

12. С.П. Гнатюк, Тотне Паражо Ленке, Хаузер Золтан, Киш – Тош Лайош, С.В. Басов. Интегрированные медиакоммуникативные интерактивные информационные среды и инноватика. Сб. трудов V Международной научно-методической конференции «Интерактивные технологии и дистанционное обучение как инструмент повышения качества образования» С.-Пб, 2014, стр. 158 - 164.

13. С.П. Гнатюк, Тотне Паражо Ленке, С. В. Басов. Современные образовательные информационные технологии (соит) в интегрированной медиакоммуникативной интерактивной информационной среде. УДК 00(082), ББК 65.26, А 43 Сб. статей «Актуальные проблемы современной науки»: материалы Международной научно – практической конференции. в 4 ч. Ч.1/ отв. Ред. А.А. Скиасян. - Уфа: РИЦБашГУ, 2013.- 334 с., – С. 31 – 43.

14. Тотне Паражо Ленке, С. П. Гнатюк. Принципы системного подхода к созданию и анализ использования современных образовательных технологий (соит). Педагогический опыт применения on line тестирования для оценки знаний студентов. Сб. трудов V Международной научно-методической конференции «Интерактивные технологии и дистанционное обучение как инструмент повышения качества образования», С.-Пб, 2014, стр. 164 - 173.

15. Báthory Zoltán: Tanulók, iskolák, különbségek., OKKER, Budapest. 1997. p. 227

16. Newman W.M., Lamming M.G. Interactive System Design. Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1996, ISBN: 0-201-63162-8

УДК 551.583. (476): 614.87

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ ФРОНТАЛЬНЫХ ЗОН В ТРОПОПАУЗЕ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ СИНОПТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

Лопух П.С., Мицкевич Я.М.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
Lopuch49@mail.ru

The research of high-altitude frontal zones and their impact on the synoptic situation were implemented. A program TrFZ (Tropopause frontal zones) for automated processing of large volumes of Global Forecast Model data and build high-altitude fronts in tropopause for further study and comparison with the synoptic situation was created. In research were used geopotential height, vertical wind shear, pressure reduced to sea level, the maximum and minimum temperature values. Reanalysis data of the Global Forecast Model (in initialization moments - 00:00, 06:00, 12:00, 18:00) for the period from 01.01.2012 to 06.11.2013 were used. Identifying features of the general atmosphere circulation can improve the simulation accuracy of the synoptic situation at the local level.

В настоящее время широко внедряются цифровые технологии и методы. Особое развитие получило моделирование климата и прогнозирование погоды при использовании сложных вычислительных систем. Существует множество численных моделей для прогнозирования и моделирования климата: NCAR/UCAR Community Climate System Model (CCSM) - Совмещенная Глобальная Климатическая

ческая Модель Университетского Объединения Атмосферных Исследований (UCAR) [9], Оригинальная Глобальная Климатическая Модель (GCM) Годдардского Института (лаборатории наук о земле) Национального Управления по Аэронавтике и Исследованию Космического Пространства (GISS/NASA) с адаптированным интерфейсом для обычных пользователей [2], NOAA/Geophysical Fluid Dynamics LaboratoryCM2 - Глобальная Климатическая Модель Национального Управления Океаническими и Атмосферными Исследованиями США и Геофизической Лаборатории Динамики Поток [3], TheGlobal Forecast System(GFS) - Глобальная Прогнозная Модель [3], ClimateForecastSystemversion 2(CFS2) - Климатическая Прогнозная Система версия 2 [5], Weather Research and Forecasting (WRF)- Прогнозирование и Расчёт Погоды [9] и многие другие.

Каждая из моделей характеризуется собственными схемами параметризации, которых существует великое множество [11]. Успешность прогнозов и расчетов напрямую зависит от выбора первичных параметров инициализации. В данной работе произведен поиск зависимостей между распределением высотных фронтальных зон на уровне тропопаузы и положением основных барических образований в Северном полушарии, синоптической ситуацией, что в значительной степени может повлиять на качество численных прогнозов погоды.

Согласно схеме общей циркуляции атмосферы между основными ячейками на уровне тропопаузы должны существовать зоны распространения струйных течений, поверхностей фронтальных разделов. Они характеризуются большими барическими и термическими градиентами, представляя собой зоны сгущения метеорологических полей, которые играют значительную роль в развитии крупномасштабной циркуляции атмосферы, в том числе в активизации циклонической деятельности в умеренных широтах.

Изучением общей циркуляции атмосферы занимались многие ученые [8]. В частности, ее влияние на исторический режим рек Беларуси исследовалось в работе: "Влияние атмосферной циркуляции на исторический режим рек Беларуси" [7]. На текущем этапе развития человечества фактически каждая глобальная модель является своего рода упрощением общей циркуляции атмосферы со своими допущениями и дополнениями.

Актуальность работы заключается в попытке найти закономерности, которые бы позволили определять первоначальные параметры инициализации численных моделей на региональном уровне для прогнозирования погоды, исследовать климат со стороны проявления подобных ситуаций распределения блокирующих процессов и барических образований, которые довольно ярко представлены в классификации Б.Л. Дердеевского и его последователей [6], что в совокупности позволит повысить точность прогнозов на территории Беларуси.

Особенностью, что и определяет важность изучения данных зон, является их размещение на границе взаимодействия тропосферы и верхних слоев атмосферы, которые характеризуются своей системой циркуляции, отличающимися процессами обмена энергиями, изменчивостью. Таким образом, определенная географическая локализация глобальных высотных фронтальных зон теоретически должна сказываться на траектории движения активных барических образований (циклонов) и, косвенно, на движении пассивных центров действия атмосферы (антициклонов) в пределах циркуляционных ячеек, так как они являются неотъемлемой их частью, системой обмена энергией между низкими и высокими широтами [8].

Для вычисления нанесения и отображения высотных фронтальных зон численными методами необходимо определить основные характеристики данного явления. Согласно общепринятым представлениям, данным наблюдений высотные фронтальные зоны в пределах тропопаузы характеризуются: значительными перепадами высот или разрывом тропопаузы; значительными градиентами температуры, высокими значениями вертикального сдвига ветра.

Для отображения ВФЗ, для их определения нами создана программа "TrFz". Она включает возможности построения карт с отображением следующих параметров ОЦА: градиентов геопотенциальной высоты тропопаузы меридионального и широтного направлений; градиентов температуры на высоте тропопаузы меридионального и широтного направлений, вертикального сдвига ветра; давления приведенного к уровню моря.

Данная программа представляет инструмент, который в функциональной структуре использует ряд модулей, созданных непосредственно для работы с большими массивами данных, построения интерфейса и др. При ее написании использованы ресурсы, которые располагаются в свободном доступе - язык программирования Python версии 3.2.5 [9] с разнообразными доступными модулями (numpy [14] - для численных операций с массивами данных, pygrib [15] - для работы с файлами в формате международной метеорологической организации (grb.2), Tkinter [18]- для создания интерфейса, Matplotlib [13] - для представления данных в виде карт и др.), операционная система Fedora 19 [11], (рис. 1).

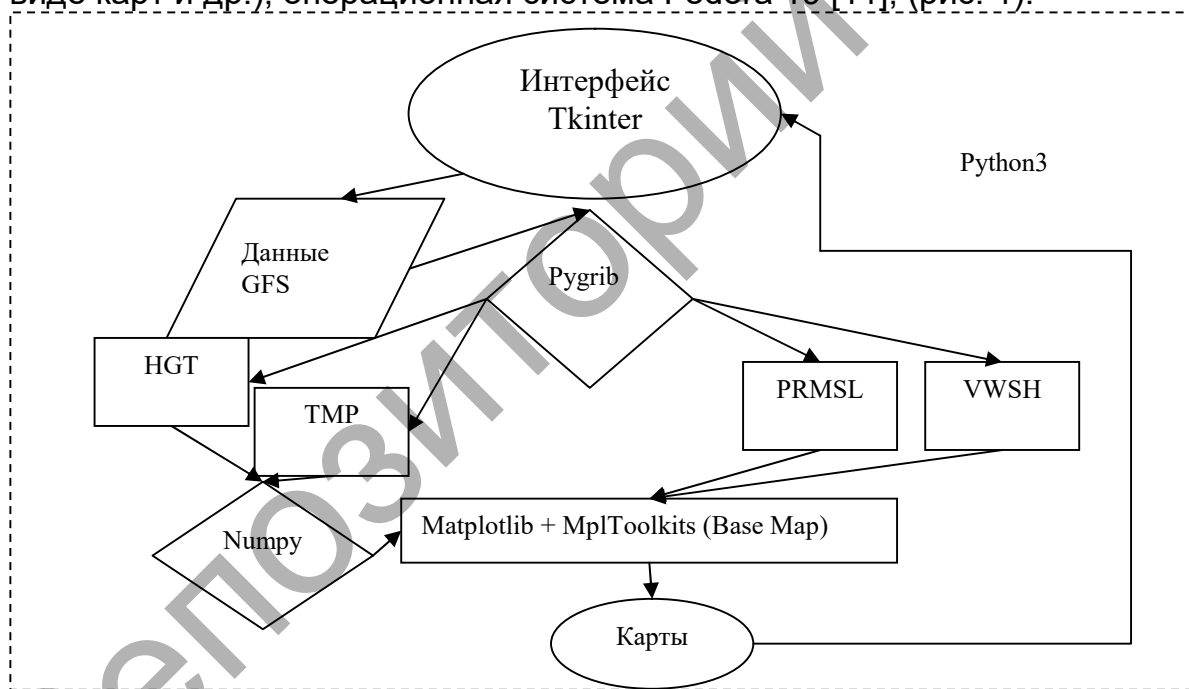


Рисунок 1 – Логическая схема моделирования ВФЗ

Для отображения и анализа поведения барических образований при изучении соответствующих перемещений ВФЗ внесены функции расчета и нанесения локальных минимумов(циклонов), максимумов (антициклонов). Для более четкого отображения зон повышенного изменения полей величин (температуры и высоты тропопаузы) введена маска, которая была определена при помощи визуального тестирования. Таким образом, были скрыты значения градиентов геопотенциальной высоты тропопаузы по модулю не превышающие значение 100 м на единицу грида (на 0,5° сети), их расчет производится с юга на север.

Для повышения эффективности работы, что особенно актуально при изучении климатической изменчивости, программа способна обработать значительное количество файлов за один сеанс инициализации. В перспективе при усовершенствовании программы и внесении в нее новых функциональностей для работы с проекциями, более качественного отображения фронтов, применении 3D моделирования, более детального изучения в пространстве и времени, данная методика позволит более точно учитывать ОЦА при прогнозировании погоды на территории Беларуси.

Материалами для исследования послужили данные Глобальной прогнозной Модели (GFS), которые были получены с сайта Национального Управления Океаническими и Атмосферными Исследованиями (NOAA), которое является научным департаментом в составе Министерства торговли Соединенных Штатов, сосредоточено на условиях и взаимодействии океанов и атмосферы. Файлы с сайта были загружены в сжатом формате ГРИБ (grb2) - формате передачи и кодировки Международной Метеорологической Организации [3].

Для исследования необходимы не все поля величин, которые включены в первичные файлы GFS. Было проведено максимально возможное уменьшение данных файлов, при использовании ключевых имен полей величин и их уровней. В результате в выборке материалы по ОЦА в Северном полушарии включают следующие переменные: HGT - геопотенциальная высота тропопаузы, PRMSL - давление приведенное к среднему уровню моря, TMP - температура на уровне тропопаузы, TMP MAX и TMP MIN - максимальные и минимальные температуры, VWSH - вертикальный сдвиг ветра.

В расчетах и построении карт были использованы файлы реанализа Глобальной Прогнозной Модели (GFS): величины за время инициализации модели (за 00, 06, 12, 18 часов из всех дней выбранного периода исследований). Один файл после произведенной выборки, отсечения Южного полушария в среднем составляет 1 мб, из 50-60 доступных. Для исследований был выбран период с 01.01.2012 по 06.11.2013 гг, что приблизительно составляет около 2700 файлов.

При моделировании ВФЗ и анализе реальных синоптических ситуаций были получены следующие результаты:

- При наличии четких ВФЗ на уровне тропопаузы часто прослеживается совпадение траекторий движения активных ячеек с их конфигурацией.
- При создании или перемещении ВФЗ в области пассивных ячеек циркуляции, в данные области, как правило, помещаются сильно развитые циклоны.
- Высота тропопаузы очень изменчивая величина, нужно проводить дополнительные исследования для изучения данных колебаний.
- Система общей циркуляции довольно идеализированная система, которая не всегда соответствует действительности, но в отдельных случаях она может быть довольно полезной для объяснения наблюдаемых явлений. Необходимо использовать дополнительные инструменты для более глубоких исследований сущности наблюдаемых процессов

Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности дальнейшего моделирования высотных фронтальных с целью выявления закономерностей изменчивости циркуляционных процессов. Динамические процессы

в тропосфере формируют области, обладающие колоссальными обменами энергии, которые располагаются не только между ячейками циркуляции, но и на границе между различными слоями атмосферы. Выявление закономерностей крупномасштабной циркуляции дает возможность более точного моделирования синоптической ситуации на локальном уровне.

Список литературы

1. Архив новостей погоды Республиканского Гидрометцентра. URL: <http://pogoda.by/news/> (дата обращения: 18.10.2013).

2. Оригинальная NASA/GISS глобальная климатическая модель (GCM): модель Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA) США. URL: <http://www.giss.nasa.gov/tools/modelE/> (дата обращения: 22.10.2013).

3. Глобальная Прогнозная Модель (GFS) URL: <http://www.emc.ncep.noaa.gov/index.php?branch=GFS> (дата обращения: 16.10.2013).

4. Глобальная климатическая модель Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями США и геофизической лаборатории динамики потоков URL: <http://nomads.gfdl.noaa.gov/CM2.X/> (дата обращения: 28.10.2013).

5. Климатическая Прогнозная Система версия 2 (CFS2), URL: <http://cfs.ncep.noaa.gov/> (дата обращения: 09.10.2013).

6. Кононова, Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому/ Н.К. Кононова; отв. ред. А.Б. Шмакин; Российская акад. наук, Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. 372 с

7. Лопух П.С., Партасенок И.С. Влияние атмосферной циркуляции на гидрологический режим рек Беларуси. // Мн. БГУ, 2013, 210 с.

8. Лоренц, Э.Н. (1970) Природа и теория общей циркуляции атмосферы // Л.: Гидрометеиздат, 1970. 260 с

9. Прогнозирование и Расчёт Погоды (WRF). URL: <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/> (дата обращения: 07.10.2013)

10. Совмещенная глобальная климатическая модель, Университетского объединения атмосферных исследований (UCAR). URL: <https://ccsm.ucar.edu> (дата обращения: 11.10.2013)

11. Fedora operating system project. URL: <https://fedoraproject.org/>.

12. General Circulation Models of Climate URL: <http://www.aip.org/history/climate/GCM.htm>.

13. Matplotlib module for Python. URL: <https://www.matplotlib.org>

14. Numpy module for Python. URL: <https://www.numpy.org>

15. Pygrib source. URL: <https://code.google.com/p/pygrib>

16. Python home page. URL: <http://www.python.org/>

17. Studies of the General Circulation of the Atmosphere with a Simplified Moist General Circulation Model <http://www.atmos.washington.edu/~dargan/papers/thesis.pdf>

18. Tkinter interface module for python URL: <https://docs.python.org/library/tkinter.html>