

Шарапов Р.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: info@vanta.ru*

### **Адаптивное прогнозирование погоды**

Прогнозы погоды интересовали людей всегда. Какая завтра будет погода? Будет ли дождь или заморозки? Точного ответа на эти вопросы не даст никто. Тем не менее, современные прогнозы могут дать представление о наиболее вероятной погоде в ближайшие дни.

В последние годы наблюдения за погодой и ее прогнозирование активно развиваются. Появилось большое количество метеостанций, способных автоматически собирать и передавать сведения о погоде в единые метеорологические центры. Если раньше погодные данные собирали метеостанции при аэропортах, то теперь любой желающий может приобрести недорогую метеостанцию и делиться ее показаниями через сеть Интернет [1]. Накапливаются гига- и терабайты данных о погодных условиях в различных точках мира. Использование этих данных позволяет перейти на новый уровень при составлении прогнозов погоды, улучшая их качество, детализацию, а также проводить совершенствование прогнозных моделей путем выявления их неточностей.

Существующие модели прогнозирования погоды используют огромные объемы данных, требуют значительных вычислительных мощностей и позволяют с достаточной точностью предсказывать погоду в регионах [2, 3, 4]. Тем не менее, отсутствие достаточного количества наблюдательных станций (или оперативного доступа к их данным), недостаточный учет локальных характеристик территории (рельефа местности, насаждений, водных объектов, техногенного воздействия), не позволяет составлять точные прогнозы для отдельных населенных пунктов и точек местности [5, 6, 7].

С другой стороны, разработка собственных моделей без использования глобальных данных (движение слоев атмосферы, изменение метеопараметров, в том числе на отдаленных территориях) не позволит получить более точную картину прогнозов.

Для решения этой проблемы предлагается использование данных существующих моделей прогнозирования погоды с их дальнейшей корректировкой. Использование существующих глобальных моделей позволяет без привлечения больших вычислительных мощностей решить проблему учета глобальных изменений в атмосфере.

Корректировка затрагивает три основных аспекта:

1. Систематические ошибки в прогнозировании для конкретных территорий и их исправление.
2. Учет данных с локальных наблюдательных метеостанций и других источников.
3. Учет локальных характеристик и особенностей территории, оказывающих влияние на погодные условия.

В настоящее время имеется достаточно большое количество данных о прогнозах погоды для различных территорий и фактических значениях метеорологических параметров. Сравнение прогнозируемых и фактических значений позволяет выявить ошибки и неточности прогнозирования. Если сами по себе, ошибки в прошлых прогнозах не являются достаточным основанием для корректировки будущих прогнозов, то выявление причин возникновения ошибок, сопутствующих факторов (в том числе метеорологических), локальных особенностей местности, позволяет найти систематические ошибки и провести их корректировку.

В связи с тем, что объемы метеоанных и прогнозов велики (например, прогнозы WRF и GFS занимают более 60 Гб и обновляются каждую минуту), то эффективное выявление их взаимосвязей и корректировка прогнозов возможна при использовании методов машинного обучения. Для этих целей успешно могут использоваться нейронные сети, опорные вектора и т.д. Применение факторного анализа дает возможность выявить взаимосвязь параметров среды и их влияние на изменение погоды.

В качестве набора параметров для машинного обучения предлагается использовать широкий набор показателей как текущего состояния погоды, так и не успешных прогнозов [8]:

- температура с шагом 3 часа,
- средняя температура,
- наибольшая разность температур,
- средние температуры за прошедшую неделю,
- атмосферное давление,
- изменение атмосферного давления,
- скорость и направление ветра,
- относительная влажность,
- показатели погоды в окрестностях (местность разбивается на зоны с установленным шагом, например, 10x10 км),
- среднее значение температуры для текущего дня на основе многолетней статистики,
- разница текущего значения температуры и среднего значения температуры на основе многолетней статистики,
- облачность,
- высота над уровнем моря,
- перепад высот с окрестностями,
- доля водных объектов в точке прогноза и т.д.

В связи с тем, что традиционная сеть метеостанций не дает детальное представление о погодных условиях в конкретных точках области (где отсутствуют метеостанции), интерес представляет использование дополнительных источников метеорологической информации, способных предоставить сведения о барометрическом давлении, температуре, влажности, скорости движения воздуха. Такими источниками могут быть датчики температуры и влажности, датчики осадков, автоматические и компактные метеостанции и т.д. Так как эти данные могут иметь различную структуру и форму представления, а также не равномерно охватывать территорию Владимирской области, возникает задача интеграции и обработки таких неоднородных и неполных метеоданных.

### Литература

1. Local Weather Forecast, News and Conditions | Weather Underground <https>
2. Yu T.-W., Iredell M., Keyser D. Global data assimilation and forecast experiments using SSM/I wind speed data derived from a neural network application. *Wea. and Fcst.*, 1997, vol. 12. – P. 859-865.
3. LeMarshall J., Jung J., Derber J., Chahine M., Treadon R., Lord S.J., Goldberg M., Wolf W., Liu H.C., Joiner J., Woolen J., Todling R., P. van Delst, Tahara Y. Improving global analysis and forecasting with AIRS. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 2006, vol. 87. – P. 891-894.
4. Kiehl J.T., Hack J.J., Bonan G.B., Boville B.A., Williamson D.L, Rasch P.J. The National Center for Atmospheric Research community climate model CCM3. *J. Climate*, 1998, vol. 11. – P. 1131-1149.
5. Liu Q., Marchok T., Pan H.-L., Bender M., Lord S. Improvements in hurricane initialization and forecasting at NCEP with global and regional (GFDL) models. TPB 472, National Weather Service, U. S. Dept. of Commerce, 2000, 7 p.
6. Arakawa A., Mintz Y. The UCLA atmospheric circulation model. Dept. of Meteorology, U. California. 1974
7. Tracton M. S., Mo K., Chen W., Kalnay E., Kistler R., White G. Dynamical Extended Range Forecasting (DERF) at the National Meteorological Center. *Mon. Wea. Rev.*, 1989, vol. 117. – P. 1604-1635.
8. Шарапов Р.В. Адаптивное прогнозирование погоды с учетом локальных характеристик территории // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, №1, 2020. С. 55-60.