

Панасенко Н.Д., Сухинов А.И.

Математическое моделирование для прогнозирования состояния прибрежных систем на основе спутниковых снимков

Аннотация: В прибрежных системах Юга России постоянно действуют биотические, биологические и антропогенные факторы. Из-за этого возникает необходимость разработки нестационарных пространственно-неоднородных взаимосвязанных математических моделей для моделирования различных сценариев развития биологических и геофизических процессов в прибрежных системах. Для практического использования математических моделей существует проблема, связанная с обеспечением реальных входных данных (граничные условия, начальные условия) и информацией об функциях-источниках. Данная информация может быть получена с помощью данных, полученных от космических аппаратов. Поэтому возникает задача идентификации на снимках водоемов фитопланктонных популяций, имеющих, как правило, пятнистую структуру, при малом контрасте изображений по отношению к фону, а также определение границ их расположения.

В работе представлен разработанный программно-алгоритмический инструментарий распознавания космических снимков, основанный на комбинации методов – локальных бинарных шаблонов (LBP) и технологий нейронных сетей, ориентированный на последующий ввод полученных начальных условий для задачи динамики фитопланктона в математическую модель. В процессе работы, обращаясь к космическим снимкам, которые позволяют получить состояние прибрежных систем с высокой точностью, вносятся начальные условия в математическую (компьютерную) модель. Модель анализирует данные спутниковых изображений и определяет уровни «загрязнения», образование зон заморов и другие факторы, которые могут угрожать природе. С помощью этой модели можно предсказывать возможные изменения в прибрежных экосистемах и разрабатывать стратегии по их защите. Полученные результаты позволяют существенно сократить время прогностических расчетов (на 20-30%) и повысить вероятность заблаговременного обнаружения неблагоприятных и опасных явлений, таких как интенсивное «цветение» водной среды и образование зон заморов в прибрежных системах.

Panasenko N.D., Sukhinov A.I.

Mathematical Modeling for Forecasting the State of Coastal Ecosystems Based on Satellite Images

Abstract: The biotic, biological and anthropogenic factors are permanently affecting the coastal ecosystems in the south of Russia. Thus, there arises a need to develop the non-stationary spatially-heterogeneous interrelated mathematical models to simulate the various scenarios of biological and geophysical process development within the coastal ecosystems. The practical application of the mathematical models is hindered by the problem of provision the real input data (boundary conditions, initial conditions) and the information about the source functions. This information can be received from the spacecrafts. Therefore, there arises a problem of identifying the phytoplankton populations on the water body images, which have, as a rule, a speckle pattern with low contrast relative to the background, as well as determining their boundaries.

The paper presents a developed software-algorithmic toolkit for space image recognition based on a combination of methods — local binary patterns (LBP) and neural network technologies designated for the subsequent insertion of the obtained initial conditions of the phytoplankton dynamics problem to a mathematical model. During the research, the satellite images, which enable getting the highly accurate information about the state of coastal ecosystems, have been referred to, the initial conditions have been inserted into the mathematical (computer) model. The model have analyzed the satellite image data and determined the levels of “pollution,” formation of fish-kill zones and other factors threatening the nature. Using this model, possible changes in the coastal ecosystems can be forecasted and strategies for protecting thereof can be developed. The results obtained make it possible to significantly reduce the time of forecast calculations (by 20–30%) and increase the probability of early detection of unfavourable and hazardous phenomena, such as intense “blooming” of the aquatic environment and formation of fish-kill zones in the coastal ecosystems.