

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Ю. В. Казарина, А. А. Дубовик

*Белорусский государственный университет, г. Минск;
kazarynayuliya@gmail.com, dubovikanastasia96@gmail.com
науч. рук. – А. Г. Светашев, канд. физ.-мат. наук, доцент*

Разработаны алгоритмы для системы автоматизированного распознавания стационарных атмосферных струйных течений и основных барических образований. Была исследована информативность стандартных метеорологических признаков для каждого из рассмотренных явлений и установлено, что в ряде случаев большую информативность несут структурные параметры, типичные для обработки изображений.

Ключевые слова: система WRF; струйные течения; барические образования; структурные элементы; образы объектов.

В последнее время все более ощутимой становится потребность в создании эффективных информационных систем, включающих элементы искусственного интеллекта, модули обработки данных и принятия решений.

Важным приложением таких систем являются проблемы, связанные с исследованием состояния окружающей среды, которые требуют оперативной обработки больших массивов данных, получаемых с помощью наземных регистрирующих устройств, а также приборов установленных на самолетах, спутниках и космических станциях.

Объемы поступающей информации в данной сфере постоянно растут. Кроме того, для правильной оценки, моделирования и прогноза природных процессов необходим комплексный анализ всего имеющегося набора зачастую разнородных экспериментальных данных.

Выход из данной ситуации – создание полностью автономных (без участия человека), автоматизированных интеллектуальных систем обработки и анализа информации.

Целью данной работы является разработка алгоритмов для системы автоматизированного распознавания атмосферных процессов и погодных явлений.

В качестве основных объектов исследования были выбраны наиболее характерные атмосферные явления, относящиеся к разряду опасных:

- Стационарные (и нестационарные) струйные течения.
- Крупные барические образования (циклоны, антициклоны).

Предсказание возникновения, локализации и развития подобных явлений в обычной практике осуществляется **субъективно синоптиком (человеком)** и сопряжено со значительными сложностями.

Основу предлагаемых алгоритмов составляет разработанная система образов исследуемых атмосферных процессов. Отличительной особенностью является использование поиска и распознавания, характерных для каждого явления, структурных элементов в специально определенных «опорных» пространствах-изображениях.

Алгоритмы применяются к исследованию как орбитальных данных о состоянии атмосферы и подстилающей поверхности, так и 4-х мерные (включая время) поля основных атмосферных параметров, полученные в результате численного моделирования в системе мезопрогноза WRF (The Weather Research and Forecasting).

Структурные элементы и пространства-изображения выбираются на основании анализа общих (географических) описаний исследуемых объектов.

По определению Всемирной метеорологической организации «Струйное течение – это сильный узкий поток с почти горизонтальной осью в верхней тропосфере или нижней стратосфере, характеризующийся большими вертикальными и горизонтальными сдвигами ветра и одним или более максимумами скорости».

Струйное течение обычно находится на уровне 9–18 км атмосферы и встречается в обоих полушариях. Обычно нижняя граница струйного течения находится на высоте 8–10 км, реже 5–7 км, иногда, у наиболее мощных струйных течений при очень больших градиентах температуры, 2–4 км. На фоне хорошо известных общих закономерностей пространственного распределения струйных течений на земном шаре их положение и характеристики (геометрические размеры, максимальная скорость ветра на оси, эффективное время жизни) испытывают существенные пространственно-временные вариации. Знание реального положения струйного течения и его характеристик является важным для решения ряда практических задач, в частности, для определения безопасных зон полетов в верхней тропосфере.

Для нахождения струйных течений использовалось вычисление поля ветра (AT300) в верхней тропосфере с помощью разработанных методов системы WRF. Анализ показал, что в качестве образа струйного течения целесообразно использовать простейшую геометрическую фигуру – кривую линию (дугу, набор дуг) в сочетании с замкнутой областью в плоскости, пересекающей данную линию под прямым углом к касательной в данной точке.

Циклон – это барическая система с замкнутыми изобарами, с минимальным атмосферным давлением в центре, с циркуляцией воздуха против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке в южном. Циклоны образуются на фронтах, разделяющих воздушные массы

различного географического происхождения (например, арктического воздуха и воздуха умеренных широт), возникают мощные завихрения воздуха, подомного тому, как при встрече двух потоков воды возникают водовороты. Эти завихрения имеют в поперечнике несколько сотен километров, а иногда 2–3 тысячи км.

Минимальное атмосферное давление в циклоне приходится на центр; к периферии оно растет, т.е. горизонтальные барические градиенты направлены снаружи циклона внутрь. Замкнутые изобары (линии равного давления) неправильной, но в общем случае овальной формы ограничивают область пониженного давления поперечником от нескольких сотен до 2–3 тысяч км.

Антициклон – область в атмосфере, характеризующаяся повышенным давлением воздуха и представляющая собой полную противоположность циклону. В циклонах воздух сгоняется круговыми ветрами к центру, в антициклонах – расходится от центра. Как и циклоны, антициклоны перемещаются в направлении общего переноса воздуха в тропосфере, то есть с запада на восток, отклоняясь при этом к низким широтам.

Для нахождения циклонов и антициклонов использовалось вычисление поля давления (AT500) с помощью системы WRF. Анализ показал, что в качестве образа циклонов/антициклонов целесообразно использовать геометрическую фигуру – эллипс. Распознавание эллипса и направления градиентов в поле давления позволяет классифицировать циклон или антициклон.



Рис 1. Блок-схема автоматизированной системы распознавания

Разработанные алгоритмы распознавания включены в автоматизированную систему распознавания атмосферных явлений, блок-схема которой представлена на Рис 1.

Система предназначена для решения научно-исследовательских работ, учебных задач и оперативного прогноза чрезвычайных ситуаций.

В работе также была исследована информативность стандартных метеорологических признаков для каждого из рассмотренных явлений и установлено, что в ряде случаев большую информативность несут структурные параметры, типичные для обработки изображений. Разработаны наборы признаков и образы для распознавания исследуемых атмосферных явлений.

Библиографические ссылки

1. *Mohanakumar K.* Stratosphere Troposphere Interactions / К. Mohanakumar // Department of Atmospheric Sciences, Cochin University of Science and Technology – Cochin, 2008. С. 424.
2. Бородко С. К. «Применение ИТ в моделировании атмосферных процессов» [Электронный ресурс] / Бородко С. К. // Реферат – URL: <http://sergekb.narod.ru/vr.htm> – Дата доступа: 14.05.2016.
3. *Горелик А. Л.* Современное состояние проблемы распознавания: Некоторые аспекты / А.Л.Горелик, И.Б.Гуревич, В.А.Скрипкин – Москва: Радио и связь, 1985. С. 160.
4. *Горелик А. Л.* Методы распознавания: Учебное пособие. / Горелик А.Л., Скрипкин В.А. – 2-е издание переработка и дополнение – Москва: Высшая школа, 1984. С. 208.