

Особенности распределения поглощенной солнечной радиации в 2010–2012 гг. по данным с ИСЗ «Метеор–М» № 1

Ю.А. Скляров¹, М.Ю. Червяков¹, В.А. Воробьёв¹, А.И. Котума¹, В.М. Фейгин²

¹ Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

E-mail: kafmeteo@sgu.ru

² Научный центр оперативного мониторинга Земли Роскосмоса

Сообщаются некоторые итоги 3-летней работы радиометра ИКОР-М на борту ИСЗ «Метеор-М» № 1. Рассматриваются и оцениваются погрешности измерений. Приводятся результаты расчетов поглощенной солнечной радиации (ASR) для массивов: Мировой океан, суши, океаны в отдельности. Данные представлены в виде таблиц среднемесячных и среднегодовых величин вместе со среднеквадратическими отклонениями. Приводятся материалы анализа широтных распределений для 17 широтных разрезов в зоне $\pm 45^\circ$ широты вдоль всего экватора. На примере разрезов для трёх океанов получены данные о среднегодовых бюджетах ASR и построены кривые их годовых вариаций. Предложена методика разложения широтных распределений по месяцам года.

Ключевые слова: радиометр, альбедо, поглощенная радиация, меридиональные разрезы, широтные распределения.

Введение

Более трех с половиной лет (с сентября 2009 г.) работает на ИСЗ «Метеор-М» № 1 аппаратура ИКОР-М (создана в СГУ им. Н.Г. Чернышевского группой Ю.А. Склярова). Научная информация поступает с ноября 2009 г. (<http://www.sgu.ru/node/81146>). За весь этот период в работе радиометра ИКОР-М не было ни одного сбоя при скорости отсчетов 1/сек. Получено более чем по 40 глобальных карт среднемесячного распределения величин уходящей коротковолновой радиации (УКР), альбедо и поглощенной солнечной радиации (absorbed solar radiation – ASR). Все подробности устройства, принципа действия радиометра, разработанных алгоритмов обработки и краткое изложение программного обеспечения (ПО) опубликованы (Скляров и др., 2010; Скляров и др., 2012а, 2012б). Там же содержатся данные о погрешностях измерений.

Отметим важную особенность получения научных данных. Радиометр ИКОР-М является среднеугольным измерителем с постоянным направлением его оптической оси к центру Земли перпендикулярно подстилающей поверхности. Апертура прибора задана конструкцией и постоянно сохраняется, т.е. геометрия измерительного процесса остается одной и той же при любом положении ИСЗ на орбите. В данной конструкции центральный угол апертуры при высоте ИСЗ 820 км «видит» пиксел на поверхности угловым радиусом 4 градуса дуги большого круга вокруг надира (центра поля зрения – ПЗ). В ПЗ меняется только картинка и зенитный угол Солнца, т.е. альбедо.

При движении ИСЗ ПЗ перемещается по треку орбиты, оставаясь всегда круглым и перпендикулярным линии OK , где O – центр Земли (рис. 1), стрелка S показывает центр мгновенного ПЗ. Таким образом, все отсчеты (1/сек) делаются в геометрически равных условиях. Это снимает ряд проблем, присущих сканирующим радиометрам (изменение

расстояний до пикселов и их размеров, непрерывное изменение углов наблюдения пикселов, а следовательно, изменение величины анизотропии в ПЗ, которую надо учитывать для каждого отсчета и др.).

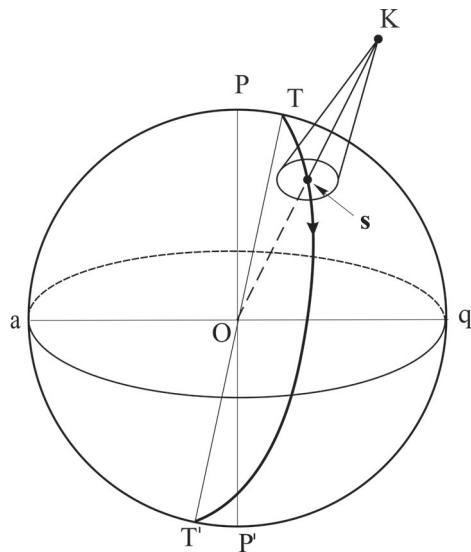


Рис. 1. Схема измерений радиометром ИКОР-М
PP' – ось вращения Земли, K – космический аппарат,
aq – плоскость экватора, TT' – трек орбиты на поверхности,
S указывает направление на центр поля зрения

Погрешность измерений за счет эллиптичности орбиты достаточно мала. При эксцентризите $e = 0,00112$ (см.: Справочные материалы, 2008) и использовании средней высоты ИСЗ отклонение мгновенной высоты от среднего значения составляет приблизительно 1%. При фиксированной апертуре (постоянный телесный угол) этот фактор вызывает еще меньшие изменения в величине потока измеряемого радиометром. Ошибка из-за рыхания оси ИСЗ (ось радиометра параллельна ей) носит случайный характер и при величине 15 угловых минут (см.: Справочные материалы, 2008) существенно не изменяет положений ПЗ относительно сетки $2,5 \times 2,5$ градусов, которая используется при обработке измерений. Таким образом, с выбранным методом обработки (Скляров и др., 2012б), когда при получении среднемесячных величин используется для осреднения не менее 100 отсчетов в каждую ячейку $2,5 \times 2,5$ градусов, – можно ожидать высокого качества получаемых результатов. Среднеквадратическое отклонение (СКО) среднемесячных величин ASR составляет $\approx 0,1\%$.

В работах (Скляров и др., 2012а, 2012б) уже отмечалось, что шкала радиометра ИКОР-М близка к шкалам других известных рядов. Она может отличаться от них, тем более, что между шкалами известных радиометров (проект ERBE, не говоря уже о проекте Nimbus, и самый последний проект CERES и др.) имеются заметные расхождения (Lin et al., 2008; Trenberth et al., 2004; Mlynczak et al., 2011), приводящие к необходимости «подстройки» шкал этих рядов. Мы не стали регулировать шкалу радиометра ИКОР-М, все результаты обработки измерений приводятся в этой собственной шкале. Мы также оценили условия наблюдаемости земной поверхности с ИСЗ Метеор-М № 1.

Поскольку параметры гелиосинхронной орбиты этого ИСЗ близки к таковым у спутника Ресурс-01 № 4, то и наблюдаемость поверхности аналогична. Конкретно, северное полушарие (СП) из-за эксцентрисити земной орбиты наблюдается от равноденствия до равноденствия 186 суток, а южное (ЮП) – 179 суток. А за счет расположения плоскости орбиты ИСЗ по отношению к меридиану Солнца (спутник «дополуденный») СП начинает полноценно наблюдаться на 11 дней раньше дня весеннего равноденствия и на столько же дней завершает этот период после дня осеннего равноденствия. Таким образом, СП наблюдается всего 208 дней, а ЮП 158, подробности в (Скляров и др., 2006, 2009).

Альбето и поглощенная солнечная радиация над сушей и океаном

Для анализа использовались среднемесячные значения альбето и поглощённой солнечной радиации для равных по площади ячеек с разрешением $2,5 \times 2,5$ градусов в геоцентрических координатах (Скляров и др., 2012б). Вся территория, для которой возможны наблюдения со спутника (81 ... –81 градусов), разбита на 6616 ячеек. Для расчета значений альбето и поглощенной солнечной радиации над сушей и океаном было осуществлено выделение соответствующих территорий. Островные и прибрежные районы, на которые приходится 571 ячейка (примерно 8,6%), не учитывались при осреднении. Описание аналогичного метода приведено в статье (Mlynczak et al., 2011).

Уже отмечалось (Скляров и др., 2012а), что отсчеты радиометра «запаздывают» при выходе из-за линии терминатора в СП и прекращаются несколько раньше до захода за терминатор в ЮП. С учетом этого мы выбрали на первом этапе для обработки территорию между широтами 45 ... –45 градусов (более 70% всей поверхности Земли). На этой территории количество ячеек $2,5 \times 2,5$ градусов распределилось следующим образом: СП – 2383, ЮП – 2383, вся территория – 4766; Мировой океан – 3224; суши – 1151; Атлантический океан – 821; Тихий океан – 1697; Индийский океан – 706; на прибрежные территории и острова – 391 ячейка, эта категория при обработке не учитывалась.

В процессе обработки мы обнаружили наличие устойчивого тренда, который одинаково влиял на все массивы наблюдений.

Тренд был практически линейным, величины альбето с течением времени уменьшались, а величины ASR росли. Например, на конец первого года тренд составил около $4 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ($\approx 1,3\%$) по всем массивам. Мы произвели процедуру освобождения рядов наблюдений от тренда, после чего остаточная случайная погрешность среднемесячных величин ASR не выходила за пределы $\pm 0,2\%$. Поскольку по всем рядам наблюдений зафиксирована одна и та же величина тренда, то наиболее естественной причиной может быть старение приемного элемента, либо изменение коэффициента пропускания оптического фильтра на входе датчика. Мы продолжаем наблюдение за данным процессом.

Приводим результаты обработки для всей территории ± 45 градусов широты за вычетом прибрежных и островных территорий и раздельно для Мирового океана и суши (табл. 1, 2).

Таблица 1. Среднемесячные и среднегодовые величины ASR, СКО среднемесячных величин Вт/м² для всей территории, суши и Мирового океана ±45 градусов)

	Вся территория			Океаны			Суши		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
январь	307	308	307	326	328	327	263	262	261
февраль	314	316	316	328	331	331	277	278	277
март	316	318	316	323	327	323	294	292	295
апрель	307	306	307	307	306	305	301	300	304
май	291	291	291	285	285	284	299	301	302
июнь	284	285	289	276	277	283	296	296	300
июль	286	287	291	279	280	285	296	297	297
август	298	298	296	295	294	292	300	301	299
сентябрь	310	310	307	314	313	310	296	299	296
октябрь	312	312	310	322	324	320	285	282	284
ноябрь	307	307	304	322	323	320	270	265	265
декабрь	304	300	301	324	319	321	257	256	255
Среднегодовое	303,0	303,2	303,0	308,4	308,8	308,4	286,2	285,7	286,2
СКО	10,9	11,0	9,3	19,6	19,9	18,1	15,6	16,6	17,5

Таблица 1 представляет итоговые среднемесячные и среднегодовые значения ASR, по которым можно судить о внутригодовых и межгодовых вариациях соответствующих величин. СКО среднемесячных является усреднённой мерой амплитуды их внутригодовых вариаций. Видно, что у всей рассматриваемой территории вариации существенно меньше, чем у океана и суши в отдельности. При этом внутригодовые вариации суши меньше, чем у Мирового океана. Это можно понять, так как у выбранного пояса ±45 градусов широты отсутствуют территории, дающие наибольший вклад во внутригодичную переменность (ледовые массивы и снежный покров). И сами величины ASR суши несколько меньше, чем у океана. Представляет также интерес распределение ASR индивидуально для океанов (табл. 2).

Таблица 2. Поглощённая солнечная радиация над океанами, Вт/м²

	Атлантический			Тихий			Индийский		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
январь	314	312	311	314	320	319	372	368	368
февраль	320	320	320	321	328	328	358	353	357
март	320	324	322	322	328	323	329	332	325
апрель	309	311	310	312	308	312	290	293	283
май	294	293	293	294	293	293	247	250	247
июнь	290	288	299	285	285	289	231	239	241
июль	287	289	296	290	290	291	237	240	250
август	298	298	300	304	303	299	267	266	264
сентябрь	309	307	306	319	316	314	307	310	306
октябрь	309	309	302	320	323	320	345	345	342
ноябрь	303	300	297	316	317	315	364	368	366
декабрь	306	299	302	315	311	311	373	368	371
Среднегодовое	304,9	304,2	304,9	309,5	310,2	309,5	310,0	311,0	310,0
СКО	10,8	11,6	9,2	12,9	14,7	13,2	54,3	51,8	51,3

Из данных *табл. 2* видно, что межгодовая вариация (по строке «среднегодовое») практически одинакова у Тихого и Индийского океанов и только у Атлантики она в целом немного меньше. Вариации среднемесячных величин можно оценить по СКО от соответствующих среднегодовых. Видно, что значения СКО среднемесячных величин для Атлантического и Тихого океанов также близки. А вот для Индийского океана СКО в 4–5 раз превосходит СКО других океанов. Поскольку СКО среднемесячных есть усредненная мера их отклонений от среднегодовых, то амплитуды максимальных отклонений будут ещё значительнее, что видно из данных *табл. 2*. Это требует пояснений. Дело в том, что Атлантический и Тихий океаны имеют широтные границы до ± 70 градусов. Максимальные отклонения Солнца от экватора составляют $\pm 23^\circ 27'$, т.е. вся тропическая зона и зона умеренных широт входит в названные границы. В этом смысле условия осреднения у этих двух океанов практически одинаковы. В летние месяцы СП (июнь–июль) северная половина океанов получает максимум тепла, а южная (там зима) минимум. При усреднении за каждый месяц по территориям Тихого и Атлантического океанов избыток тепла в СП компенсируется недостатком тепла в ЮП. Поэтому в летние месяцы среднемесячные величины ASR для двух океанов мало отличаются от среднемесячных значений зимой (разница составляет $25\text{--}30 \text{ Вт}/\text{м}^2$). Это выравнивание при осреднении приводит к малым величинам СКО. Кроме того, величины среднемесячных значений ASR близки у этих двух океанов. Совершенно иная картина прихода ASR в Индийском океане. С юга его границы идут вплоть до Антарктиды (т.е. рассматриваемая территория до 45 градусов южной широты полностью входит в эти границы), с севера до 10–15 градусов, а Индостан достигает 7 градусов северной широты. Таким образом, весь северный умеренный пояс и часть северных тропиков приходятся на материк. Часть тепла летом попадает туда же. Так что месячные средние по Индийскому океану сильно отличаются от средних двух других океанов. Ведущим становится последовательное годовое осреднение, то есть в годовом балансе усредняются зимнее и летнее тепло в основном одного южного полушария. При этом летом северного полушария тепло малой северной части океана в целом меньше тепла части океана в ЮП. Поэтому в летние (июнь–июль) месяцы наблюдаются среднемесячные величины ASR меньшие в сравнении с двумя другими океанами. Летом же ЮП (декабрь–январь) большие величины тепла основной южной части не компенсируются одновременными низкими величинами ASR в СП (что и выражено в больших значениях ASR для этих месяцев и обуславливает большую амплитуду ASR в годовом ходе).

В приведенных таблицах рассматривались объекты, расположенные в обоих полушариях. Поэтому вариации как среднегодовых, так и среднемесячных величин выравнивались из-за полярно противоположных времен года. Мы рассчитали аналогичные величины отдельно для СП и ЮП (*табл. 3*).

Понятно, что в данном случае в течение года идет «перелив» энергии из СП в ЮП и обратно, т.е. если в СП максимум значения ASR, то в ЮП – минимум, и наоборот. В этом случае можно ожидать максимальных амплитуд изменений ASR в годовом периоде. Это хорошо демонстрирует *табл. 3* СКО величин в обоих полушариях, в особенности в ЮП ($62 \text{ Вт}/\text{м}^2$ против 47 в СП). А максимальная амплитуда между крайними значениями

(379 Вт/м² в январе и 383 Вт/м² в декабре – лето ЮП) и ≈ 219 в июне (зима в ЮП) достигает 160 Вт/м². Аналогичная амплитуда в СП составляет 128 Вт/м². Это объясняется современной конфигурацией орбитальных и физических характеристик нашей планеты. Орбита Земли – эллипс, и в нашу эпоху Земля проходит перигелий около 3 января, разгар лета в ЮП, кратчайшее расстояние от Солнца. А день зимнего солнцестояния также в нашу эпоху приходится на 22 декабря, т.е. тоже на лето в ЮП. Таким образом, лето в ЮП проходит вблизи перигелия, а зима (июнь–июль) на самом большом удалении от Солнца, что и вызывает такой характер прихода ASR. В СП, наоборот, лето Земля проходит на наибольшем удалении от Солнца (афелий около 4 июля) и день летнего солнцестояния 22 июня тоже в летний сезон.

Таблица 3. Поглощенная солнечная радиация
в северном и южном полушариях, Вт/м²

	<i>Северное полушарие (45 ... 0)</i>			<i>Южное полушарие (0 ... -45)</i>		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
январь	238	239	239	376	379	378
февраль	271	273	271	357	361	364
март	310	312	314	322	326	321
апрель	338	339	343	277	275	275
май	350	350	352	233	234	232
июнь	348	349	351	217	218	222
июль	347	349	348	223	225	230
август	339	341	338	258	257	257
сентябрь	318	317	316	303	305	303
октябрь	283	283	280	342	344	344
ноябрь	246	243	242	370	372	370
декабрь	227	225	222	382	378	383
Среднегодовое	301,3	301,6	301,3	305,0	306,2	306,6
СКО	46,4	47,3	48,4	62,1	62,3	61,8

Мы проверили на нашем материале выполнения равенства среднегодовых величин полусумм ASR СП и ЮП соответственно среднегодовым величинам всей рассматриваемой территории. Например, для 2010 г. полусумма среднегодовых 301,3 Вт/м² (СП) и 305,0 Вт/м² (ЮП) с большой точностью равна 303,0 – среднегодовому ASR для всей территории и т.д. Поток энергии от Солнца один и он только перераспределяется между полушариями. Рис. 2 показывает осреднённый за три года ход ASR для рассматриваемых территорий.

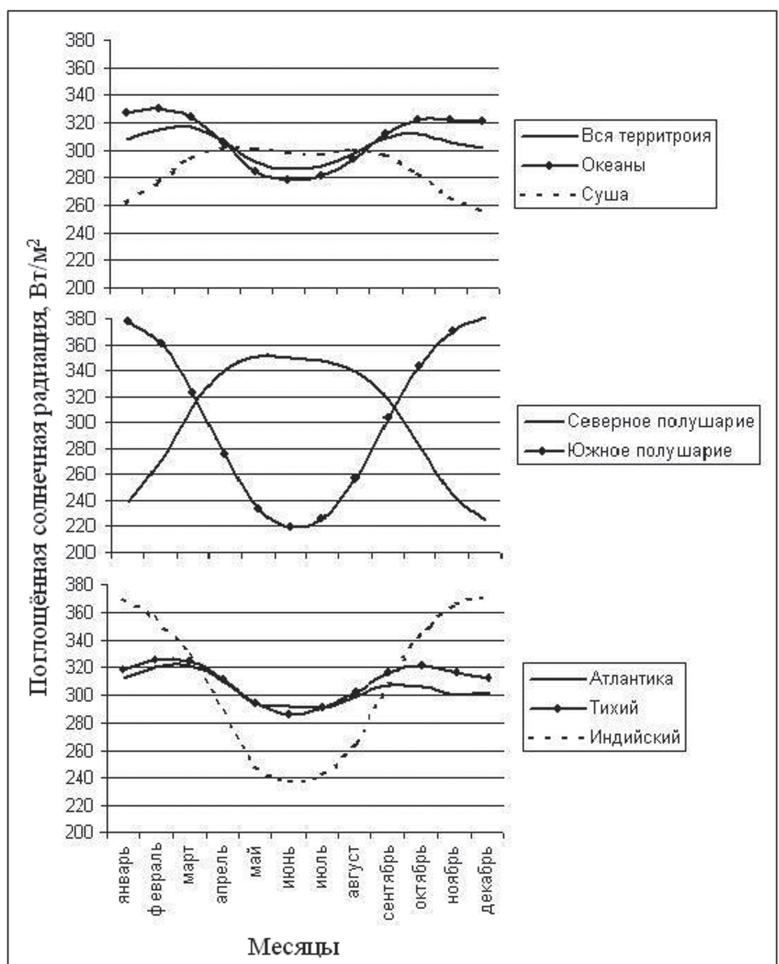


Рис. 2. Осредненный за три года ход ASR (Bm/m^2) для рассматриваемых территорий

Долготно-широтные распределения ASR

Для выявления вариаций ASR в зависимости от долготы мы разделили всю выбранную территорию вдоль всего экватора на 17 равновеликих широтных разрезов (10° широтной ($2,5^\circ \times 4$) и $\pm 45^\circ$ по широте) в обе стороны от экватора, см. рис. 3 (Червяков и др., 2012).

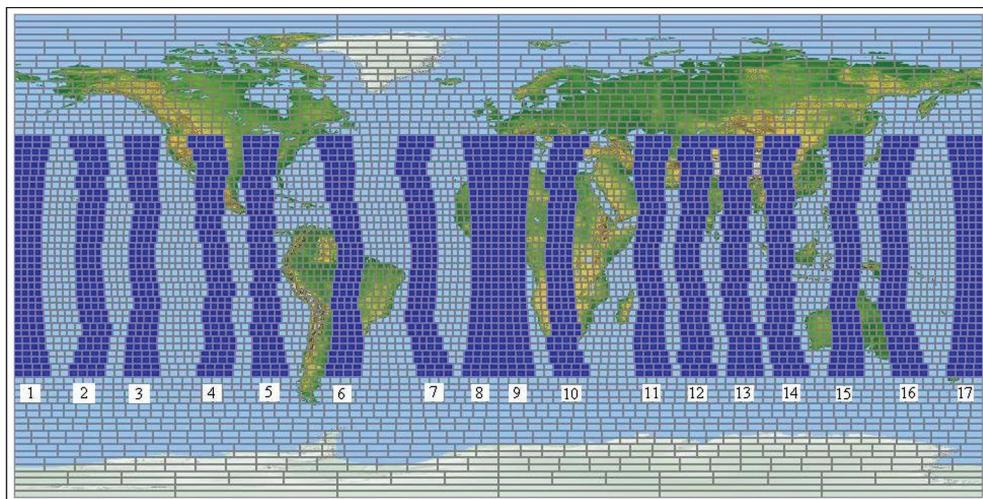


Рис. 3. Меридиональные разрезы

Из этой карты-схемы видно, что проекция Меркатора искажает величину ячеек сетки, которую мы используем для обработки. Реально размер ячеек по широте не меняется, а из-за свойств проекции их ширина кажущимся образом растет с удалением от экватора.

Размер всех ячеек $2,5 \times 2,5$ градусов, так что по широте от -45 до 45 градусов укладывается 36 ячеек. В нашем случае на чистый океан попали только разрезы № 1, 2, 3, 7, 17. Остальные так или иначе проходят по суше и островам. Для сравнения широтного распределения в Индийском океане мы выбрали ещё разрезы № 11 и 14. Вначале мы построили пространственно-временные распределения ASR во всех зонах за три года. Пример приведен на *рис. 4*, где показаны зоны 3, 10 и 17. Все они демонстрируют большое разнообразие распределений ASR.

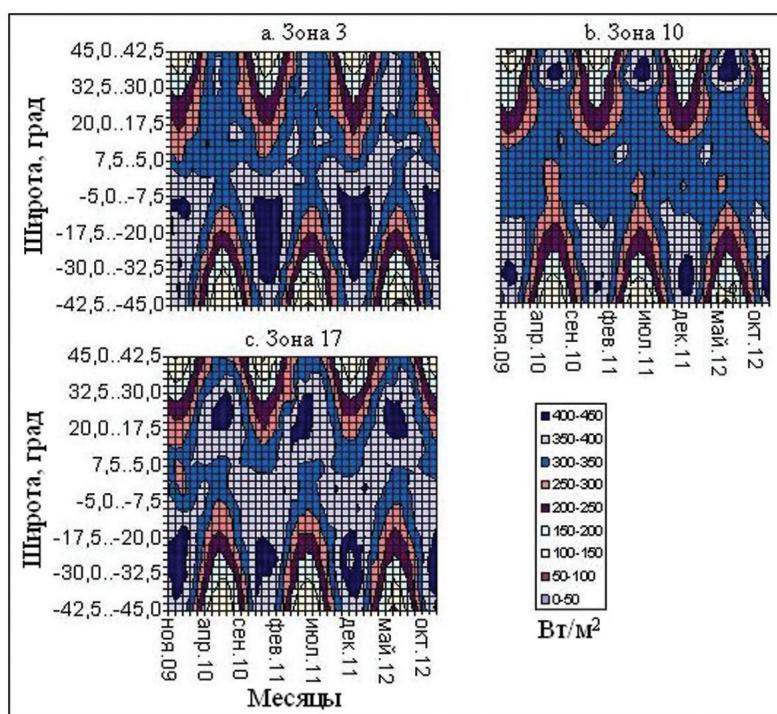


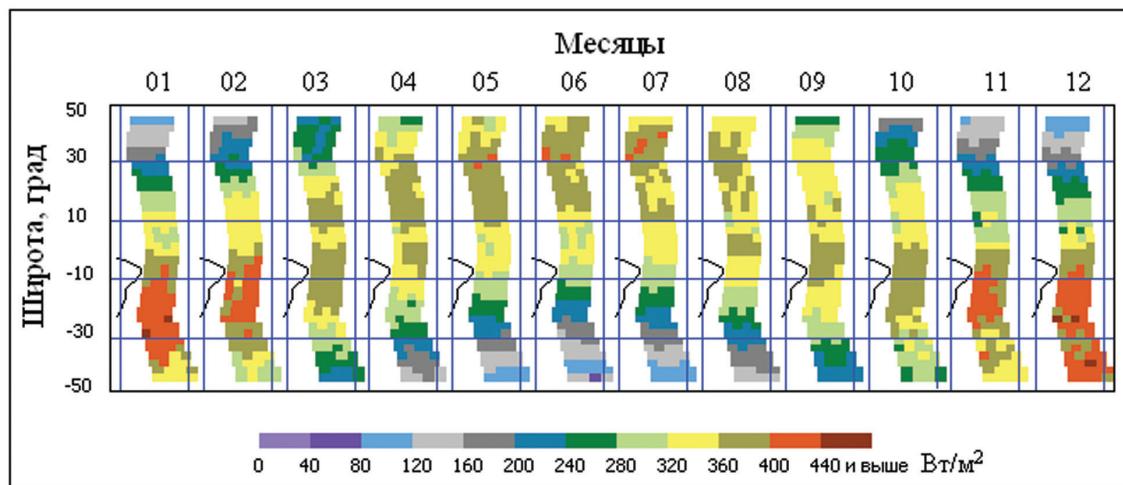
Рис. 4. Пространственно-временные распределения ASR (Bm/m^2) в меридиональных разрезах

На *рис. 4a* представлено распределение ASR за три года в Тихом океане (зона 3) исключительно над водной поверхностью. В южной части этой зоны (широта $-5 \dots -37,5$ градусов) наблюдаются области с максимальным поглощением солнечной радиации с ноября по февраль, которые устойчиво повторяются во всех годичных интервалах. Аналогичное распределение ASR на южной части так же наблюдается в зонах № 4, 7, 11, 12, 13, 14.

Зона 10 (*рис. 4b*) демонстрирует распределение ASR по Африканскому континенту, за исключением южной (океан) и северной частей. На северной части в течение 3 лет сохраняется область высокого поглощения над Средиземным морем.

В зоне 17 (*рис. 4c*, аналогично и в зонах 1, 6) наблюдаются устойчивые области с большими значениями ASR как на южной (ноябрь–февраль), так и на северной (май–август) частях.

Для более подробного анализа деталей распределения ASR в вышеуказанных и других зонах мы применили метод мультиплексации. Для этого отдельно для каждого года были получены последовательности изображений среднемесячных распределений в зонах с января по декабрь. В качестве примера приводим рисунок 5, на котором демонстрируется данный метод для зоны № 7 (Атлантика) за 2010 г. Одновременно получены такие же распределения за 2011 и 2012 гг. Данный метод позволяет исследовать появление и миграцию со временем областей с интересующим режимом ASR.



*Рис. 5. Распределение поглощенной солнечной радиации в 2010 г.
(Атлантика, зона 7)*

Стоит отметить, что подобная методика позволяет исследовать временные изменения распределений ASR в любых зонах произвольной конфигурации за любые изучаемые промежутки времени.

Годовой цикл поглощённой солнечной радиации

Поглощённая солнечная радиация (ASR) и ее распределение по нашей планете дает энергию, которая управляет климатом и погодой в земной климатической системе. Циклическое изменение других параметров климата управляет ASR, которая имеет годовой цикл, вызываемый эксцентрисичностью орбиты Земли. Одновременное изменение склонения Солнца обусловливает изменение географического распределения инсоляции (прихода солнечной радиации на местную горизонтальную поверхность). ASR зависит еще от альбедо в рассматриваемой части поверхности. ASR на ВГА включает в себя поглощение во всем вертикальном столбе атмосферы, поглощение подстилающей поверхностью и облаками. В процессе поглощения солнечная радиация поддерживает температуру земной поверхности и атмосферы, дающим вместе с облаками, уходящую длинноволновую радиацию. Процесс поглощения поддерживает образование явного и скрытого тепла, оборот других видов энергии, циркуляцию в атмосфере и в океане, обеспечивающие общий перенос энергии, в том числе из низких в высокие широты.

Представляет интерес исследовать на нашем материале годовой цикл ASR в масштабах океанов, всего Мирового океана и суши. Приводим результаты анализа на примере долготно-широтных разрезов.

На *рис. 6* приведены кривые широтного распределения ASR в зоне 7 (Атлантический океан) для месяцев, включающих в себя дни равноденствий (март, сентябрь) и солнцестояний (июнь, декабрь). Широтные распределения для остальных месяцев располагаются в основном между кривыми для июня и декабря и не приведены на *рис. 6*. По 12 кривым среднемесячных распределений ASR путём осреднения в каждом широтном интервале (всего 36 интервалов) строятся среднегодовые кривые бюджетов ASR.

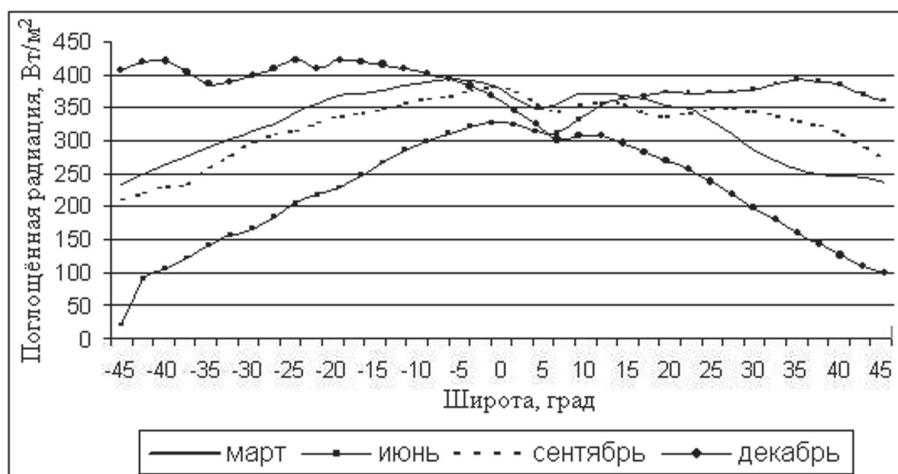


Рис. 6. Широтное распределение поглощённой солнечной радиации (Вт/м²) в меридиональном разрезе № 7 в разные месяцы 2010 г.

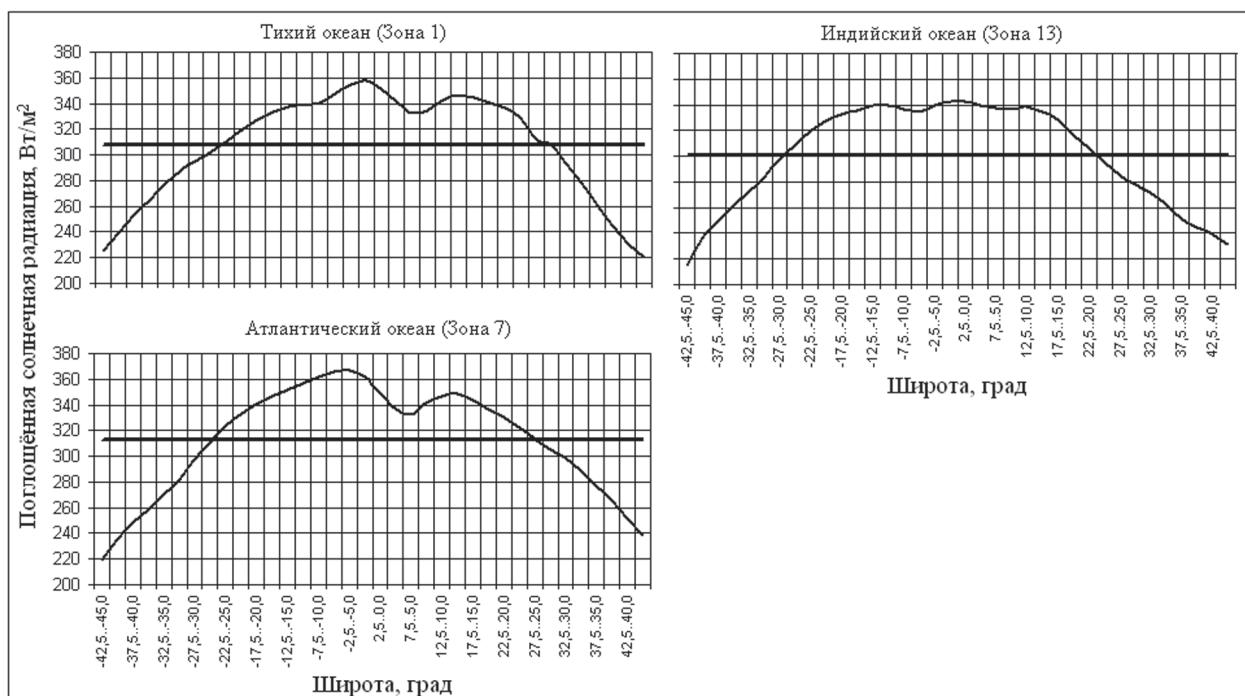


Рис. 7. Широтное распределение среднегодовых бюджетов поглощенной солнечной радиации (Вт/м²) и их средние значения для зон в целом (прямые линии) для выбранных меридиональных разрезов над океанами в 2010 г.

На *рис. 7* приведены среднегодовые кривые бюджетов для выбранных разрезов. Прямые горизонтальные линии представляют среднегодовые значения ASR для разреза в целом. Видно, что годовые кривые для Атлантического и Тихого океанов подобны друг другу. А такая же кривая для Индийского океана имеет другую форму. И среднегодовое значение здесь меньше. Мы уже обсуждали особый характер годового осреднения в Индийском океане. На всех приведенных кривых *рис. 7* видно, что части кривых годового хода бюджетов ближе к экватору располагаются выше среднего значения. Это можно рассматривать как накопление ASR в тропических широтах и отдачу тепла за пределы тропиков. Для выбранных разрезов широтные границы располагаются в точках пересечения годовых кривых бюджетов ASR с прямыми линиями среднегодовых значений. Широтные границы имеют значения около $\pm 27,5 \dots \pm 30$ градусов широты, что, в общем, близко к аналогичным данным (Lin et al., 2008; Trenberth et al., 2004; Mlynczak et al., 2011). Эти вопросы требуют дальнейшей проработки.

Литература

1. Скляров Ю.А., Бричков Ю.И., Семенова Н.В. Радиационный баланс Земли. Введение в проблему. Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 2009. 185 с.
2. Скляров Ю.А., Бричков Ю.И., Фомина Н.В. и др. Оценка наблюдаемости земной поверхности для надирных радиометров с различных ИСЗ // Исследование Земли из космоса. 2006. № 2. С. 3–10.
3. Скляров Ю.А., Воробьев В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Алгоритм обработки данных наблюдений уходящей коротковолновой радиации с ИСЗ «Метеор-М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 3. С. 83–90.
4. Скляров Ю.А., Воробьев В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Измерения компонентов радиационного баланса Земли с ИСЗ «Метеор-М» №1. Аппаратура ИКОР-М // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 173–180.
5. Скляров Ю.А., Фейгин В.М., Воробьев В.А., Котума А.И., Семёнова Н.В., Червяков М.Ю. Первые результаты обработки со спутника «Метеор-М» № 1 // Погода и климат: новые методы и технологии исследований: Сб. науч. тр. / под ред. Н.А. Калинина. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010. С. 52–56.
6. Червяков М.Ю., Скляров Ю.А., Котума А.И. Наблюдения уходящей коротковолновой радиации с искусственного спутника Земли «Метеор-М» № 1 // Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические эффекты: Труды XVI Международной школы-конференции молодых ученых. 2012. С. 212–215.
7. Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» с космическим аппаратом «Метеор-М» № 1: справочные материалы. М.: ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2008. 143 с., соавторы Скляров Ю.А., Бричков Ю.М.

8. Lin B., Stackhouse P.W., Minnis P., Wielicki B.A., Hu Y., Sun W., Fan T.-F. and Hinkelmann L.M. Assessment of global annual atmospheric energy balance from satellite observations // J. Geophys. Res. 2008. Vol. 113. P. D16114. doi:10.1029/2008JD009869.
9. Mlynczak P.E., Smith G.L., Doelling D.R. The annual cycle of Earth radiation budget from Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES) Data // Journal of Applied Meteorology and Climatology. 2011. Vol. 50. No. 12. P. 2490–2503.
10. Trenberth K.E., Stepaniak D.P. The flow of energy through the Earth's climate system // Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 2004. Vol. 130. No. 603. P. 2677–2701. doi: 10.1256/qj.04.83

**The features of distribution of absorbed solar radiation in 2010–2012
by data from «Meteor-M» № 1 satellite**

Yu.A. Sklyarov¹, M.Yu. Chervyakov¹, V.A. Vorobyov¹, A.I. Kotuma¹, V.M. Feigin²

¹ Saratov State University

E-mail: kafmeteo@sgu.ru

² Research Center for Earth Operative Monitoring, Moscow

Some of 3-year work results of the radiometer IKOR-M which was installed on «Meteor-M» №1 satellite are reported. Measurement error are reviewed and evaluated. Results of calculations of the absorbed solar radiation (ASR) are given for arrays: the World's ocean, land, oceans in particular. The data in the form of tables of mean monthly and mean annual values together with their root mean square are presented. The analyses data of latitudinal distributions for 17 meridional cross-sections in the zone of $\pm 45^\circ$ of latitude along the equator are given. As the example of cross-sections for the three oceans data about the annual budgets of the ASR were obtained and curves of their annual variations were built. The methods of decomposition of the month's latitudinal distributions are proposed.

Keywords: the radiometer, albedo, the absorbed solar radiation, the meridional transects, the latitudinal distribution.