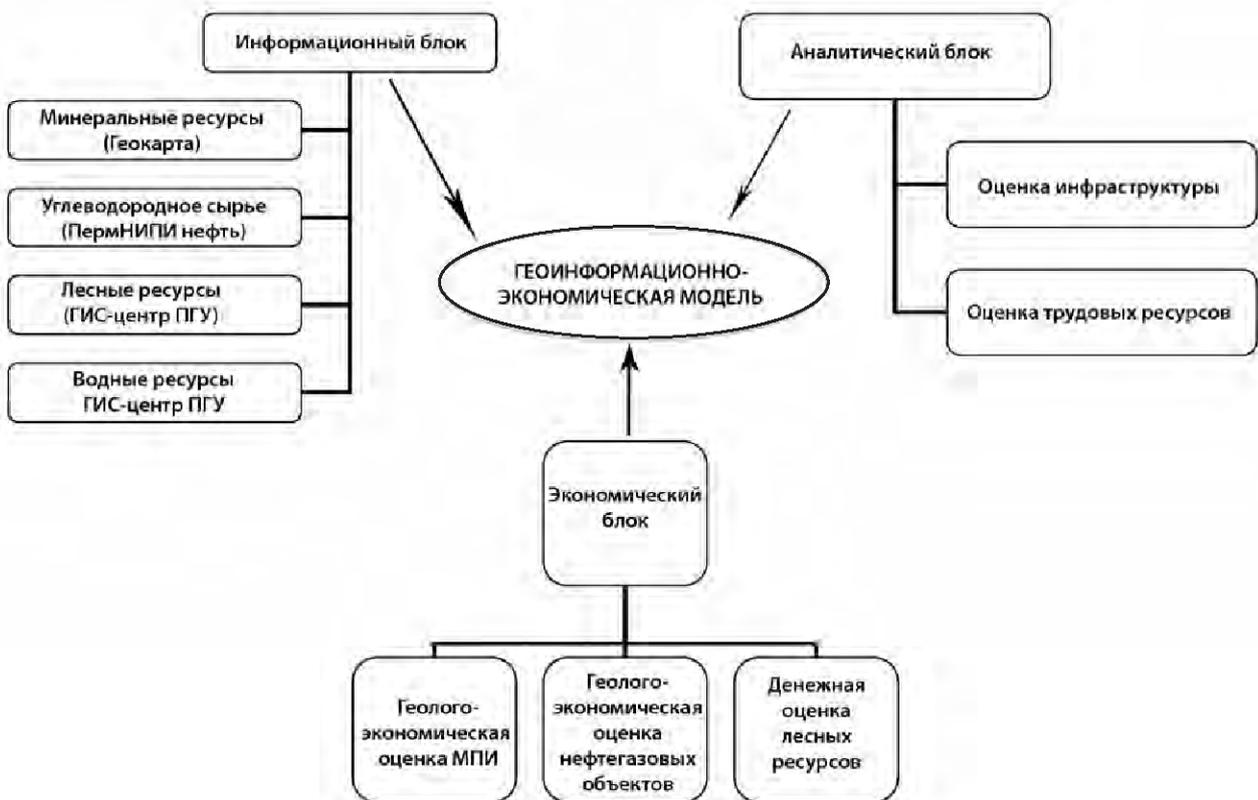


Рис. 2. Блок-схема геоинформационно-экономической модели

Таким сервисом явилась разработка ГИС-приложения под руководством В.В. Хронусова – Slide Analyst. В своем исполнении он отличается от классических средств ArcGIS тем, что в качестве первичной структурной единицы данных вы-

ступает не единичный пространственный объект, а база данных, между которыми требуется провести сопоставление.

База геоданных может содержать несколько шаблонов, различных по форме и по правилам преобразования исходных

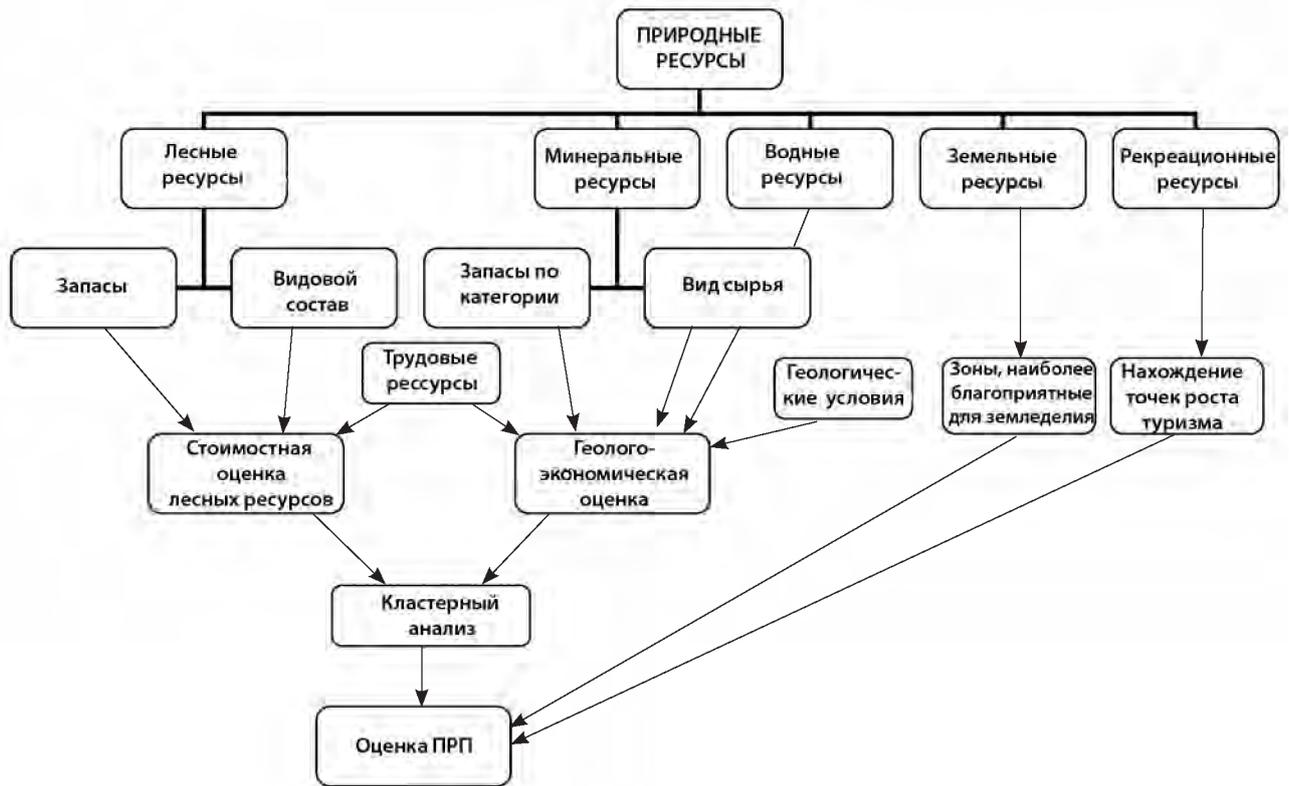


Рис. 3. Блок-схема модели оценки природно-ресурсного потенциала

пространственных объектов. За счет этого возможна дополнительная внутренняя нормализация расчетных данных и естественным образом обеспечивается их непротиворечивость. Наиболее интересным оказывается использование иерархии шаблонов. Возможность построения иерархии связана с масштабным фактором, типом шаблона и

выполняемыми операциями. В этот момент содержание исходных пространственных объектов уже неважно. Бизнес-правила на уровне базы данных позволят работать с иерархией любого порядка при условии взаимной корректности шаблонов. Классический пример многошаблонной иерархии – это административное деление (рис. 4).



Рис. 4. Технологическая схема последовательного анализа для разных уровней

<sup>1</sup> Выделены согласно программе социально-экономического развития Пермского края.

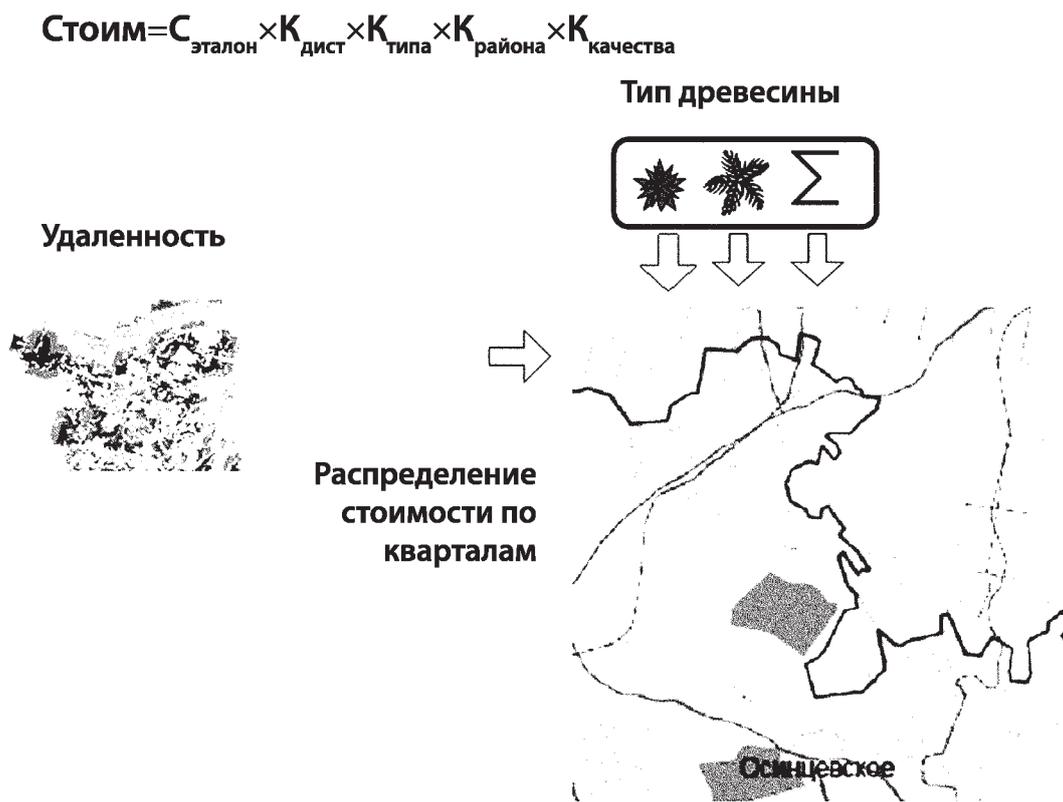


Рис. 5. Расчет стоимости лесных ресурсов в пределах кварталов

При анализе первичных данных наиболее трудоемкой оказалась подготовка данных о лесном фонде. Анализ нормативных документов позволил оптимизировать формулу расчета стоимости лесных ресурсов для каждого типа древесины с учетом районного фактора, качества и удаленности от транспортных магистралей (рис. 5). Применение формулы, сохранен-

ной в скриптовой форме, обеспечивает нас богатым аналитическим материалом по типам древесины и ее пространственному распределению.

Для полезных ископаемых формирование модели оказалось значительно более простым, поскольку мы в большинстве случаев имеем дело с мономинеральным сырьем (рис. 6). Дополнительным фактором

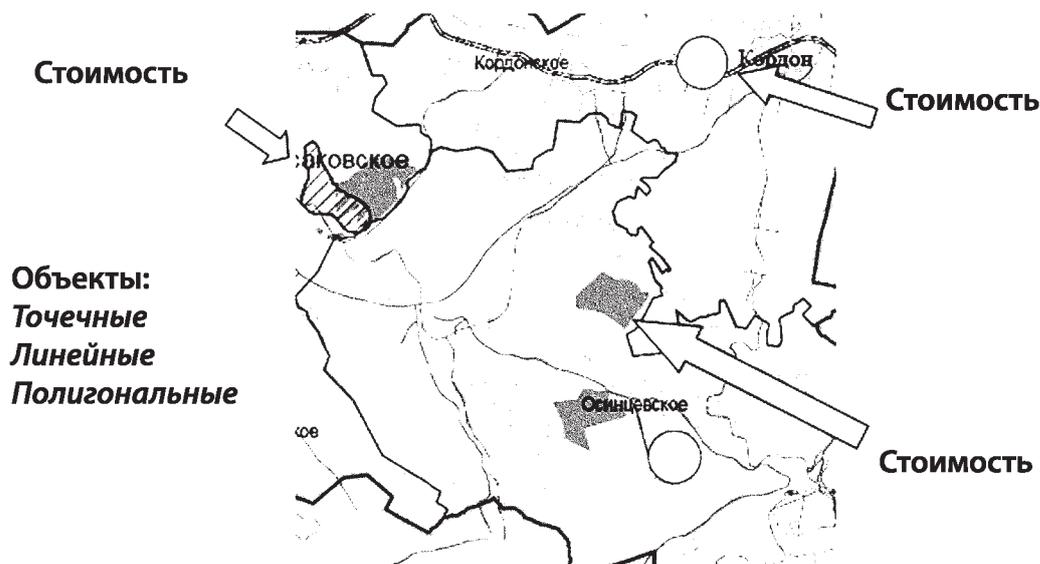


Рис. 6. Стоимость карта природных ресурсов, реализована для различных типов исходных данных

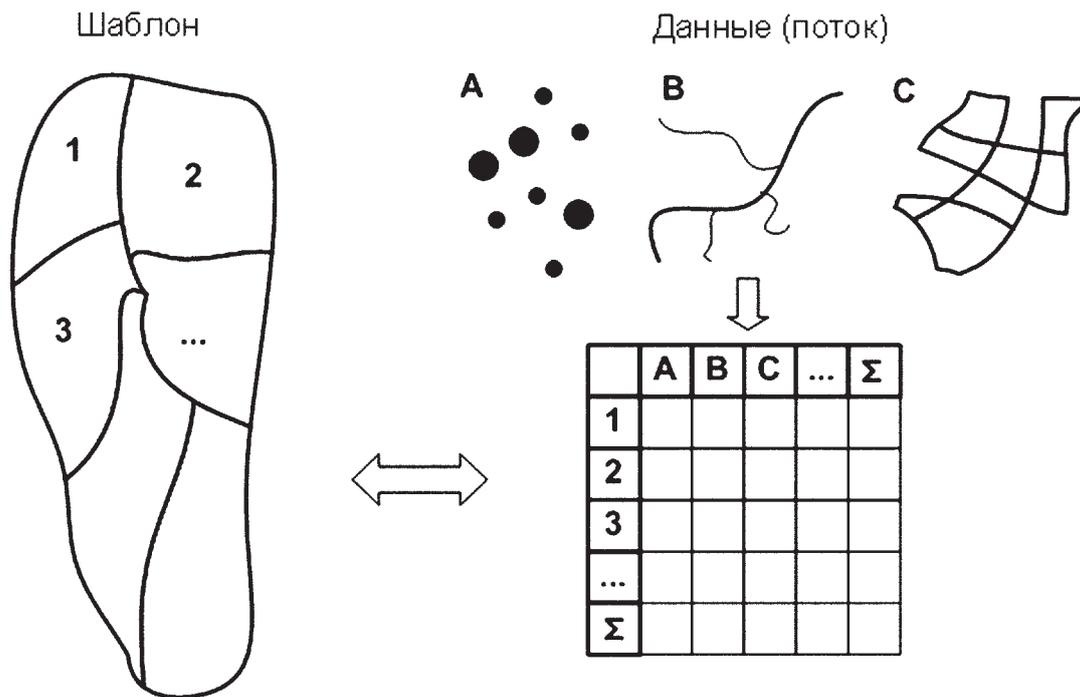


Рис. 7. Процедура анализа

оказалось геометрическое разнообразие типов исходных данных. Это точечные, линейные и площадные тематические слои.

В качестве базового шаблона трансформации был выбран уровень административных поселений, обладающий дополнительными топологическими преимуществами — полнота покрытия, непрерываемость границ, отсутствие внутренних и граничных артефактов. Процедура анализа представляет собой процесс трансформации составного пространства признака системы, в качестве которого для геосистем выступает поток исходных пространственных данных произвольной природы, единственным требованием к которым является топологическая корректность (рис. 7). Результирующий объект (slidaset) представляет собой реляцию между первичной геометрией шаблона и матрицей, строки которой являются ссылками на геометрические объекты, а столбцы являются результатом работы плотностного преобразования с полным набором топологических операций. В ArcGIS это выглядит как обычный слой. Внутренние механизмы и информация о структуре также обеспечены метаданными.

#### Комплексная оценка природно-ресурсного потенциала Пермского края на основе информационно-аналитической системы

В процессе комплексной оценки ПРП территории возникают трудности приведения огромного разнообразия натуральных показателей к единому знаменателю. В качестве такого знаменателя можно использовать оценку потенциала в баллах или в денежном выражении. Балльная оценка допускает существенный субъективизм на этапе соизмерения в баллах значимости различных видов природных ресурсов. Оценка ПРП в денежном выражении исключает ошибки, присущие балльной оценке, и признается пока единственно реальной для решения поставленных задач. При расчетах стоимости валового годового продукта (проектного, планового и фактического) по разным видам ресурсов применяются цены, существующие на внутреннем и мировом рынках.

Денежная оценка ПРП должна учитывать экологические последствия использования расположенных на этих территориях природных ресурсов. При стоимостной оценке возможного ущерба окружающей среде в результате освоения природных ресурсов сначала надо определить возможные виды

воздействия на окружающую среду: виды и объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; виды сбросов неочищенных или недоочищенных сточных вод в поверхностные водные источники; виды нарушений и загрязнений земель; наличие приемников промышленных и твердых бытовых отходов. Затем определяются затраты на рекультивацию нарушенных и загрязненных земель, восстановление лесных насаждений, плановые объемы платежей за выбросы загрязняющих веществ в воздух и сбросы их в поверхностные воды. Также должны быть учтены потери от изъятия земель сельскохозяйственного назначения и лесов под водохранилища, различные про-

изводства и другие площадные объекты. Стоимостная оценка потенциала по каждому из видов ресурсов должна быть уменьшена на сумму вероятных экологических затрат и потерь.

В результате расчета необходимых повышающих и понижающих коэффициентов все данные были сведены к единому рублевому эквиваленту. Система исходных данных сформировалась как набор площадных и точечных объектов со своими стоимостными атрибутами (рис. 8а). Также на основе данных о муниципальных образованиях был создан слой шаблона для слайд-анализа (рис. 8б). Этот шаблон является основным для всех последующих операций.

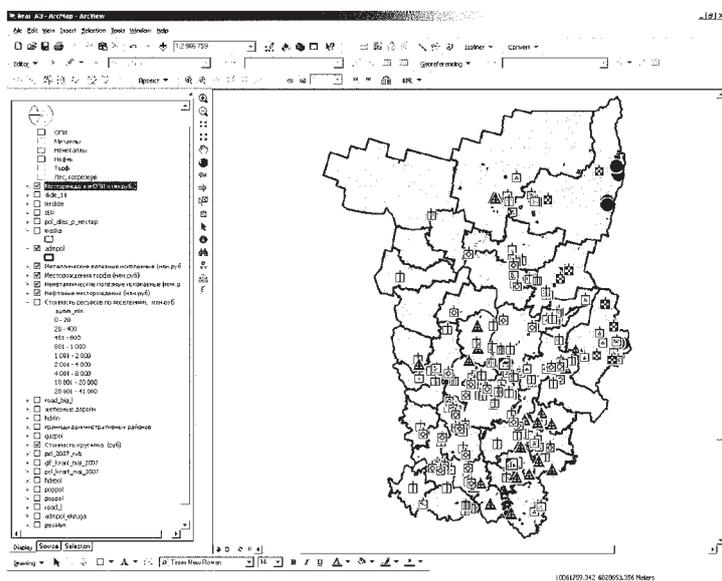


Рис. 8а. Система исходных данных. Общий вид

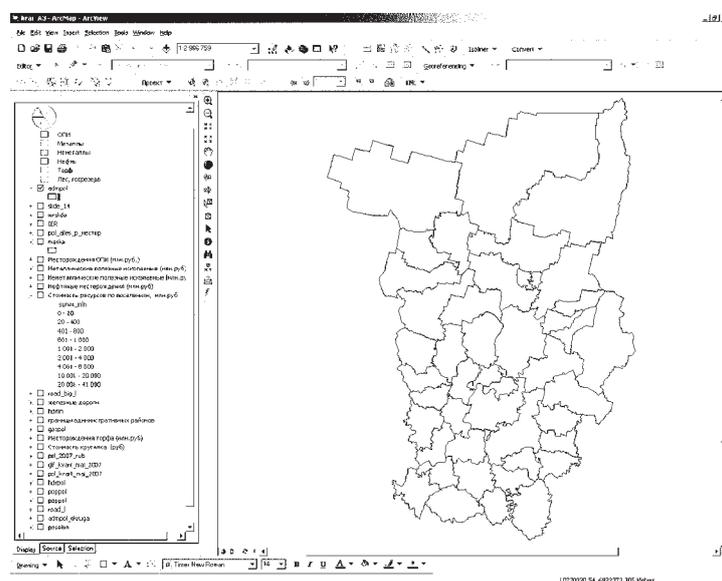
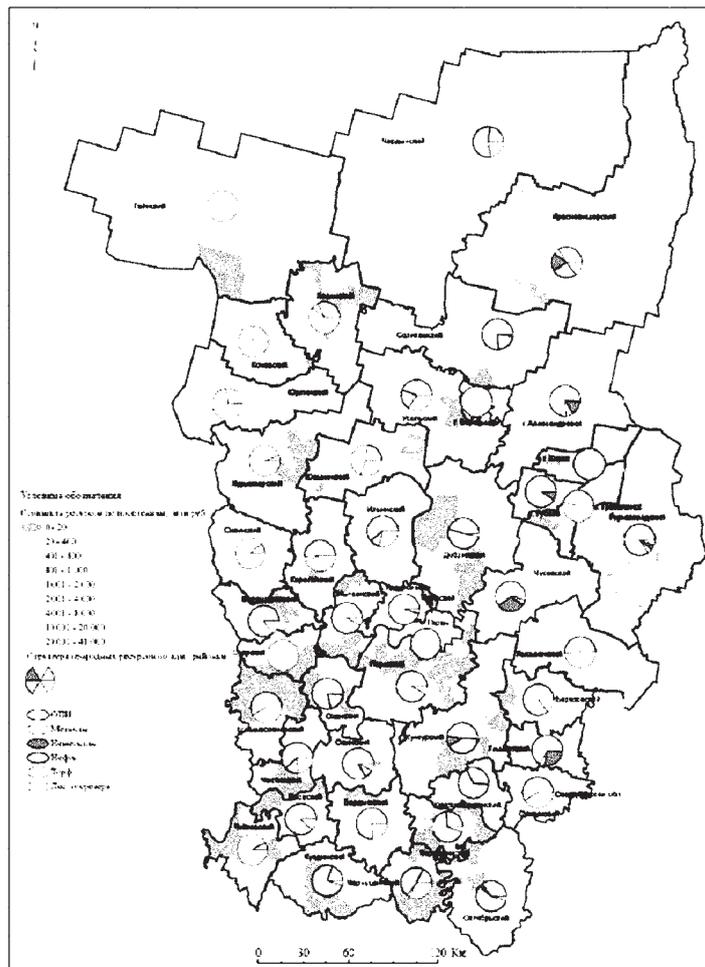
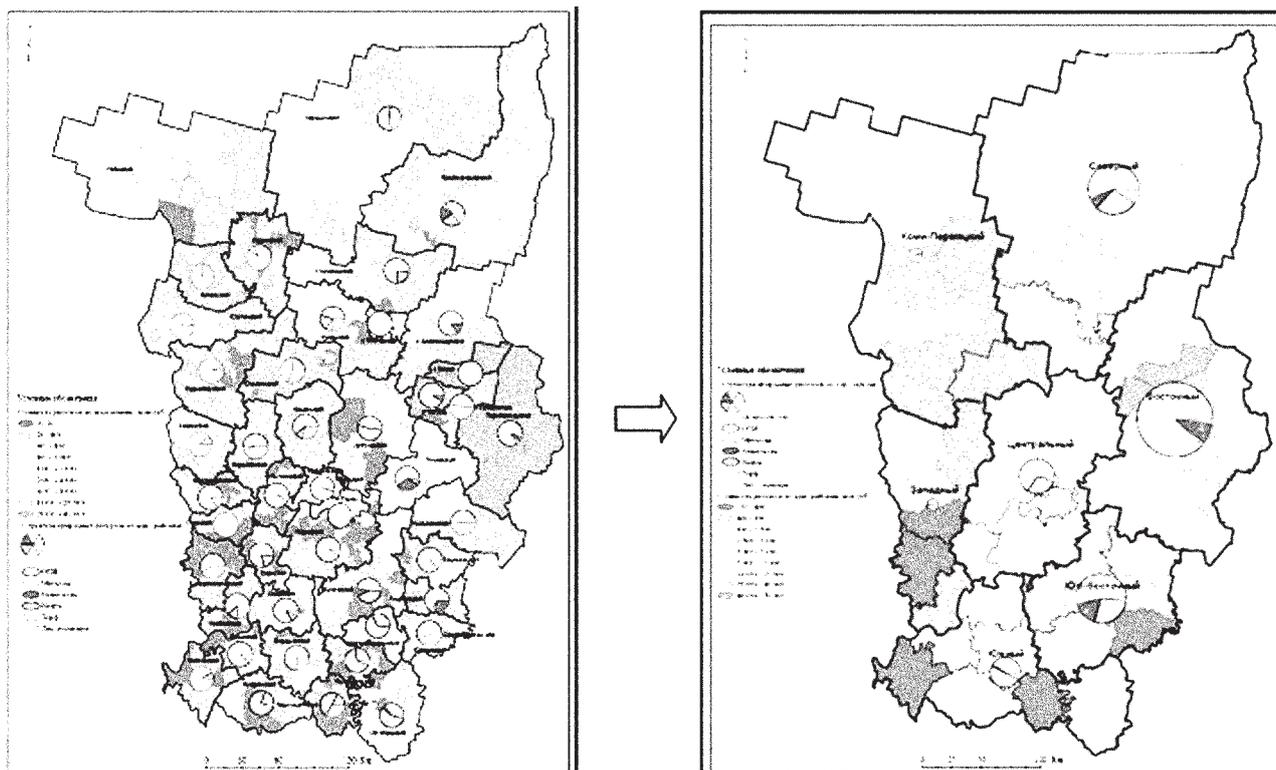


Рис. 8б. Шаблон первичных расчетов



**Рис. 9. Нижний уровень. Муниципальные поселения. Стоимостная и структурная карта природных ресурсов**



**Рис. 10. Последовательный анализ**

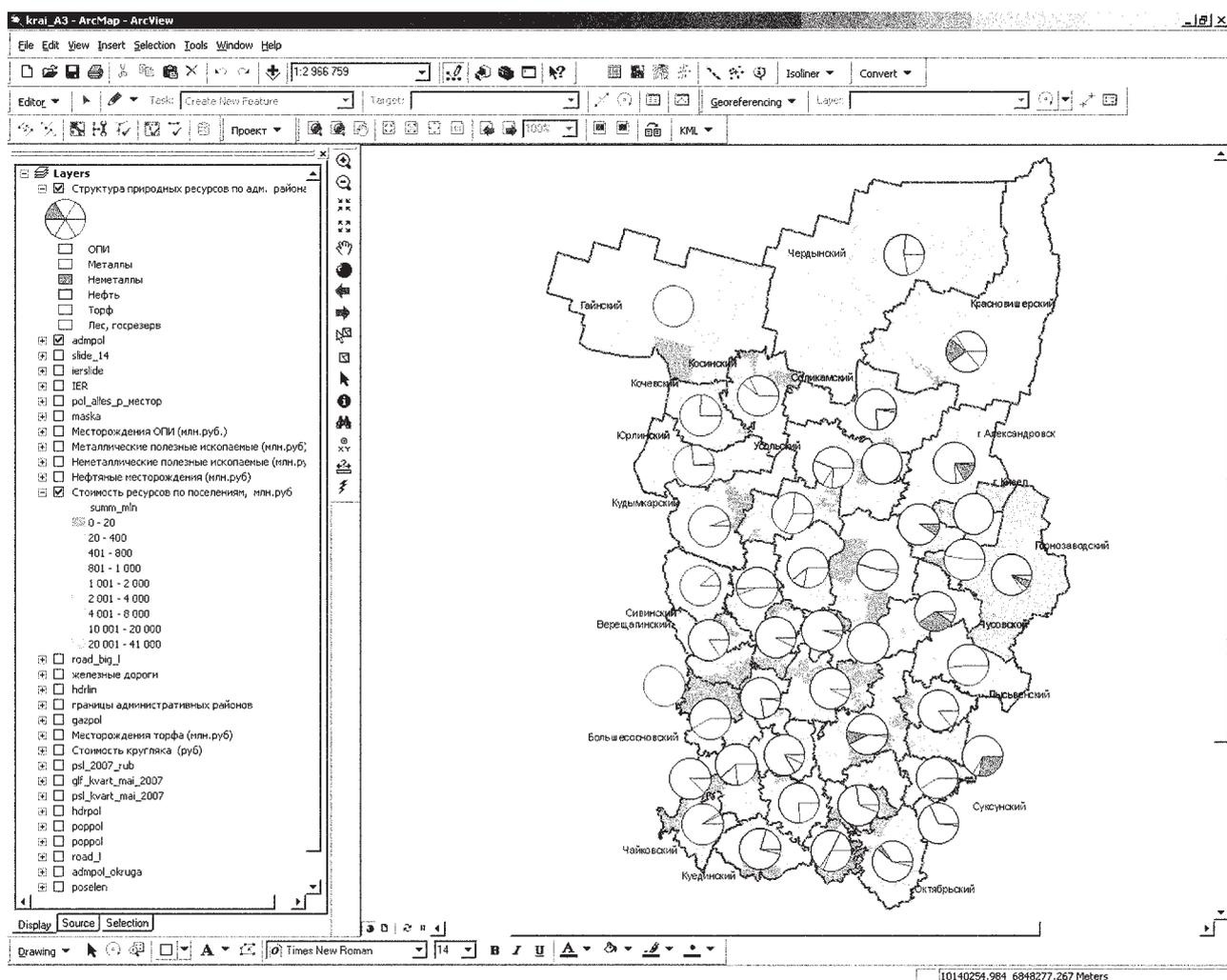


Рис. 11. Взаимосвязь уровней структурных диаграмм и значений стоимости.

Далее непосредственно проводились вычисления с помощью модуля расширения, созданного нами для программы ArcGIS. Выбирались требуемые слои, рассчитываемые параметры (стоимость, удельная стоимость, стоимость максимально дорогого объекта, количество объектов интереса).

В качестве первого шага был проведен расчет на уровне муниципальных поселений (рис. 7). Проведен также первый уровень расчета для структурных диаграмм. Построены стоимостная и структурная карта природных ресурсов.

На втором шаге были проведены расчеты для районов и управленческих округов (рис. 10).

При переходах были использованы уже не первичные данные, а результаты с предыдущих уровней расчетов. Диалог при выполнении расчетов при переходе на следующий уровень масштаба.

Возможны также обратные переходы при расчетах, когда рассчитанные данные шаблона становятся региональными поправочными коэффициентами и могут быть использованы при пространственных операциях с первичными данными (рис. 11).

Результаты расчетов позволяют проводить визуальную оценку природно-ресурсного потенциала Пермского края. Для принятия решений о строительстве промышленных или транспортных объектов созданный подход позволяет проводить оперативную переоценку изменения стоимости ПРП на всех стадиях проектирования и строительства и решать оптимизационные задачи. В настоящее время результаты работы широко используются при разработке схем территориального планирования муниципальных районов Пермского края.