

МОДЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ

Т.П. Варшанина, В.Н. Коробков

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Адыгейский государственный университет»
385000, Россия, г. Майкоп, ул. Первомайская, 208, gic-info@yandex.ru*

MODELLING OF SPATIAL-TEMPORAL STRUCTURE OF THE FIELD OF TECTONIC PRESSURE BY MEANS OF VECTOR FIELDS

T.P. Varshanina, V.N. Korobkov

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Adyghe State University"
385000, Russia, Maikop, Pervomayskaya St., 208, e-mail: gic-info@yandex.ru*

Abstract. The paper discusses construction of vector fields to model a spatial-temporal structure of the field of tectonic pressure. A description is given of a logical model of the database to store vector fields and results of work on thickness gradients of a differential layer of the Earth's crust using an example of the Adygheya Republic.

Моделирование представляет собой процесс воспроизводства модели объекта, явления или процесса с целью решения поставленной задачи определенными приемами. В современных условиях большое распространение получили математическое и компьютерное моделирование, которые направлены на эффективное использование и наглядное представление имеющейся информации. Благодаря современным методам моделирования геоинформационные технологии позволяют выявлять ранее неизвестные свойства объектов и взаимосвязей между ними. Это дает возможность делать новые фундаментальные суждения о механизмах природных процессов. Математическое моделирование предоставляет возможность количественно выражать географические закономерности в виде различных моделей. В математическом понятии географическое поле – это такое разделение по земной поверхности количественной оценки, когда каждая её точка характеризуется конкретной величиной или скаляром. Над поверхностями, представленными с помощью скалярных полей, можно проводить как стандартные математические операции, так и специализированные, такие как, вычисление градиента.

Построение структурно подобных энергетическим природным полям моделей геопространства для моделирования окружающего мира современными математическими методами, а так же мониторинга и прогнозирования природных опасных ситуаций является в настоящее время одним из перспективных научных направлений. Специфика структурно подобного моделирования в географии заключается в моделировании эмпирически объективных единиц геопространства с помощью структурной меры природных энергетических полей, выражаемой через градиент структурообразующих параметров географических объектов и процессов. Пространственно-временная структура поля эндогенной энергии в фокусе земной поверхности воссоздается через наибольшие градиенты мощности слоя земной коры между полибазисными поверхностями рельефа (разностный слой) [Варшанина, 2011 (1)]. Динамика положения полибазисных поверхностей соответствует ритмам энергетического режима тектонических течений. Мощность разностного слоя указывает на скорость вертикальных движений в каждой точке земной поверхности за определенный период геологического времени.

При большом разнообразии аналитических и статистических методов для решения задачи моделирования пространственно-временной структуры тектонических блоков земной поверхности и выявления тектонических напряжений весьма эффективным видится использование теории построения векторных полей. Преимуществом моделирования с помощью векторных полей является возможность применения развитого математического аппарата теории поля, а так же возможность наглядного представления и автоматизированного анализа данных на ЭВМ.

Совершенствование вычислительной техники и широкое использование персональных компьютеров дало большие возможности для исследования процессов и явлений окружающего мира. Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др. Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных, характеризующих систему. Часто компьютерное моделирование является логическим продолжением математического моделирования. Для компьютерного моделирования важно наличие определенного программного обеспечения. В некоторых случаях возможно использование стандартного универсального

программного обеспечения, такого как обычные текстовые и графические редакторы. Однако, в большинстве случаев необходимо специализированное программное обеспечение, предназначенное для определенного вида моделирования конкретных объектов.

В результате построения системной геодинамической модели территории Республики Адыгея был разработан программный продукт, позволяющий моделировать пространственно-временную структуру поля тектонических напряжений территории неограниченной площади с помощью векторных полей [Варшанина, 2011 (2)].

В качестве исходных данных для построения векторного поля были взяты карты мощности разностного слоя между базисными поверхностями, которые строятся путем вычитания базисной поверхности старшего (третьего, четвертого и т. д.) порядка из базисной поверхности младшего (второго, третьего и т. д.) порядка. Полученные карты мощности разностного слоя представляются в виде изогипсопахит – линий одинаковой мощности разностного слоя. Такое распределение мощности разностного слоя математически можно трактовать как скалярное поле. При построении векторного поля на ЭВМ целесообразнее использовать не аналитический способ его задания, а дискретный. Для этого на скалярное поле, представленное изогипсопахитами, накладывается равномерная решетка и производится вычисление векторов в каждой точке решетки по заложениям изогипсопахит [Коробков, 2011].

Полученные вектора являются градиентами наибольшего приращения/убывания мощности слоя за конкретный период геологического времени в конкретных точках земной коры. Физический смысл градиента заключается в том, что он перпендикулярен поверхности равного уровня в каждой ее точке и направлен в сторону наиболее быстрого изменения поля, а модуль градиента равен значению максимального изменения поля в данном направлении.

Для хранения и выполнения операций над градиентами выбрана свободно распространяемая объектно-реляционная система управления базами данных PostgreSQL. Для реализации программного продукта, позволяющего строить векторные поля, выбран процедурный язык программирования PL/pgSQL интегрированный в среду СУБД PostgreSQL. Выбор основан на том, что программы, написанные на PL/pgSQL, хорошо адаптируемы, то есть функции языка совместимы со всеми платформами, на которых работает СУБД PostgreSQL. Спроектирована логическая модель базы данных, позволяющая хранить скалярные и векторные поля любых территорий (рис. 1).

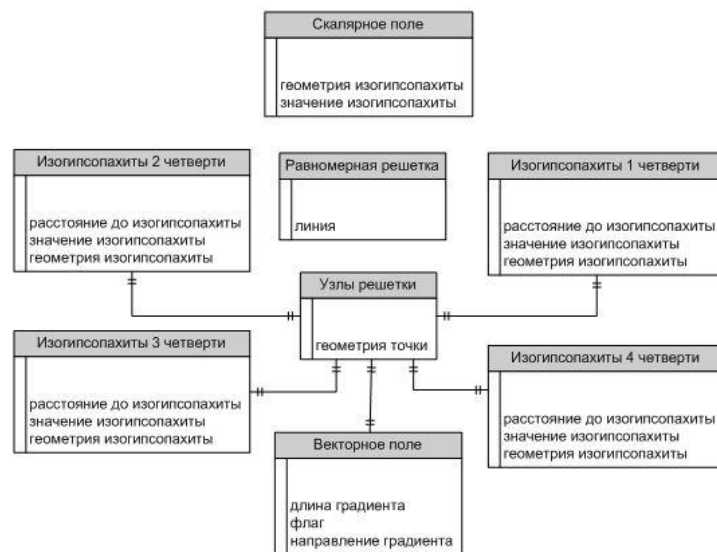


Рис. 1. Логическая модель базы данных

Совмещение полученного векторного поля с картосхемой современного блокового строения территории позволяет получить информацию о концентрации тектонических напряжений в пределах блоков, а так же точечных концентрациях тектонических напряжений (рис. 2). Характеристики дифференциации тектонических напряжений в пределах блока определяются значением величины и степенью концентрации наибольших градиентов мощности разностного слоя относительно узлов решетки, попадающих в границы каждого тектонического блока.

Относительную скорость и направление движения каждого тектонического блока можно определить путем построения наибольшего градиента мощности разностного слоя тектонического блока, который является результирующим вектором всех векторов из геометрического центра блока в направлении всех узлов решетки, попадающих в рассматриваемый блок (рис. 3). Градиент мощности разностного слоя земной коры за конкретный период геологического времени является интегрированной мерой нескольких параметров: скорости движения блока, величины тектонического напряжения, поворотного момента блока, его реологических свойств.

На основе сравнительного анализа картосхем поля тектонических напряжений, относящихся к разным периодам геологического времени, можно проследить пространственно-временную динамику тектонических движений территории. Таким образом, анализ с помощью современных математических методов связи пространственно-временных данных векторного поля тектонических напряжений и данных инструментальных геофизических наблюдений территории позволит прогнозировать медленные тектонические движения и сейсмические проявления любой магнитуды.

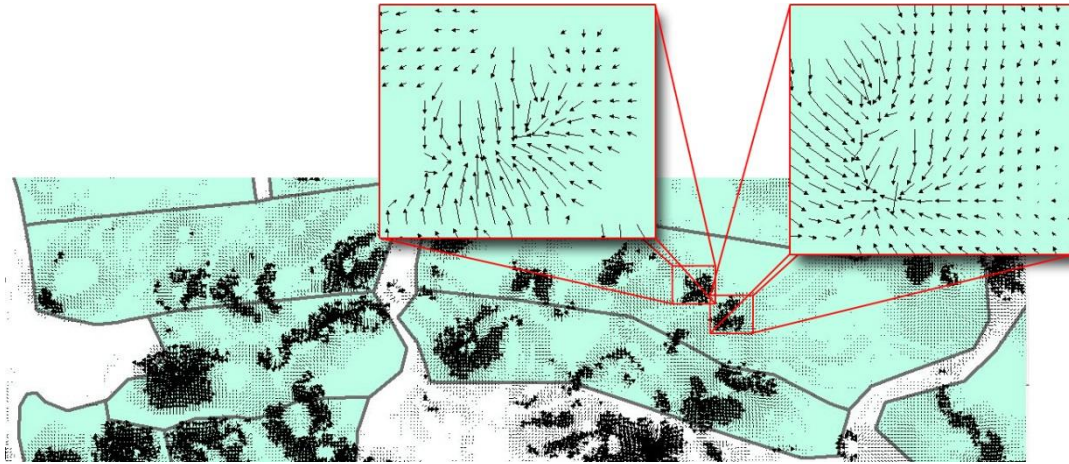


Рис. 2. Дифференциация тектонических напряжений в пределах блоков

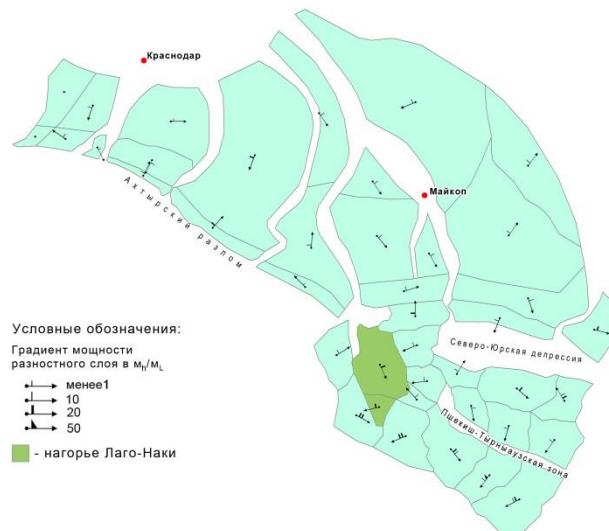


Рис. 3. Распределение градиентов мощности разностного слоя тектонических блоков на территории Республики Адыгея

Библиографический список

1. Варшанина Т.П. Интегрированная ГИС региона (на примере Республики Адыгея) / Т.П. Варшанина, О.А. Плисенко. Под ред. Б.И. Кочурова. – Москва-Майкоп: Изд. Дом «Камертон», 2011. – 360 с.
2. Варшанина Т.П. Структурно-подобная геодинамическая модель Краснодарского края и Республики Адыгея / Т.П. Варшанина, О.А. Плисенко, А.А. Солодухин, В.Н. Коробков. Под ред. Б.И. Кочурова. – Москва-Майкоп: Изд. Дом «Камертон», 2011. – 128 с.
3. Коробков В.Н., Варшанина Т.П. Построение векторного поля для моделирования пространственно-временной структуры поля тектонических напряжений // Вестник Адыгейского государственного университета, серия «Естественно-математические и технические науки». – Майкоп: изд-во АГУ, 2011. – Вып. 4(91). Стр. 139-145.