

УДК 622:519.72

**А.Н. Якубович**

## **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ**

*Приведена и проанализирована структура геоинформационной системы, используемой для поддержки принятия экологически рациональных управленческих решений в сфере природопользования. Даны общая характеристика системы, рассмотрены особенности ее программной реализации.*

*Ключевые слова:* геоинформационная система, моделирование, экология, управление, природные комплексы, горнопромышленные территории.

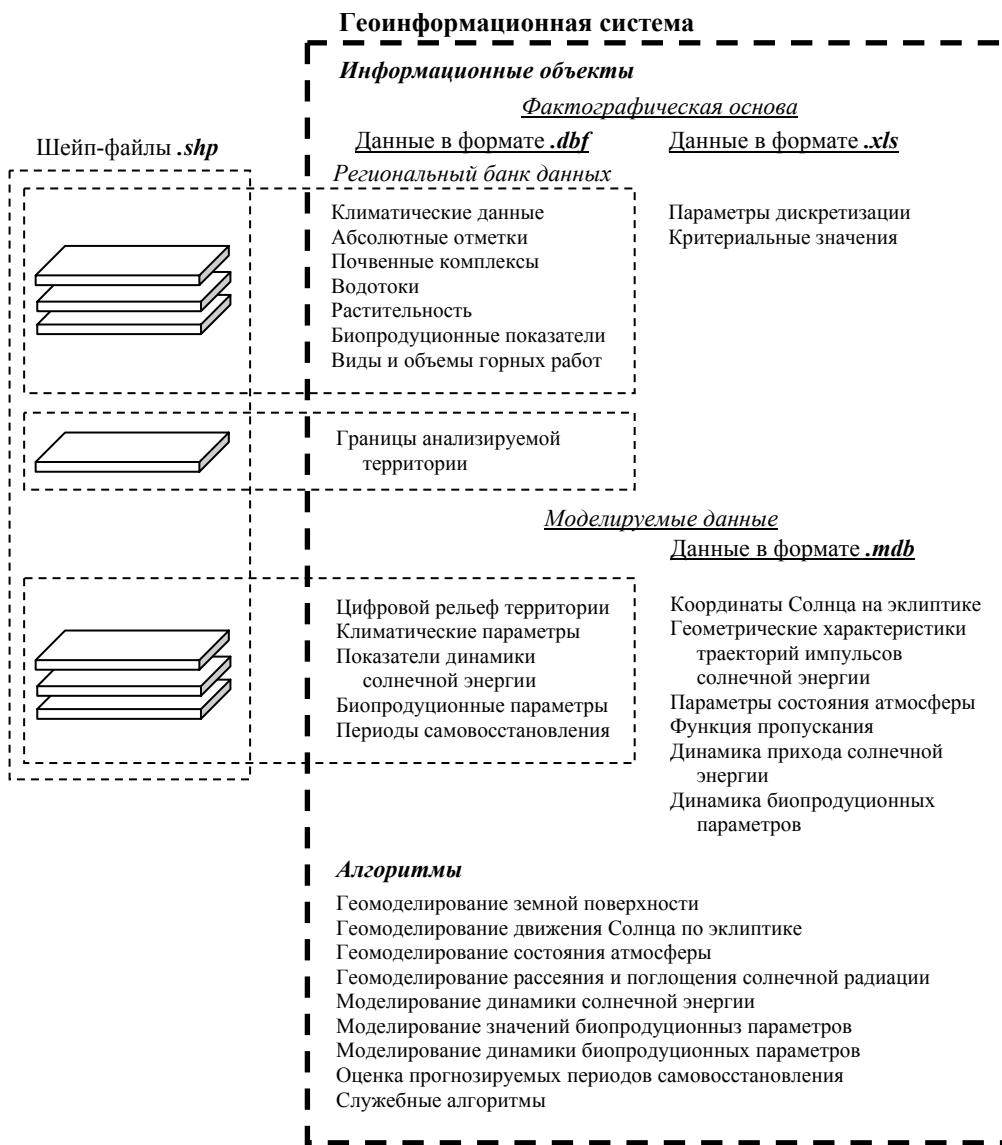
---

**В** рамках решения задачи по улучшению экологического состояния горнопромышленного региона с учетом суровых природно-климатических условий Крайнего Северо-Востока России, создана геоинформационная система Магаданской области. Разработанная геоинформационная система дает широкие возможности по повышению качества управленческих решений в сфере природопользования за счет использования количественных показателей для оценки степени повреждения природных комплексов горнопромышленных территорий. Структура геоинформационной системы приведена на рисунке.

В составе геоинформационной системы реализован региональный банк данных, содержащий послойную пространственно-координированную информацию, необходимую для анализа и оценки экологической ситуации на горнопромышленных территориях Магаданской области. Исходными данными для формирования регионального банка являлись топографические карты масштаба от 1:200000 до 1:1000000, карты почвенных комплексов М 1:2500000, результаты исследований по опре-

делению биопродукционных показателей – как по отдельным участкам в регионе, так и по типам почв в целом, данные по видам и объемам планируемых и завершенных горных работ.

Анализ и оценка экологической ситуации, выполняемые с помощью геоинформационной системы, основаны на программно реализованных в составе ГИС методах имитационного моделирования процессов самовосстановления территорий, нарушенных при производстве горных работ. Для определения темпов самовосстановительных процессов геоинформационная система позволяет выполнять расчет показателей средней годовой динамики прихода солнечной радиации, для чего привлекаются модели годового движения солнца по эклиптике, годового изменения состояния атмосферы, рассеяния и поглощения атмосферой солнечной радиации. Главной количественной оценкой экологического состояния территории является прогнозируемый период самовосстановления, который определяется алгоритмической частью системы по результатам моделирования динамики биопродукционных параметров почвенных комплексов.



#### **Структура аналитической геоинформационной системы поддержки принятия управлеченческих решений для Магаданской области**

Управляемыми параметрами для системы являются виды и объемы горных работ, обуславливающие степень повреждения природных комплексов и, соответственно, сроки их самовосстановления. Геоинформационная система позволяет оптимизировать

процессы природопользования с учетом требований к экологическому состоянию природных комплексов, в том числе за счет выработки оптимального плана производства горных работ на территории региона, минимизирующего суммарное поврежде-

ние природных комплексов на горно-промышленных территориях.

Основными отличительными чертами разработанной геоинформационной системы являются:

**Модульность.** Алгоритмическая часть системы структурирована в соответствии с задачами, последовательно решаемыми в процессе анализа экологического состояния природных комплексов на территории. Четыре укрупненных модуля, позволяющих выполнять моделирование показателей экологического состояния, предназначены для определения параметров динамики прихода солнечной радиации, определения значений биопродукционных показателей, моделирования процессов самовосстановления природных комплексов, определения прогнозного времени самовосстановления. Каждый из укрупненных модулей включает в себя несколько алгоритмов, моделирующих отдельные процессы в границах предметной области. Модуль определения параметров динамики прихода солнечной радиации состоит из 8 алгоритмов: геомоделирования движения Солнца по эклиптике, геомоделирования траекторий импульсов солнечной энергии, геомоделирования климатических параметров территории, геомоделирования состояния атмосферы, моделирования стандартной атмосферы, моделирования рассеяния и поглощения солнечной радиации, моделирования динамики прихода солнечной радиации, определения обобщающих показателей. Остальные модули включают в себя от 2 до 4 алгоритмов; всего в составе геоинформационной системы структурировано 15 алгоритмов. Алгоритмы в свою очередь реализованы как совокупности программных структур (подпрограмм и функций) в среде программирования Visual Basic for

Applications. В качестве интерфейса между отдельными элементами модульной структуры выступают 13 обобщенных информационных массивов, формируемых алгоритмической частью геоинформационной системы.

**Настраиваемость.** Геоинформационная система содержит широкий набор средств регулирования параметров анализа и моделирования. Территориальная привязка системы осуществляется за счет использования банка данных определенного региона. В настоящее время в составе ГИС реализован банк пространственно-координированных данных по Магаданской области, однако при создании наборов аналогичных информационных слоев по другим регионам никакой дополнительной перенастройки системы для выполнения анализа и моделирования экологического состояния не требуется. В пределах территории, определяемой региональным банком, геоинформационная система позволяет задавать отдельные участки (области моделирования), в границах которых производится анализ; при этом для заданных участков возможно использование фактографической основы с повышенной разрешающей способностью (картографической информации более крупного масштаба), что позволяет регулировать точность результатов моделирования. Допускающие изменение пользователем системы параметры временной дискретизации влияют на продолжительность временного кванта моделирования, и, соответственно, на количество интервалов времени, на которые разбивается общая продолжительность моделируемых процессов; с уменьшением временного кванта возрастают как точность моделирования, так и необходимые затраты вычислительных ресурсов и времени. Настройка густоты сети опор-

ных точек в пределах области моделирования осуществляется параметрами пространственной дискретизации. К изменяемым относятся также критериальные значения биопродукционных параметров, определяющие приемлемую, с точки зрения пользователя, степень остаточной деформации горнорудных территорий и влияющие, соответственно, на прогнозные сроки самовосстановления природных комплексов.

*Расширяемость.* В составе геоинформационной системы возможно свободное, без корректировки уже существующих программных элементов, добавление алгоритмов и модулей для анализа и прогнозирования различных процессов хозяйственного освоения территории, что способствует расширению спектра задач по поддержке принятия управленческих решений регионального уровня. Факторная основа системы, региональный банк данных, также допускает увеличение своей информационной насыщенности – как путем введения новых атрибутов для существующих информационных слоев, так и с помощью создания новых слоев различной тематической направленности. Таким образом, становится возможной свободная модификация структуры геоинформационной системы и расширение территориальных, тематических и временных границ ее применимости.

*Объектно-ориентированный характер.* Концептуально построение предметной области геоинформационной системы основано на объектах четырех основных классов: участки территории, климат, атмосфера, солнечная энергия. Объекты каждого класса обладают определенными, присущими данному классу свойствами, реализованными на внутреннем уровне системы как атрибуты, и ме-

тодами, позволяющими, в конечном счете, изменять значения атрибутов по соответствующим программно реализованным алгоритмам. Область данных геоинформационной системы образуют 22 информационных объектов, каждый из которых реализован в виде одиночной таблицы либо в виде нескольких связанных реляционных таблиц. Построение объектной структуры системы обеспечивается использованием объектно-ориентированной среды программирования для создания ее алгоритмической части.

*Послойная организация пространственно-координированных данных.* Региональный банк данных реализован в виде набора отдельных информационных слоев, которые независимо друг от друга отражают различные свойства территории региона. Также в виде отдельных независимых информационных слоев оформляются основные результаты оценки экологического состояния территории: цифровой рельеф территории, климатические параметры, показатели динамики солнечной энергии, биопродукционные параметры, периоды самовосстановления. Все информационные слои имеют однотипную структуру, включающую геометрическое описание и координатную привязку участков территории, а также атрибутивную таблицу. Подобная организация данных позволяет использовать универсальные служебные алгоритмы для извлечения или модификации информации. Также становится возможным легко визуализировать исходные данные и результаты анализа, представляя их в максимально удобной для восприятия пользователем форме.

К особенностям программной реализации геоинформационной системы относится использование в качестве

среды разработки пакета Microsoft Office. Алгоритмическая часть выполнена на языке программирования Visual Basic for Applications, оптимизированного для работы с приложениями MS Excel и MS Access. Возможности, предоставляемые данными приложениями, используются при организации интерфейса с пользователем и для формирования информационных массивов с исходными и манипулируемыми данными. Другой особенностью геоинформационной системы является отсутствие специфических внутренних форматов данных. Все информационные массивы оформлены в форматах .dbf, .xls или .mdb; шейп-файлы не являются обязательным элементом системы и используются только для визуализации данных во внешней по отношению к рассматриваемой ГИС среде. Использование только стандартных форматов данных определяет открытость систем-

мы для применения внешних программных инструментов для работы с ее внутренними информационными объектами. В частности, становится возможной непосредственная, в обход программно определенного пользовательского интерфейса, работа с данными средствами MS Excel и MS Access, что существенно повышает гибкость системы и увеличивает возможности пользователя по манипуляции исходными данными и результатами анализа.

В целом, аналитическая геоинформационная система Магаданской области является законченным программным инструментом для поддержки широкого спектра управленийких решений регионального уровня, в первую очередь по совершенствованию природопользования с учетом требований к экологическому состоянию территории. **ГИАС**

### *Коротко об авторе*

Якубович А.Н. – кандидат технических наук. директор политехнического института Северо-Восточного государственного университета; e-mail 54081@mail.ru



### **ДИССЕРТАЦИИ**

#### **ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

<b>Автор</b>	<b>Название работы</b>	<b>Специальность</b>	<b>Ученая степень</b>
<b>САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА</b>			
ПАСЫНКОВ Денис Владимирович	Определение граничных показателей при проектировании открытой разработки рудных месторождений	25.00.21	к.т.н.
ВИНОГРАДОВА Екатерина Юрьевна	Оценка сейсмического воздействия взрывных работ на действующие тоннели при их реконструкции	25.00.20	к.т.н.