

ЦИФРОВОЕ КАРТИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СХЕМ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ ПРИ АНАЛИЗЕ ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

В.В. Мацковский, Н.К. Кононова

Институт географии РАН, 119017 Москва, Старомонетный пер., 29, тел. (495) 129-04-74, факс (495) 959-00-33, e-mail: vmatskovsky@mail.ru; ninakononova@yandex.ru

Введение

В последние десятилетия растёт повторяемость метеорологически обусловленных стихийных бедствий [9, 10]. В наших предыдущих работах, говоря об изменении характера циркуляции атмосферы, приводящего к таким последствиям, мы опирались на динамические схемы элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) в типизации Б.Л. Дзердзеевского и др. [2], карты среднего приземного атмосферного давления за период 1970–1978 гг. [11] и графики многолетнего хода суммарной месячной и годовой продолжительности ЭЦМ и их групп [3, 5]. В настоящей работе впервые представлены средние карты давления на уровне моря по периодам с однородным характером циркуляции атмосферы для макропроцесса, с которым связано наибольшее количество опасных природных процессов тёплого периода – ЭЦМ 13 л, а также показано изменение повторяемости стихийных бедствий от одного периода к другому. Также приведено краткое описание использованного массива данных, методов и средств цифрового картирования.

Методы и материалы

Для построения средних карт давления на уровне моря для ЭЦМ 13 л использовались данные моделирования проекта NCEP/NCAR Reanalysis [12]. Проект направлен на составление ретроактивной летописи глобального анализа метеорологических параметров более чем за 50 лет. В открытом доступе имеются данные по многочисленным параметрам – от температуры до скорости ветра и величины снежного покрова – с различной детализацией по времени (моделирование с интервалом в 6 часов, средние за день, месяц), готовые статистические характеристики этих показателей.

Мы использовали данные, содержащие средние значения давления на уровне моря за каждый день с 01.01.1948 по 31.12.2007 для всей поверхности Земли с разрешением $2,5^\circ$ по широте и долготе (итого приблизительно 144 (долгота) * 73 (широта) * 365 (сутки) * 60 (годы) = $230,212,800$ значений). Вполне естественно, что для обработки такого объема информации потребовалось обеспечить высокую степень автоматизации процесса. Указанные данные были получены с веб-сайта <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis/> в виде файлов в формате netCDF, по одному за каждый год, и считаны из этих файлов с помощью шлюза MexNC пакета Matlab к си-интерфейсу формата. Также использовался календарь последовательной смены ЭЦМ за эти годы [5].

Для автоматизации процесса построения карт, календарь был переведен в удобный для обработки вид (числовые файлы в формате MS Excel за каждый год для данного типа циркуляции, содержащие интервалы продолжительности ЭЦМ). Также была написана программа для исполнения в среде Matlab, получающая на вход интервал для построения карты (в годах), файлы с данными приземного давления в формате netCDF (по одному за год) и файлы с данными в формате MS Excel о продолжительности исследуемого типа ЭЦМ (по одному за год). На выходе мы получили средние карты атмосферного давления на уровне моря при ЭЦМ 13 л для каждого из заданных периодов с однородным характером циркуляции атмосферы: (рис. 1). Средние данные получены как среднее арифметическое по всем дням с ЭЦМ 13л за анализируемый период.

Карты строились с помощью инструментария Mapping Toolbox пакета Matlab [13]. Этот инструментариий предоставляет набор функций и графических пользовательских интерфейсов для построения карт и проведения анализа картографических данных в среде Matlab. Он позволяет создавать карты, включающие данные в различных форматах (векторных, растровых, сеточных) и в разных масштабах и отображающие их в правильных пространственных отношениях. Инструментарий поддерживает стандартные виды анализа, такие как построение высотных профилей или вычисления, учитывающие кривизну земной поверхности. Большинство функций Mapping Toolbox написаны на языке Matlab с открытым кодом, что означает возможность проверить алгоритмы или изменить их в зависимости от поставленных задач. Основными чертами инструментария являются: импорт данных из стандартных ГИС и картографических форматов; организация, комбинирование, анализ и другие манипуляции с картографическими данными; поддержка 60 наиболее важных и известных картографических проекций; создание двух- и трехмерных изображений.

В нашем случае использовалась проекция сеточных данных (азимутальная Бройсинга (Breusing), с центром в Северном полюсе) и их визуализация с помощью изолиний и цветовой шкалы.

Для анализа изменения повторяемости стихийных бедствий от одного периода к другому в работе использованы данные об их повторяемости в различных регионах России и ближнего зарубежья за прошлые годы [4, 6, 7, 8] и даты их проявления в новом тысячелетии на территории России [1].

Полученные результаты

Анализ полученных карт показывает, прежде всего, устойчивость положения центров действия атмосферы в течение всего XX и начала XXI века: пониженное давление на северном полюсе (ниже 1005 гПа), повышенное – над океанами (выше 1020 гПа в центре азорского и гонолульского антициклонов) и пониженное над континентами (ниже 1010 гПа над Сибирью, Средней и Центральной Азией, а также Северной Америкой). Вместе с тем, у каждого периода есть свои особенности. Так, в конце зональной эпохи, в 1948–1956 гг., гребень азорского антициклона распространялся на Западную Европу (граница между высоким и низким давлением условно проходит по изобаре 1015 гПа). По северу Евразии перемещались атлантические циклоны, а на юге Европейской территории России (ЕТР) и Западной Сибири господствовали средиземноморские. На Прибайкалье

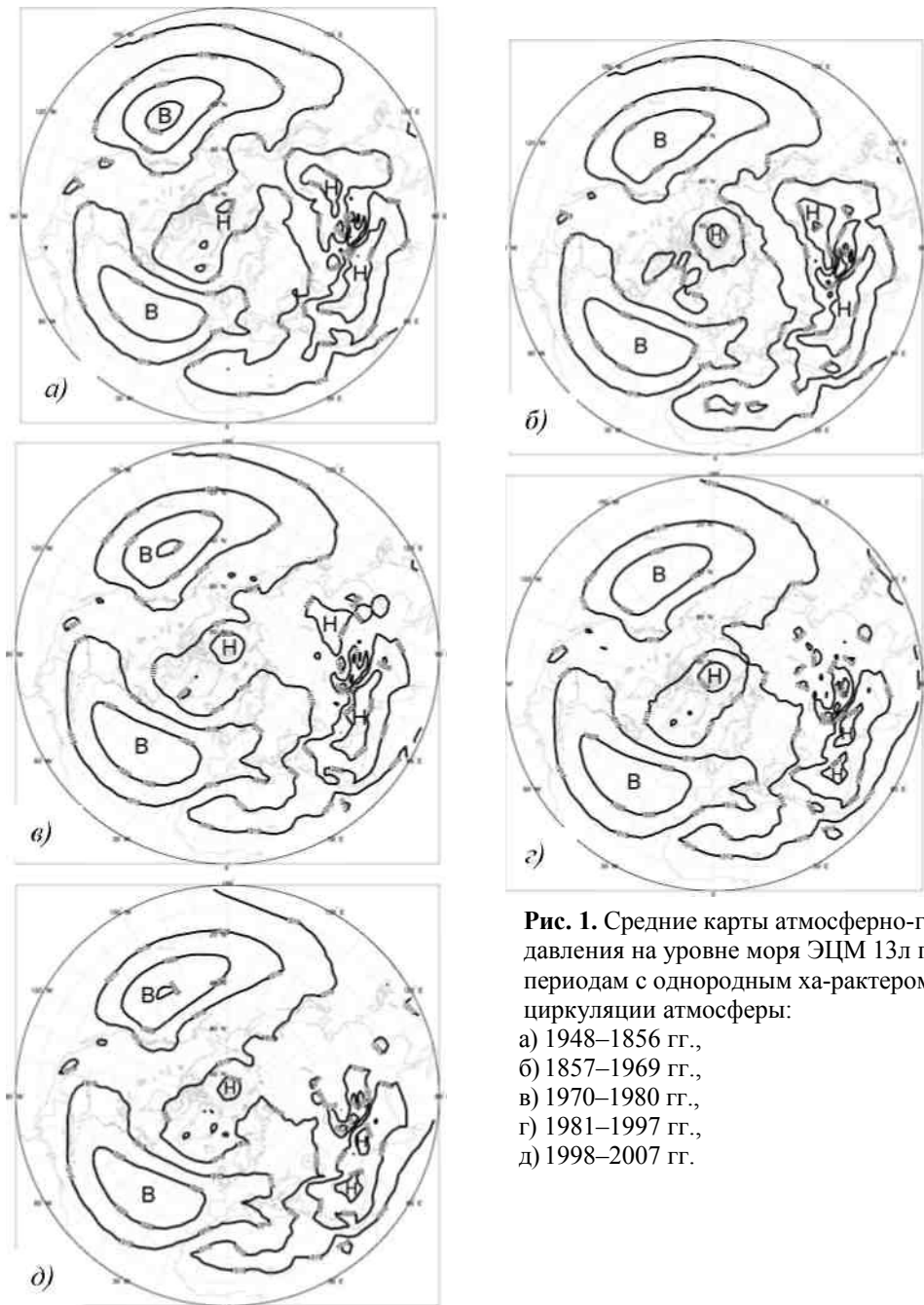


Рис. 1. Средние карты атмосферно-го давления на уровне моря ЭЦМ 13л по периодам с однородным ха-рактером циркуляции атмосферы:
а) 1948–1856 гг.,
б) 1857–1969 гг.,
в) 1970–1980 гг.,
г) 1981–1997 гг.,
д) 1998–2007 гг.

Таблица 1. Повторяемость метеорологически обусловленных опасных природных процессов в разных регионах России по периодам с однородным характером циркуляции

Циркуляционные периоды	Характеристика	Число случаев зарегистрированных стихийных бедствий в год		
		Северный Кавказ	Прибайкалье	Дальний Восток
1948–1956	Конец зональной эпохи	0,62	0,14	1
1957–1969	Период роста продолжительности меридиональных северных процессов	0,75	0,15	2
1970–1980	Период роста продолжительности зональных процессов	0,7	0,25	2
1981–1997	Период роста продолжительности меридиональных южных процессов	2,2	0,5	3
1998–2007	Период уменьшения продолжительности меридиональных южных процессов и роста меридиональных северных и зональных	2,0	0,4	3

выходили циклоны, зародившиеся на монгольской ветви полярного фронта, а на Дальний Восток – тайфуны, трансформировавшиеся в южные циклоны умеренных широт.

Повторяемость известных опасных природных процессов (табл. 1) достигла максимума в 1981–1997 гг. и почти не снизилась в последнее десятилетие, благодаря обострению атмосферных фронтов южных циклонов при затоках арктического воздуха и увеличению в связи с этим количества осадков.

Выводы

Построение цифровых карт атмосферного давления на уровне моря для ЭЦМ по периодам с однородным характером циркуляции открывает возможности полнее исследовать причины возникновения метеорологически обусловленных опасных природных процессов, а также предвидеть их развитие, опираясь на выявленные особенности атмосферных процессов в каждом периоде.

Литература

1. Гидрометцентр России. О погоде – из первых рук. <http://www.meteoinfo.ru>
2. Дзердзеевский Б.Л. Избранные труды. Общая циркуляция атмосферы и климат. М.: Наука, 1975. 288 с.
3. Кононова Н.К. Исследование многолетних колебаний циркуляции атмосферы северного полушария и их применение в гляциологии. Приложение – Календарь последовательной смены ЭЦМ за 1986–2002 гг. // Материалы гляциологических исследований. 2003. Вып. 95. С. 45–65.
4. Кононова Н.К. Стихийные бедствия на Северном полушарии и в России в XX–XXI веках и их связь с макроциркуляционными процессами // Проблемы анализа риска. 2007. Т. 4, № 1. Гидрометеобезопасность. С. 49–72.

5. Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы в XX – начале XXI века. <http://www.atmospheric-circulztion.ru>
6. Кононова Н.К., Мальнева И.В. Влияние изменения характера атмосферной циркуляции на активность опасных природных процессов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2003. № 4. С. 52–62.
7. Кононова Н.К., Мальнева И.В., Сейнова И.Б. Роль атмосферных процессов в формировании селей в различных районах России // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22–29 сентября 2008 г. / Отв. ред. С.С. Черноморец. Пятигорск: Ин-т «Севкавгипроводхоз», 2008. С. 117–120.
8. Кононова Н.К., Мокров Е.Г., Селиверстов Ю.Г., Тареева А.М. Связь схода лавин с циркуляцией атмосферы Северного полушария // Материалы гляциологических исследований. 2005. Вып 99. С. 94–98.
9. Осипов В.И. Природные катастрофы как глобальные и национальные угрозы.// Оценка и управление природными рисками. Т. 1. Москва, Российский университет дружбы народов, 2003. С. 288–292.
10. Осипов В.И. Предисловие к кн.: Сергеевские чтения, вып. 9. Опасные природные и техноприродные экзогенные процессы: закономерности развития, мониторинг и инженерная защита территорий. М.: ГЕОС, 2007. С. 5–6.
11. Савина С.С., Хмелевская Л.В. Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований. № 9. М., 1984. 146 с.
12. Kalnay, E., and Coauthors, The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project // Bull. Amer. Meteor. Soc. 1996. V. 77. P. 437–471.
13. Mapping Toolbox. Introduction and key features. <http://www.mathworks.com/products/mapping/>