

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО АРХИВА ДАННЫХ ОБЛАЧНОСТИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С МСЗ СЕРИИ «METEOSAT»

Т.М. Баянкина

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: bayankina_t@mail.ru

В работе рассмотрены источники спутниковых данных по облачности для формирования архива по Средиземноморскому бассейну в период 1983 – 2009 гг. Приведены сведения об архивах спутниковых изображений облачности, полученных из различных источников. Выполнен сравнительный анализ характеристик распределения облачности в Средиземноморском бассейне, полученных по данным из разных архивов.

Введение. Быстро развивающиеся экстремальные погодные условия существенно влияют на безопасность и величину наносимого экономического и экологического ущерба в различных районах. Для предупреждения о возможности образования таких условий в настоящее время метеорологи анализируют комплекс фактической и прогностической метеорологической информации. Необходимость одновременного учета разных видов информации связана с тем, что каждый из используемых видов обладает определенными ограничениями. Современные инструментальные наблюдения за сезонными и годовыми изменениями погоды в глобальном масштабе начались более 50 лет назад. Для этого метеорологи использовали синоптические карты и другую информацию, получаемую от редкой сети наземных и аэрологических наблюдений. Дальнейшее развитие наблюдательной системы за изменениями погоды и климата началось с конца 60-х начала 70-х годов после запуска ряда метеорологических спутников. К концу 70-х и в первой половине 80-х годов были разработаны

первые прототипы геостационарных оперативных метеорологических наблюдательных систем, к числу которых относятся метеорологические спутники (МСЗ) серии «Meteosat». Геостационарные спутники обеспечивают непрерывное наблюдение за земной поверхностью, компенсируя пробелы по сбору в наземных метеорологических данных, которые не могут охватить все пространства океанов и различных районов суши. Преимущества геостационарных спутников расположенных на высоте 36000 км следующие:

- сканирование земной поверхности каждые 30 мин и 15 мин спутниками первого и второго поколений соответственно, что делает их идеальными для метеорологических исследований;
- проведение наблюдений одновременно в глобальном масштабе и непрерывном режиме;
- наблюдение крупно- и мезомасштабных синоптических систем с одной и той же точки обзора;
- проведение мониторинга и своевременное оповещение о зарождении и приближении циклонов, создающих штормовые условия.

Спутниковые изображения позволяют получать данные о параметрах облачного покрова и зонах осадков, опасных природных явлениях (тайфуны и мощные штормовые циклоны, наводнения, пыльные бури, сели, снежные лавины и др.) [1].

Типизация крупномасштабных структур облачного покрова и установление их связи с погодообразующими процессами позволяет определять степень покрытия облаками земной поверхности, структуру поля облачности и форму облаков [2].

Целью работы является обсуждение архива данных облачности над Средиземноморским регионом на основе спутниковых изображений с МСЗ серии «Meteosat» за период 1983 – 2009 гг.

Источники поступления спутниковых данных облачности для формирования архива. Для изучения изменчивости полей облачности в Средиземноморском регионе в МГИ НАНУ сформирован архив спутниковых изображений с

МСЗ серии «*Meteosat*» в период 1983–2009 гг.

Первоначально архив формировался на основе непосредственного приема данных с МСЗ «*Meteosat*» с помощью программно-аппаратного комплекса «ПЛК METEOSAT», позволявшего обрабатывать снимки МСЗ «*Meteosat*», передаваемые в формате *WEFAX* [3]. Однако объем полученных данных 1996 – 2000 гг., за которые была принята информация оказался недостаточным для ее использования в целях анализа климатологии облачного покрова над Средиземноморским регионом. С учетом этого, архив был пополнен данными за период 2001 – 2009 гг. принятymi по сети Internet с сайта <http://www.sat.dundee.ac.uk>. Эти данные, совместно с ранее принятими позволили решить ряд следующих задач: рассмотреть различные подходы к климатическому районированию условий образования средиземноморских циклонов и их траекторий; определить погодно-климатические аномалии в районе Черного моря при выходе на него циклонов; использование дешифровочных признаков облачного покрова по спутниковым изображениям позволило выделить различ-

ные облачные ассоциации над Средиземноморским бассейном [4].

В ходе дальнейших работ, была поставлена задача создания Атласа облачности над регионом за климатический ряд наблюдений. Данные предыдущих двух архивов оказались не совсем подходящими для этих целей, поскольку для расчета балла облачности по спутниковым снимкам, необходимо использовать нормализованные спутниковые снимки или данные о радиационных температурах передаваемые в цифровом формате. В качестве источников этих данных, был использован архив Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (*EUMETSAT*), в период 1983 – 2009 гг. с сайта <http://www.eumetsat.ini> [1, 5, 6]

Решение создать новый архив было принято в виду того, что в двух предыдущих архивах были пропуски в данных, зашумленные изображения (по техническим причинам аппаратуры приемной станции).

В табл. 1 представлена спутниковая система серии «*Meteosat*», перечислены годы их запусков и период работы на орбите.

Таблица 1

Спутниковая наблюдательная система серии «*Meteosat*»

Спутники ИСЗ « <i>Meteosat</i> » первого поколения	Год запуска и период работы	Спутники ИСЗ « <i>Meteosat</i> » второго поколения	Год запуска и период работы
<i>Meteosat-1</i>	1977 – октябрь 1979*		
<i>Meteosat-2</i>	1981–1991		
<i>Meteosat-3</i>	1988 – 1995		
<i>Meteosat-4</i>	1989 – 1995		
<i>Meteosat-5</i>	1991 – 2007		
<i>Meteosat-6</i>	1993 – 2006		
<i>Meteosat-7</i>	1997 – 2013		
		<i>MSG-1</i> (<i>Meteosat-8</i>)	2002, по настоящее время
		<i>MSG-2</i> (<i>Meteosat-9</i>)	2005, по настоящее время

MSG-1 – первый спутник второго поколения метеорологической системы «*Meteosat*», в дальнейшем переименованный в «*Meteosat-8*», начал свою оперативную службу в январе 2004 года. Второй спутник этой серии, *MSG-2* (переименованный в «*Meteosat-9*») в настоящее время расположен на 0°и работает в оперативном режиме, «*Meteosat-8*» смешен

на 9°з.д. «*Meteosat-7*», в настоящее время находится над Индийским океаном на 63°з.д. Следует отметить, что многолетние ряды спутниковых данных по облачности позволяют изучать изменения климата и помогают синоптикам предсказывать особо опасные явления погоды (штормы, циклоны и др.) [7].

На геостационарных спутниках серии «Meteosat» первого поколения изображения принимались в трех, а на спутниках второго поколения – в 12 спектральных каналах, это говорит

о дальнейших более перспективных исследованиях изучения климата, данные спектральных каналов и диапазоны спектров представлены в табл. 2 [1].

Таблица 2

Спектральные каналы сканирующих радиометров и диапазоны спектров на метеорологических спутниках серии «Meteosat» первого и второго поколений

Спектральные каналы	Диапазон спектра, для спутников первого поколения, мкм	Диапазон спектра, для спутников второго поколения, мкм
Видимый (VIS)	0,5 – 0,9	0,6; 0,8; 1,6; 3,9
Инфракрасный (IK)	10,55 – 12,5	9,7; 10,8; 12,0; 13,4
Водяной пар (WV)	5,75 - 7,1	6,2; 7,3; 8,7

Европейская организация по эксплуатации метеорологических спутников (EUMETSAT). EUMETSAT образовалась в 1986 г. на основе Международной Конвенции и согласована с 18 странами членов Европейского Союза (ЕС). Основной целью этой организации является создание, поддержание и эксплуатация европейской системы оперативных метеорологических спутников. Она отвечает за запуск и эксплуатацию спутников, долгосрочное хранение спутниковых изображений и предоставление пользователям информации из его каталогов.

Задача EUMETSAT состоит в предоставлении спутниковых данных накопленных на протяжении трех последних десятилетий с максимально возможной степенью точности, надежности и стабильности.

В 1995 году EUMETSAT был утвержден, как единый центр спутниковых метеорологических данных. EUMETSAT состоит из двух основных сегментов: наземного и спутникового. Из наземного сегмента данные поступают со всех платформ и по различным каналам связи, передаются непосредственно в Центр управления и приема метеорологических данных со спутников и расположен в штаб-квартире в Дармштадте (Германия). В данном центре осуществляется

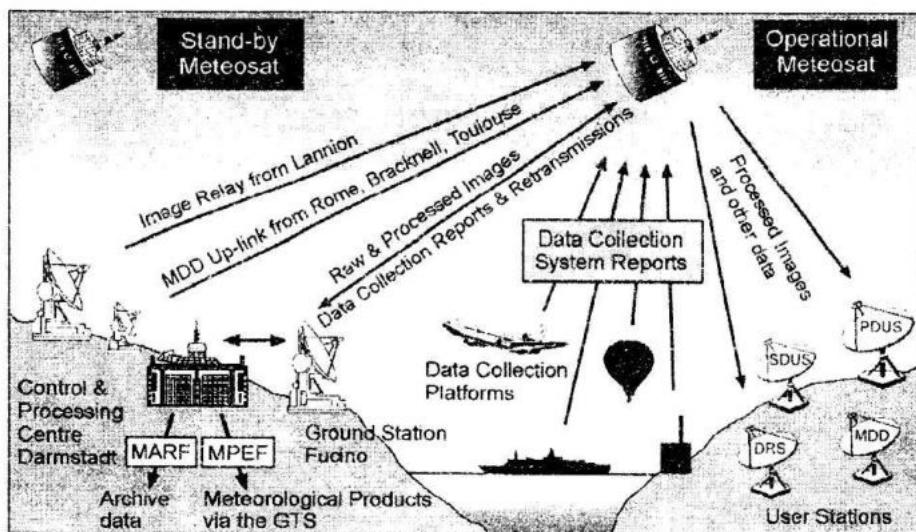
обработка принятых данных, после чего они в оперативном режиме предстаются в распоряжение Национальным метеорологическим службам стран – участниц проекта и международным метеорологическим организациям [1, 5, 7].

Кроме того, полученные данные записываются в архивы долговременного хранения, предназначенные для дальнейшего использования полученной информации другим потребителям. Собственником архива является EUMETSAT, который включает в себя сайт <http://archive.eumetsat.org/umarf>, предназначенный для обеспечения *Online* доступа к данным по сети *Internet* после предварительной регистрации. Наземный сегмент интерфейсов обеспечивает связь между U-MARF и наземными станциями, позволяя им осуществлять автоматизированный поиск данных. Архивное хранилище, как ядро U-MARF, управляет системами хранения данных (библиотеками, дисками и т.д.) [1].

Архив EUMETSAT имеет следующие особенности: файлы хранятся в упакованном виде в цифровом OpenMTP и графическом GIF-форматах. При поступлении заказов от пользователей выбранные файлы копируются на FTP-сервер без ограничений на количество получаемых файлов спутниковых изображений в цифровом или графическом

форматах. Полученные спутниковые изображения облачности из архива включают в себя различные ступени контроля качества данных и являются предметом авторского права *EUMETSAT* [1, 5]. Общая структура наземного комплекса «*EUMETSAT*» представлена на рис. 1 [6].

В табл. 3 представлена информация о наличии изображений в архиве Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (*EUMETSAT*) с геостационарных метеорологических спутников серии «*Meteosat*» за период 1983 – 2009 гг.



Р и с. 1. Структура наземного комплекса «*EUMETSAT*»

Таблица 3
Архив спутниковых изображений облачности с МСЗ серии
«*Meteosat*» на основе Европейского архива *EUMETSAT* за период 1983 – 2009 гг.

Годы	Месяцы	Диапазон спектра	Спутник	Количество снимков, шт
1983 – 1987	01–12	видимый	<i>Meteosat-2</i>	1825
1988	01–08	—"	<i>Meteosat-2</i>	240
1988	09–12	—"	<i>Meteosat-3</i>	120
1989	01–06	—"	<i>Meteosat-3</i>	180
1989	07–12	—"	<i>Meteosat-4</i>	180
1990	01, 05 – 12	ИК	<i>Meteosat-4</i>	270
1990	02	—"	<i>Meteosat-3</i>	27
1991–1993	01–12	—"	<i>Meteosat-4</i>	1095
1994	01–02	—"	<i>Meteosat-4</i>	58
1994	03–12	—"	<i>Meteosat-5</i>	300
1995 – 1996	01–12	—"	<i>Meteosat-5</i>	724
1997	01–02	—"	<i>Meteosat-5</i>	57
1997	03–12	—"	<i>Meteosat-6</i>	300
1998	01–06	—"	<i>Meteosat-6</i>	300
1998	07–12	—"	<i>Meteosat-7</i>	180
1999	01–12	—"	<i>Meteosat-7</i>	364
2004 – 2007	01–12	—"	<i>Meteosat-7</i>	1456
2008 – 2009	01–12	—"	<i>Meteosat-9</i>	724
	27 лет			8400

Как видно из табл. 3, что из 27-летнего архива *EUMETSAT* было принято 8400 спутниковых снимков. Однако, с 1983 по 1989 гг. в данном архиве отсутствовали ИК-изображения, поэтому были принятые снимки в видимом диапазоне спектра. Блок-схема сформированных архивов спутниковых изображений облачности в различные периоды представлена на рис. 2, где показано, что архив *EUMETSAT* представлен наибо-

лее длительным и непрерывным рядом наблюдений.. Такой ряд позволяет построить среднемесячные, среднегодовые и сезонные карты облачности и показать на качественном уровне возможную связь их с крупномасштабными процессами системы океан – атмосфера, такими как САК и ЭНЮК.

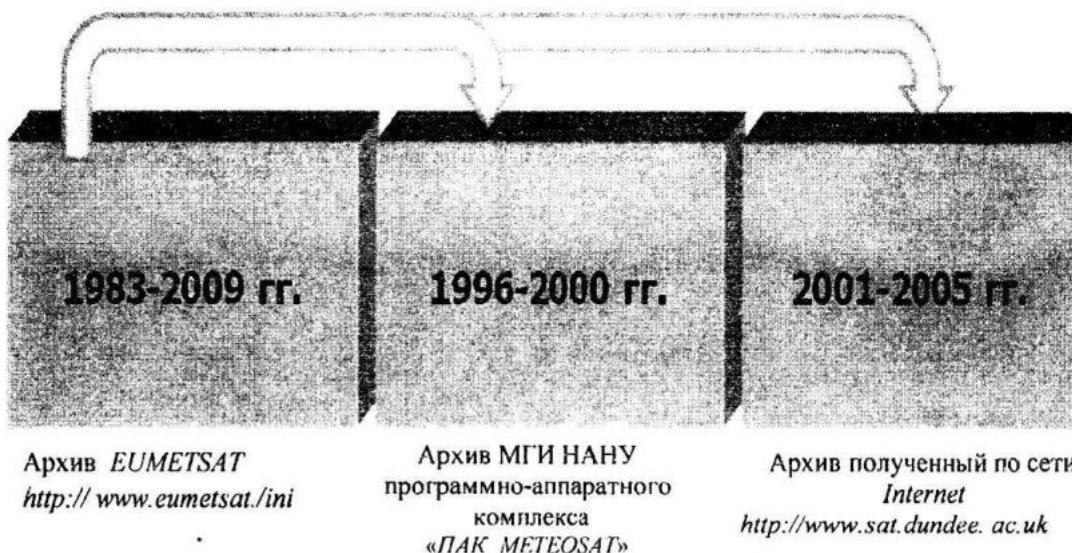
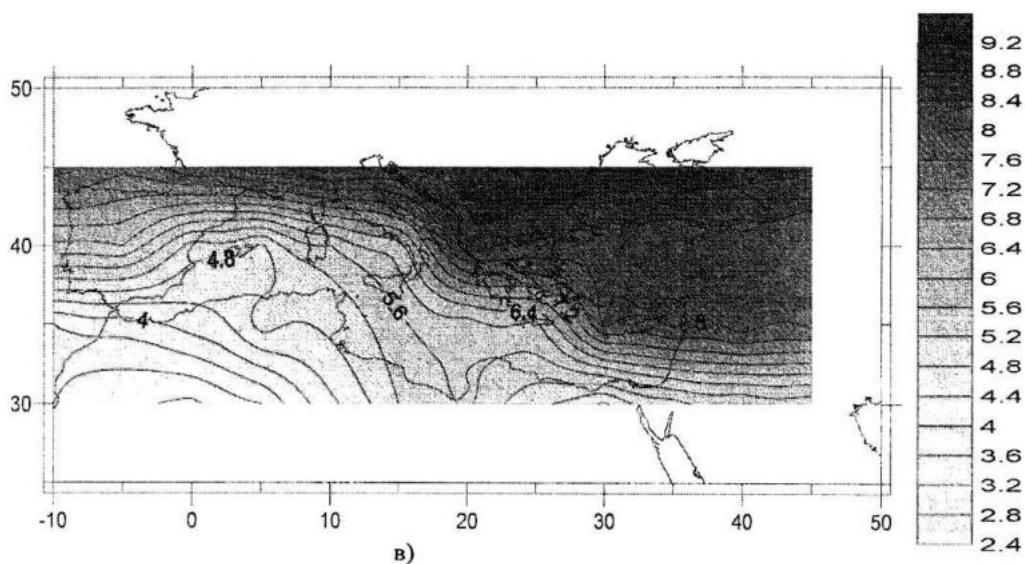
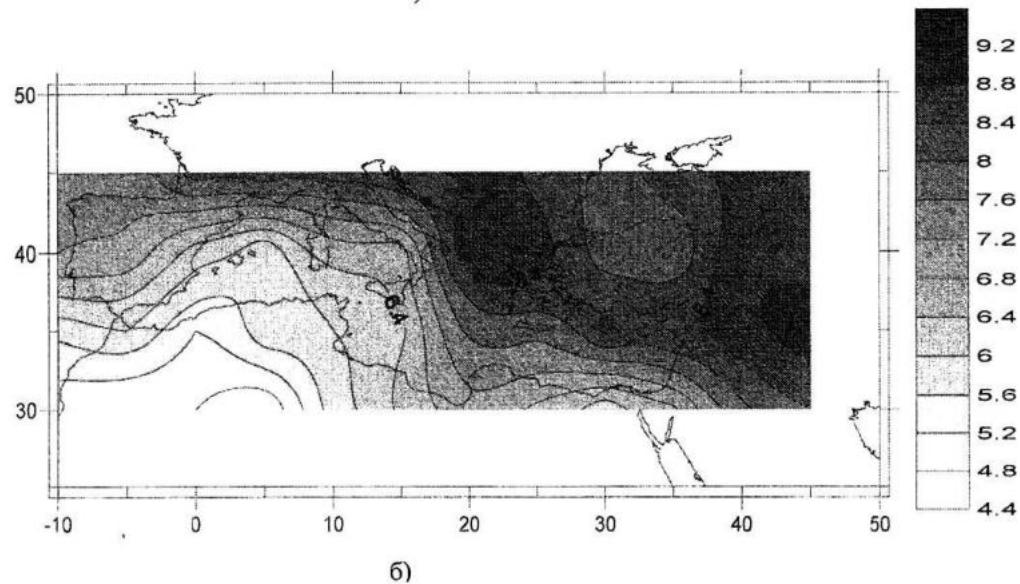
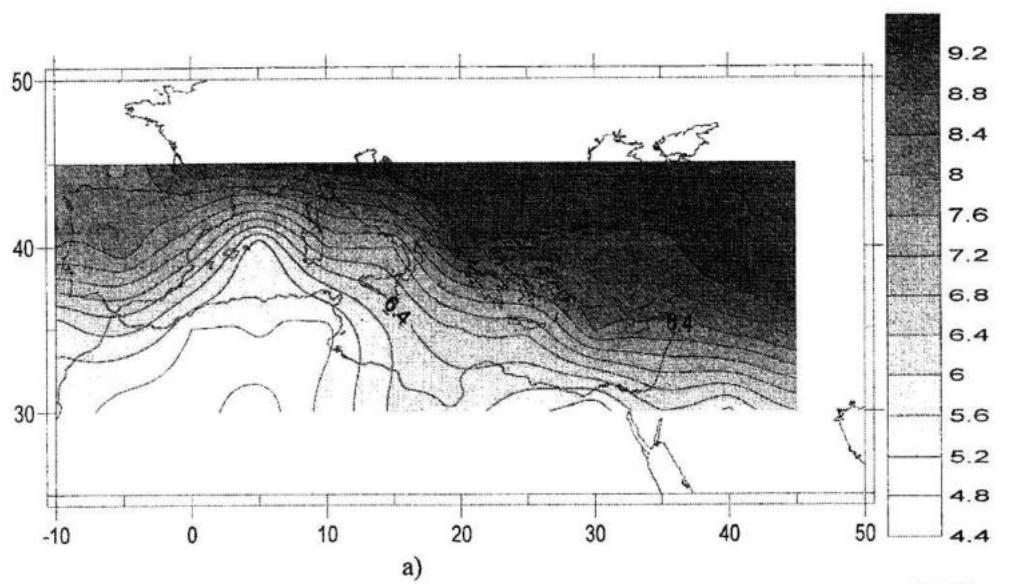


Рис. 2. Блок-схема сформированных архивов спутниковых изображений облачности в различные периоды

Сопоставление архивов данных. В МГИ НАНУ с 1996 по 2005 гг. были выполнены работы показывающие особенности использования спутниковых изображений для выделения синоптических образований и изменчивости полей облачности над Средиземноморским бассейном [4, 8]. Архив, полученный из *EUMETSAT*, представляет интерес и позволяет оценить насколько полученные ранее результаты соответствуют данным, полученным из этого архива. Самым чувствительным метеорологическим параметром является балл облачности, поэтому проверяя и сопоставляя данные о покрытии облачности над Средиземноморским бассейном, можно подтвердить достоверность остальных результатов, которые были получены ранее подготовленным архивам. Для проверки достоверности и однородности данных ИК спутниковых изображений

облачности из различных архивов по пятилетним массивам за январь месяц методом интерактивной обработки в каждом квадрате ($5 \times 5^{\circ}$) определялся общий балл облачности за каждый день в синоптический срок 12 часов. Затем эти данные осреднялись и по ним строились карты среднемесячных значений облачности, которые представлены на рис. 3. Из рис. 3 видно, что данные среднемесячных значений по пятилетним массивам из различных архивов хорошо согласуются. На картах прослеживается тенденция преобладания наименьшего количества облачности в западной части Средиземноморского региона во все годы, а максимальная облачность приходится на северную и восточную части этого бассейна. При расчете коэффициентов корреляции между данными архивов выяснилась зависимость, которая показана в табл. 4.



Р и с. 3. Карты среднемесячных значений количества облачности над Средиземноморским бассейном за январь месяц по данным 5-ти летних рядов из различных архивов:
а – 1996 – 2000 гг. («ПАК METEOSAT»); б – 2001 – 2005 гг. (<http://www.sat.dundee.ac.uk>);
в – 1991 – 1995 гг. (<http://www.eumetsat.int>)

Таблица 4

Сравнительные коэффициенты корреляции между различными архивами за январь месяц

Архивы	Сравниваемые архивы	Коэффициент корреляции
Архив EUMETSAT сайта http://www.eumetsat.int , 1983 – 2009 гг.	EUMETSAT (1991 – 1995 гг.) «ЛАК МЕТЕОСАТ» (1996 – 2000 гг.)	0,96
Архив сайта http://www.sat.dundee.ac.uk , 2001 – 2009 гг.	EUMETSAT (1991 – 1995 гг.) Архив сайта http://www.sat.dundee.ac.uk (2001 – 2005 гг.)	0,9
Архив МГИ НАНУ «ЛАК МЕТЕОСАТ»), 1996 – 2000 гг.	«ЛАК МЕТЕОСАТ» (1996 – 2000 гг.) Архив сайта http://www.sat.dundee.ac.uk (2001 – 2005 гг.)	0,88

Из табл. 4 видно, что архивные спутниковые данные облачности с МСЗ серии «Meteosat» принятые из различных источников однородны и подтверждаются коэффициентами корреляции от 0,88 до 0,96.

Выводы. EUMETSAT обеспечивает повышение качества исследований климата и оперативных гидрометеорологических прогнозов.

Полученный архив спутниковых изображений с геостационарных метеорологических спутников серии «Meteosat» в период 1983 – 2009 гг. является наиболее продолжительным и однородным, что позволяет использовать его для исследования изменчивости полей облачности над Средиземноморским регионом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.eumetsat.int>
2. Витвицкий Г.Н. Зональность климата Земли. – М.: Мысль, 1980.– 253 с.
3. Абрамсон Г.А., Баянкина Т.М., Бородин С.В., Иванчик М.В., Калинин Е.И., Кихай Ю.В., Ратнер Ю.Б., Сизов А.А., Соловьев Д.М., Шермазан В.Ф. Программно-аппаратный комплекс приема и обработки спутниковых данных и его использование для мониторинга гидрометеорологических полей. Мор. гидрофиз. журнал. – Севастополь: МГИ НАНУ, № 5. 1997. – С. 42 – 50.
4. Воскресенская Е.Н., Ратнер Ю.Б., Баянкина Т.М. Особенности использования спутниковой информации для выделения синоптических образований в Средиземноморском бас-
- сейне // Система контроля окружающей среды / Средства, модели и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2007. – С. 270 – 275.
5. EUMETSAT Archive User Manual for the Online Ordering Application/EUM/OPS/DOC/06/0873. V 3, 14 July – 2008.
6. <http://medhycos.mpl.ird.fr/fr/data/tec/dcp/Meteosat/TD05-part1.pdf>.
7. MSG. Meteosat Second Generation. In Orbit-in Use. Programme MSG. 02. Eumetsat. – 2005. – 121 p.
8. Баянкина Т.М., Воскресенская Е.Н., Ратнер Ю.Б., Калинин Е.И. Изменчивость поля облачности над Средиземноморским регионом по спутниковым данным // Система контроля окружающей среды / Средства, информационные технологии и мониторинг. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2008. – С. 306–311.