

Первый в мире эксперимент по микроволновому зондированию Земли из космоса на спутнике “Космос-243”

(1) Б. Г. Кутуза, (2) Л. М. Митник, (1) А.Б. Аквилонова

(1) Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН

(2) Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН

**XVI Всероссийская Открытая конференция
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА
Физические основы, методы и технологии мониторинга
окружающей среды, потенциально опасных явлений
12-16 ноября 2018**

В конце 50-х – начале 60-х годов бурно развивалась **радиоастрономия**. В 1965 г. было измерено реликтовое радиоизлучение, в 1967 г. выполнены первые наблюдения радиопульсаров. (Позже – Нобелевские премии по физике).

Интенсивно обсуждалось **применение радиоастрономических методов** в спутниковой метеорологии. Измерения радиояркости на $\lambda = 5\text{--}8$ см позволяют определить важный для океанологии и метеорологии параметр - температуру поверхности океана ТПО и границы морского льда, измерения на $\lambda = 3$ см - районы выпадения дождей и их интенсивность над океаном, а измерения на $\lambda = 8$ мм - водность облаков над океаном.

Содержание водяного пара над океаном может быть найдено по измерениям радиояркости в линии поглощения паров воды на $\lambda = 1,35$ см.

Важные выводы из обсуждения:

- измерения спектра радиояркости в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн наиболее информативны над океаном;
- облачность не является препятствием для зондирования поверхности в радиодиапазоне; проникающая способность радиоволн позволяет получать количественные данные о параметрах атмосферы и акваторий при различных метеорологических условиях;
- способность радиоволн проникать на некоторую глубину в твердые покровы позволяет получать сведения об их температуре, состоянии и структуре.

Использование радиодиапазона является единственно возможным всепогодным способом измерений с ИСЗ.

До начала работ по спутнику «Космос-243» исследования радиотеплового излучения атмосферы проводились в связи с радиоастрономическими наблюдениями (*НИРФИ – С.А. Жевакин, В.С. Троицкий, А.П. Наумов; ФИАН – А.Е. Саломонович*).

Использование измерений радиотеплового излучения системы «атмосфера – подстилающая поверхность» для задач геофизики, метеорологии и изучения среды обитания не рассматривалось.

В начале 60-х гг. в *ИРЭ АН СССР* под руководством *А.Е. Башаринова* и в *ИФА АН СССР* под руководством *А.С. Гурвича* были развёрнуты исследования по изучению теплового излучения атмосферы, морской поверхности, льдов и других природных объектов.

Работы были активно поддержаны руководителями институтов акад. *В.А. Котельниковым* и акад. *А.М. Обуховым*.

Одновременно создавалась экспериментальная база. За короткое время в *СКБ ИРЭ* была создана серия наземных СВЧ-радиометров мм и см диапазонов, которые имели рекордную для того времени чувствительность.

В развитии СВЧ радиометрии большое значение имело сотрудничество *ИРЭ* и *ИФА* с лабораторией *С.Т. Егорова* Московского научно-исследовательского института (*МНИИП*).

Параллельно с работами *ИРЭ* и *ИФА* интенсивные исследования по СВЧ зондированию атмосферы велись в *ГГО им. Воейкова* (*К.С. Шифрин, Ю.И. Рабинович, Г.Г. Щукин*).

В *ГГО* были выполнены теоретические работы по переносу теплового излучения в атмосфере, создана летающая лаборатория и проведены первые самолетные измерения радиоизлучения облачной атмосферы и поверхности в широком диапазоне длин волн.

Большой объем данных по СВЧ зондированию поверхности был получен в *ВКА им. А.Ф. Можайского* под руководством *Л.Т. Тучкова* и в *ААНИИ* под руководством *В.В. Богородского*.

Работы по СВЧ излучению атмосферы и земных покровов, велись также *А.Г. Гореликом* в *ЦАО* и *А.И. Козловым* в *Московском институте гражданской авиации*.

В 1963 г. *А.Е. Башаринов, С.Т. Егоров, М.А. Колосов и Б.Г. Кутуза* получили авторское свидетельство на СВЧ-радиометрический способ определения геофизических параметров с летательных аппаратов. Было показано, что измерения радиоизлучения Земли с самолета или со спутника одновременно в нескольких участках спектра или на разных поляризациях позволяют отдельно определять параметры атмосферы и поверхности [*Башаринов и др.*, 1963; 1968].

В 1964 г. была создана радиометрическая станция для самолета ИЛ-12 и выполнены эксперименты на Каспийском море по дистанционному обнаружению сквозь сплошную облачность границы льдов [*Гурвич, Егоров*, 1966] и по определению температуры поверхности моря [*Матвеев*, 1968]. Радиометр на $\lambda = 8,5$ см был установлен в радиопрозрачном контейнере под самолетом и неподвижный луч параболической антенны был направлен в надир.

Для оценки возможности измерения содержания водяного пара по измерениям излучения на длине волны 1,35 над водной поверхностью были выполнены расчеты вариаций яркостных температур [*Гурвич, Тиме, 1966*].

При подготовке спутникового эксперимента образовался сильный слаженный коллектив из сотрудников ИРЭ АН ССР, ИФА АН СССР и МНИИП во главе с А.Е. Башариновым, А.С. Гурвичем и С.Т. Егоровым.

Ключевым результатом работ коллектива явился запуск на орбиту спутника «Космос-243» [*Обухов и др., 1968; Башаринов и др., 1969*].

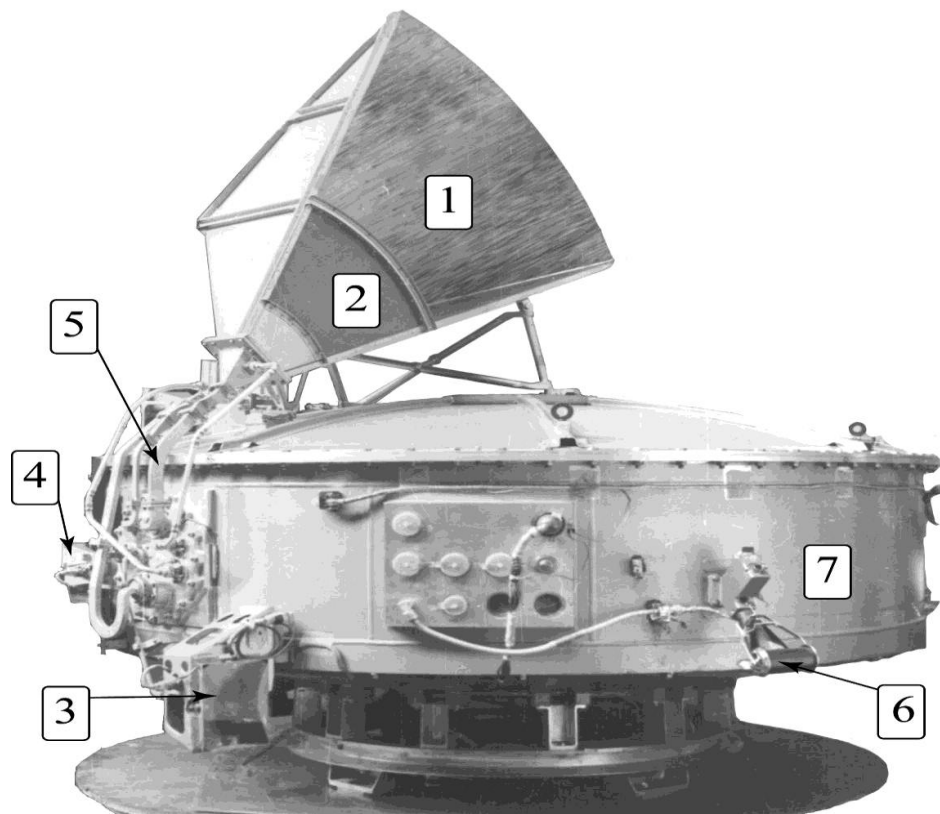
Проектировать аппаратуру для проведения эксперимента было возможно только в связке с устройством конкретного спутника. И тут нам крупно повезло. В начале 1960 г. в Куйбышевском филиале ЦКБ экспериментального машиностроения (ныне «ЦСКБ-ПРОГРЕСС») был спроектирован небольшой герметизированный контейнер для проведения автономных экспериментов в космосе продолжительностью 7 – 10 суток. Электронные устройства управления экспериментом и преобразования показаний датчиков могли быть размещены внутри контейнера. Сами датчики, например, приемники излучения размещались снаружи на стенках контейнера.

Такой контейнер вполне был пригоден для решения главной задачи: показать возможность получения новой, полезной для метеорологии информации о состоянии атмосферы и подстилающей поверхности радиоастрономическими методами и технологиями.

Условиями использования контейнера были:

- постановка эксперимента и его результаты должны быть несекретны,
- подробное сообщение в печати о полученных результатах должно последовать в кратчайший срок после завершения измерений в космосе.

Приборный контейнер с антеннами спутника “Космос243” перед установкой на ракету-носитель



Характеристики СВЧ радиометров

ПАРАМЕТР	КАНАЛЫ			
	1	2	3	4
Длина волны, см	8.5	3.4	1.35	0.8
Флуктуационная чувствительность, К	0.7	0.6	1.3	1.9
Ширина луча антенны, град.	8.6	4.0	3.6	4.0

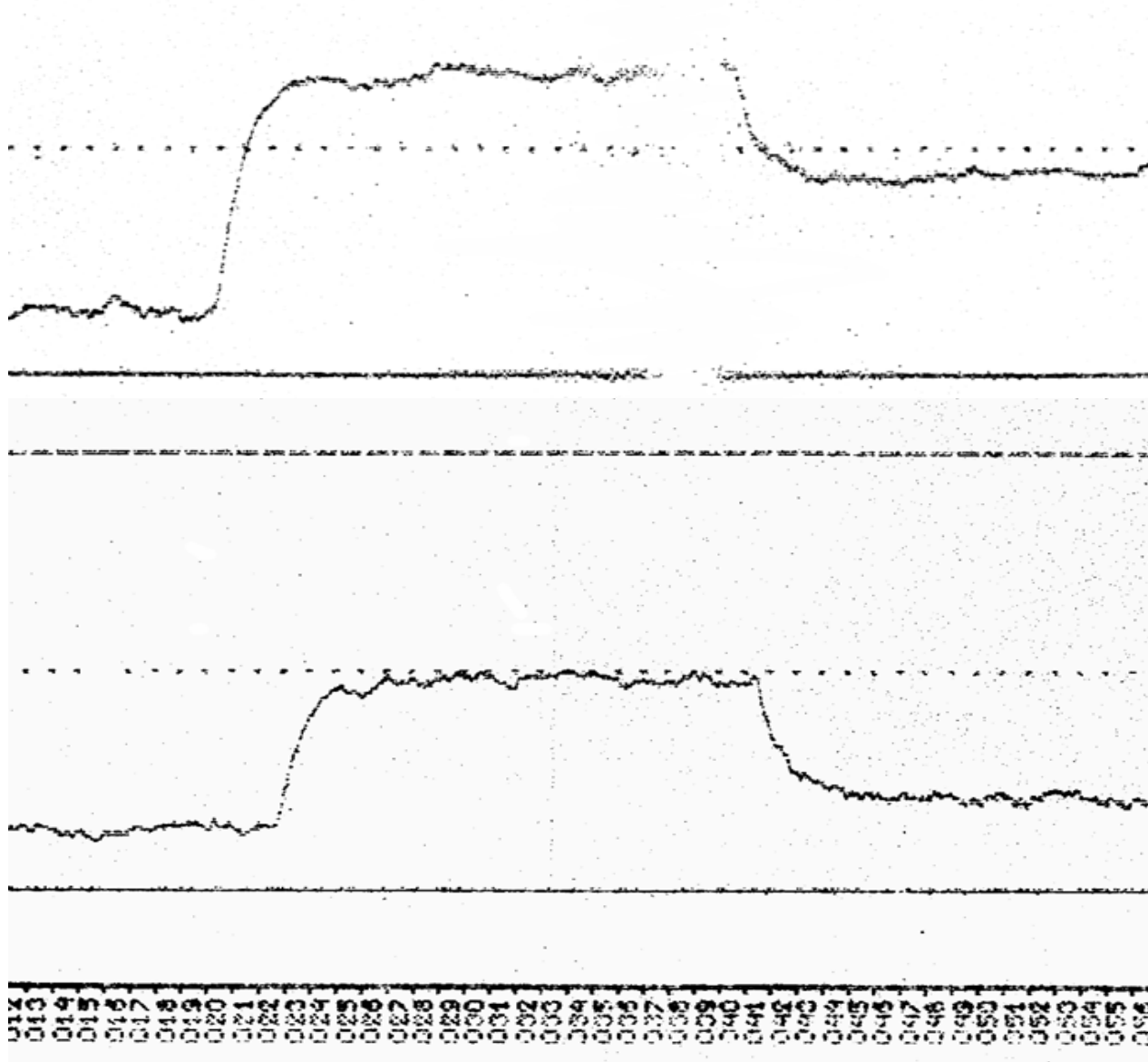
1 – антенн для длин волн 3.2 и 8.5 см; 2 – антенна для длины волны 1.35 см; 3 – зеркально линзовая антенна для длины волны 8 мм; 4 – опорные рупорные антенны, направляемые в зенит; 5 – волноводные тракты, соединяющие антенны с радиометрами; 6 – антенна командно телеметрической линии; 7 – герметичный контейнер с радиометрами, системами электропитания, управления и телеметрии.

Космический этап эксперимента начался 23 сентября 1968. После успешного выхода на орбиту спутник с контейнером получил имя «Космос-243».

Перед запуском участники эксперимента разъехались по стране. А.Е. Башаринов был в центре управления под Москвой, А.С. Гурвич немного ранее улетел на космодром для проведения последних предполетных проверок аппаратуры, Б.Г. Кутуза и А.М. Шутко отправились на озеро Балхаш и в Томскую область, чтобы на НИПах (наблюдательном измерительном пункте) следить за информацией, сбрасываемой со спутника по радиолинии.

Космический этап прошел по намеченному плану без особых сбоев. По окончании активного семисуточного периода измерений «Космоса-243» участники эксперимента с НИП-ов вернулись в Москву с бумажными лентами, на которых были записаны данные.

Регистрация данных зондирования на электрохимической бумаге



Начался этап обработки и анализа данных измерений. Через три месяца интенсивной работы стало ясно, что эксперимент полностью удался и надо отправлять в печать подробное сообщение о результатах, чтобы выполнить условия, на которых был предоставлен контейнер. Подготовить сообщение не представляло проблемы, благо материала было предостаточно. Задача состояла в том, как провести этот материал через комиссию Главлита.

Действие по стандартной процедуре могло затянуть появление статьи на месяцы. Александр Михайлович нашел выход: позвонил зав. отд. науки газеты «Правда», кратко рассказал об эксперименте, пояснил его роль и предложил опубликовать популярную статью. Последовал короткий ответ: привезите текст, посмотрим.

Сотруднику редакции текст понравился – «напечатаем после небольшой правки». Когда же А.С. Гурвич робко напомнил ему о Главлите, последовал жесткий ответ: «здесь мы решаем, что можно публиковать». Спустя несколько дней, вышел номер газеты с большим «подвалом». Среди его авторов Генеральный Конструктор, создатель и руководитель «ЦСКБ-ПРОГРЕСС» Дмитрий Ильич Козлов под псевдонимом Д. Ильичев.

Условия использования контейнера и запуска были выполнены.

Статья в газете «ПРАВДА» от 21 января 1969 года, авторы: А. Обухов, Д. Ильичев, А. Башаринов, А. Гурвич, С. Егоров

21 января 1969 г.

№ 21 (18434)

ПРАВДА

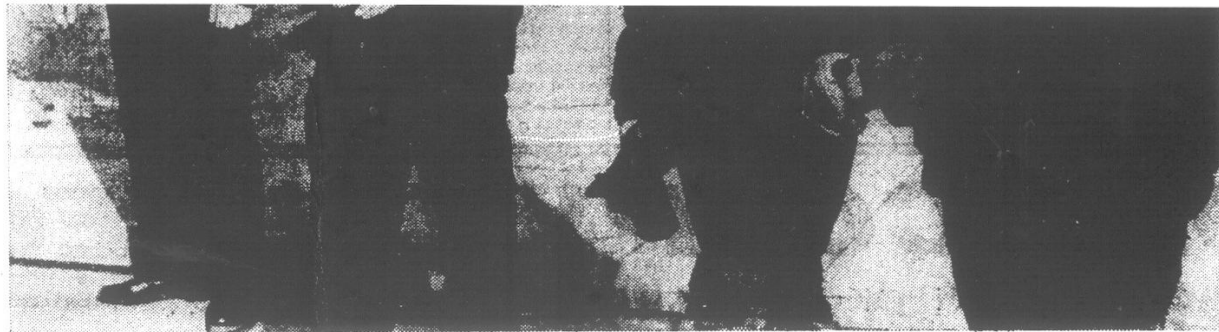
ПО-УДАРНОМУ

Мир вновь изумлен великолепным подвигом советских людей, коммунистов Владимира Шаталова, Бориса Волынова, Евгения Хрунова, Алексея Елисеева. Наш замечательный квартет космонавтов осуществил небывалый в истории эксперимент. В освоении космического пространства открыта еще одна героическая страница.

Каждый, в ком бьется сердце патриота, радуется и гордится успехом советских ученых, конструкторов, инженеров, техников, рабочих — всех, кто участвовал в запуске кораблей «Союз».

В эти дни с особым вдохновением трудятся волгоградские металлурги. С начала года коллектив нашей печи выдал более 200 тонн высоколегированной стали сверх плана. Сегодня у всех у нас одно желание — по-ударному завершить четвертый год пятилетки, новыми трудовыми победами ознаменовать великую дату — столетие со дня рождения В. И. Ленина.

А. БЕЛОУСОВ.
Сталевар завода «Красный Октябрь», депутат Верховного Совета СССР.
г. Волгоград.



Звездные братья.

Фото Г. Остроумова («Известия»).

**НАУКА
РАЗДВИГАЕТ
ГОРИЗОНТЫ**

РАДИОТЕЛЕЕСКОПЫ СМОТРЯТ НА ЗЕМЛЮ

Перспективы, которые открывает перед наукой сборка первой в истории орбитальной станции, сейчас в центре внимания у нас в стране и за рубежом. Публикуемая ниже статья рассказывает о конкретном опыте советских ученых, впервые в мире осуществивших глобальный эксперимент по приему теплового радиоизлучения Земли и ее атмосферы. Вероятно, такие исследования войдут и в программу орбитальных станций будущего.

С использованием космических разведчиков погоды — метеорологических спутников — стало возможным получение как бы мгновенных фотографий облачности по всей нашей планете. Спутниковые наблюдения за облачным покровом позволили обнаружить ряд неизвестных до этого явлений, и сейчас телевизионные карты облаков помогают предсказывать погоду, обнаруживать зарождающиеся тайфуны в океанах и т. д.

Однако наблюдения за облаками из космоса с помощью обычного или инфракрасного телевидения не дают возможности увидеть того, что находится под облаками. В связи с этим ученые во всем мире занимаются поисками путей усовершенствования методов спутниковых измерений для определения физических параметров атмосферы: температуры, давления, влажности воздуха, интенсивности осадков и других. Сложность здесь состоит в том, что единственной доступной для измерения величиной является электромагнитное излучение атмосферы и поверхности Земли — собственное тепловое или рассеянное солнечное. Задача может быть решена только в результате комплексного использования всего спектра собственного теплового излучения атмосферы — от инфракрасного до радиоволнового — и отраженной солнечной радиации.

На запущенном 23 сентября 1968 года спутнике «Космос-243» был впервые в мире осу-

ществлен глобальный эксперимент по приему теплового радиоизлучения Земли и ее атмосферы. Для этого на спутнике были размещены чувствительные приемники теплового радиоизлучения в диапазоне волн от 8 миллиметров до 8 сантиметров с антеннами, направленными на Землю. Эти приемники и антенны во многом аналогичны наземным радиотелескопам и отличаются от них полной автоматизацией. Таким образом, спутник представлял собой автоматическую радиоастрономическую обсерваторию в космосе. На нем был установлен также узкополосный приемник инфракрасного излучения.

Наклон орбиты спутника к экватору составлял 71,3 градуса, и это позволяло обследовать полярные районы вплоть до 71-го градуса широты. Результаты измерений записывались в запоминающее устройство и по команде передавались на Землю по радиотелеметрической линии при прохождении спутника над территорией СССР.

Какие же дополнительные преимущества открывает использование теплового радиоизлучения для определения параметров атмосферы? Преимущества заключаются прежде всего в том, что радиоволны сантиметрового диапазона достаточно хорошо проникают через облака, совершенно непрозрачные для видимого и инфракрасного излучения. Это дает возможность определять температуру поверхности сквозь преграду облаков и осадков. Волны миллиметрового диапазона заметно поглощаются капельками воды, что позволяет по спектру излучения на этих волнах не только обнаружить облака и осадки, но и измерить содержание капельной воды, обнаружить очаги интенсивных осадков, считать мощными облаками. Наконец, в сантиметровом и миллиметровом диапазонах находятся резонансные линии поглощения водяного пара, поэтому, измеряя интенсивность радиоиз-

лучения на соответствующем диапазоне волн, можно определить и содержание водяного пара, т. е. влажность воздуха.

Специальные расчеты показали и проведенный эксперимент подтвердил, что наиболее полные данные по определению параметров атмосферы получаются при полете спутника с научной аппаратурой над океанами. Это обстоятельство особенно ценно, так как получаемые в настоящее время сведения об атмосфере именно над океанами крайне скудны. Между тем океаны являются гигантскими аккумуляторами солнечной энергии, которую они отдают в виде скрытой теплоты испарения. Эта теплота в значительной степени «питает» энергией гигантские циклоны, определяющие погоду на планете.

Кроме того, по собственному радиоизлучению над океаном легко определить наличие льда на поверхности воды. Спутник «Космос-243» за первые же сутки полета на-

дежно определил границу сплошных льдов вокруг Антарктиды.

Результаты проведенного эксперимента далеко не исчерпываются составлением карты льдов. Получены, например, меридианальные разрезы температуры поверхности воды в Тихом океане от Берингова моря до Антарктиды. Получение такого разреза за очень короткое время — всего несколько десятков минут — представляет большой интерес для океанологии.

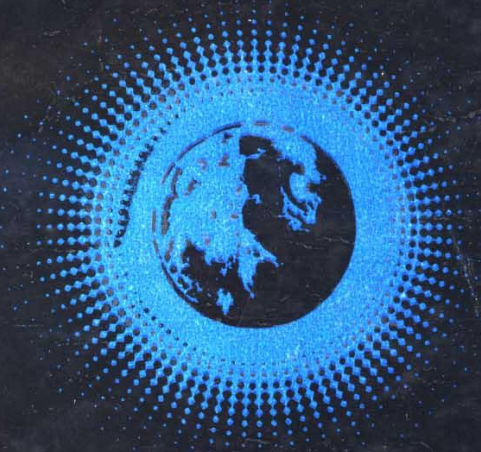
Одновременное измерение излучения на различных волнах сантиметрового и миллиметрового радиодиапазонов и использование инфракрасного излучения на спутнике «Космос-243» принесло ученым обширные данные об атмосфере и поверхности Земли. В недалеком будущем измерения теплового радиоизлучения Земли будут широко использоваться для исследования процессов, происходящих в атмосфере, в океанах, при анализе метеорологической обстановки — при долгосрочном прогнозировании погоды и состоянии моря.

А. ОБУХОВ — член-корреспондент АН СССР; **Д. ИЛЬИЧЕВ** — доктор технических наук; **А. БАШАРИНОВ** — профессор; **А. ГУРВИЧ**, **С. ЕГОРОВ** — кандидаты технических наук.

Космос-243, Космос-384

А.Е. БАШАРИНОВ, А.С. ГУРВИЧ, С.Т. ЕГОРОВ

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ЗЕМЛИ КАК ПЛАНЕТЫ



Издательство
«Наука»

Москва, 1974

Монография *“Радиоизлучение Земли как планеты”* явилась подробным научным итогом экспериментов на спутниках «Космос-243» и «Космос-384».

Эксперименты на этих спутниках положили начало новому направлению в спутниковой метеорологии, точнее, технологии дистанционного зондирования системы атмосфера – подстилающая поверхность.

Возраст руководителя и исполнителей космического эксперимента.

Самому старшему по возрасту – Александру Михайловичу – только-только исполнилось 50 лет, а самый молодой не достиг и 40.

Гурвич А. С., Кутуза Б. Г. “КОСМОС-243” – первый в мире эксперимент по исследованию Земли из космоса радиофизическими методами // *Исследование Земли из космоса*. 2010. № 2. С. 14-25.

Яркостная температура системы атмосфера - поверхность

$$T_{bj}(\theta) = T_{bj}^{\uparrow}(\theta) + T_s \cdot \varepsilon_j(\theta) \cdot e^{-\tau_{0j}(\theta)} + T_{bj}^{\downarrow}(\theta) \cdot e^{-\tau_{0j}(\theta)} \cdot \zeta_j(\theta)$$

$T_{bj}^{\uparrow}(\theta)$ - яркостная температура восходящего излучения атмосферы

$T_{bj}^{\downarrow}(\theta)$ - яркостная температура отраженного нисходящего излучения

T_s - температура подстилающей поверхности

$\tau_{0j}(\theta)$ - полное ослабление в атмосфере

$\varepsilon_j(\theta)$ - излучательная способность поверхности, зависящая от угла падения θ и поляризации

$j = v, h$ - указывает вертикальную (v) или горизонтальную (h) поляризацию

$\zeta_j(\theta)$ - коэффициент отражения поверхности,

$$\varepsilon_j(\theta) + \zeta_j(\theta) = 1$$

Яркостная температура атмосферы

Яркостная температура при приеме нисходящего излучения атмосферы

$$T_b = \int_0^{\infty} T(h)\gamma(h)e^{-\int_0^h \gamma(x)dx} dh + T_r e^{-\tau},$$

где γ - коэффициент поглощения в атмосфере, состоящий из поглощения в кислороде, водяном паре и жидкокапельном облаке, $\tau = \int_0^{\infty} \gamma(h)dh$ - полное поглощение в атмосфере.

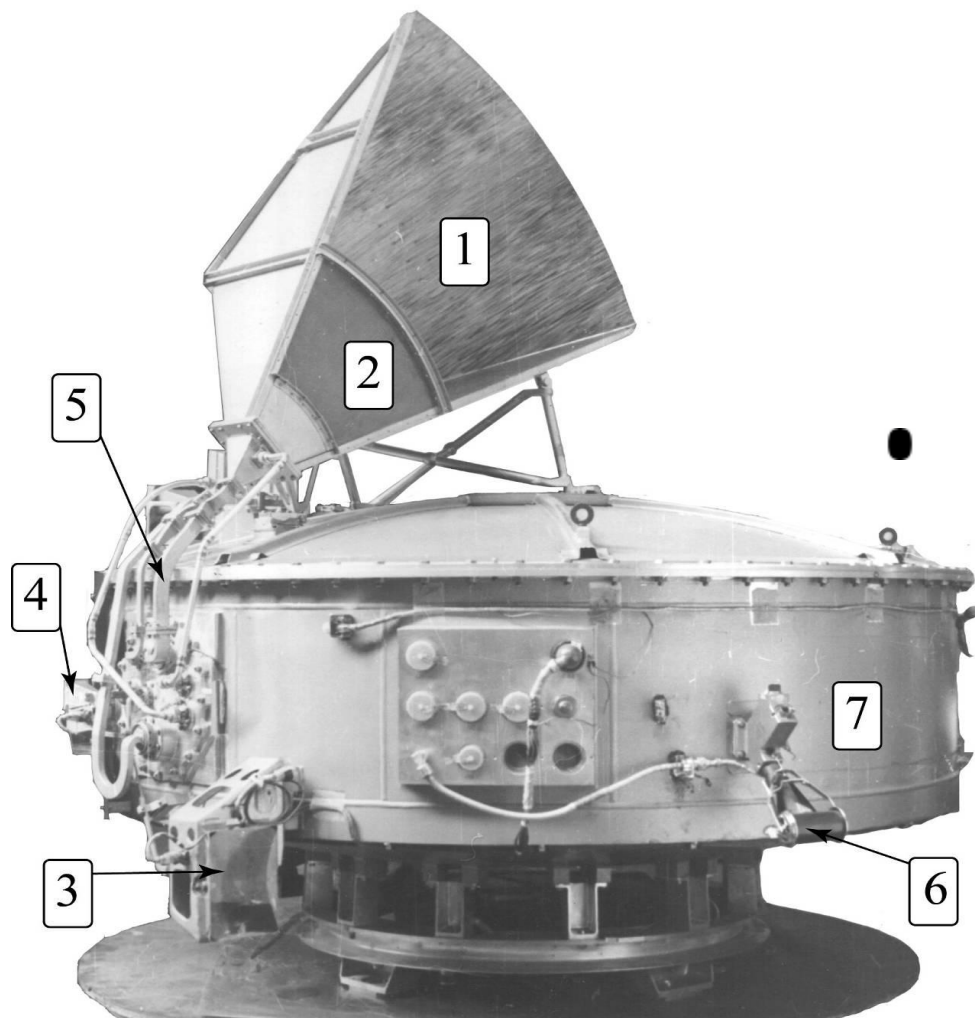
При $\tau \leq 1$ пер

$$T_b = (T_o - \Delta T)(1 - e^{-\tau}) + T_r e^{-\tau},$$

где T_o - температура вблизи земной поверхности, ΔT - поправка на неизотермичность атмосферы

$$\tau = \tau_o + k_p Q + k_w (T_{cl}) W,$$

где τ_o - полное поглощение в кислороде, k_p и k_w - весовые коэффициенты поглощения соответственно в водяном паре и облаках, Q - полная масса водяного пара, W - водозапас облаков

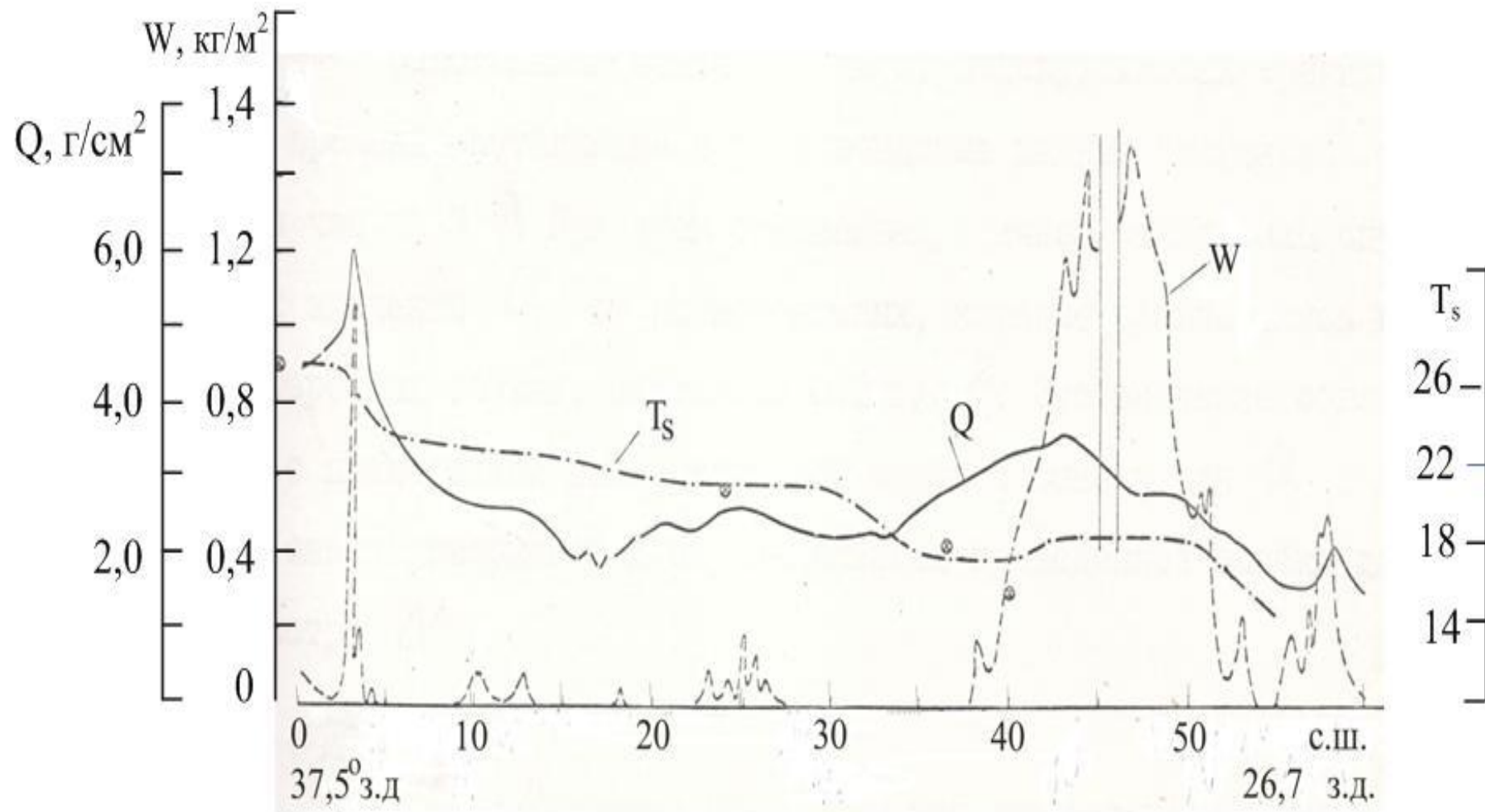


Спутник “Космос-243”

выведен на орбиту с космодрома
«Байконур», 23.09.68

1. Зеркало λ 8.5 и 3.2 см
2. Вырез в стенке рупора для λ 1.35 см
3. Рупорно-линзовая антенна λ 0.8 см
4. Антенны опорного излучения космоса
5. Система волноводов
6. Антенна радиолинии связи
7. Приборный контейнер

Профили температуры поверхности океана T_s (— · — · —), влагосодержания атмосферы Q (—) и водозапаса облаков W (---) вдоль проекции орбиты спутника над Атлантическим океаном

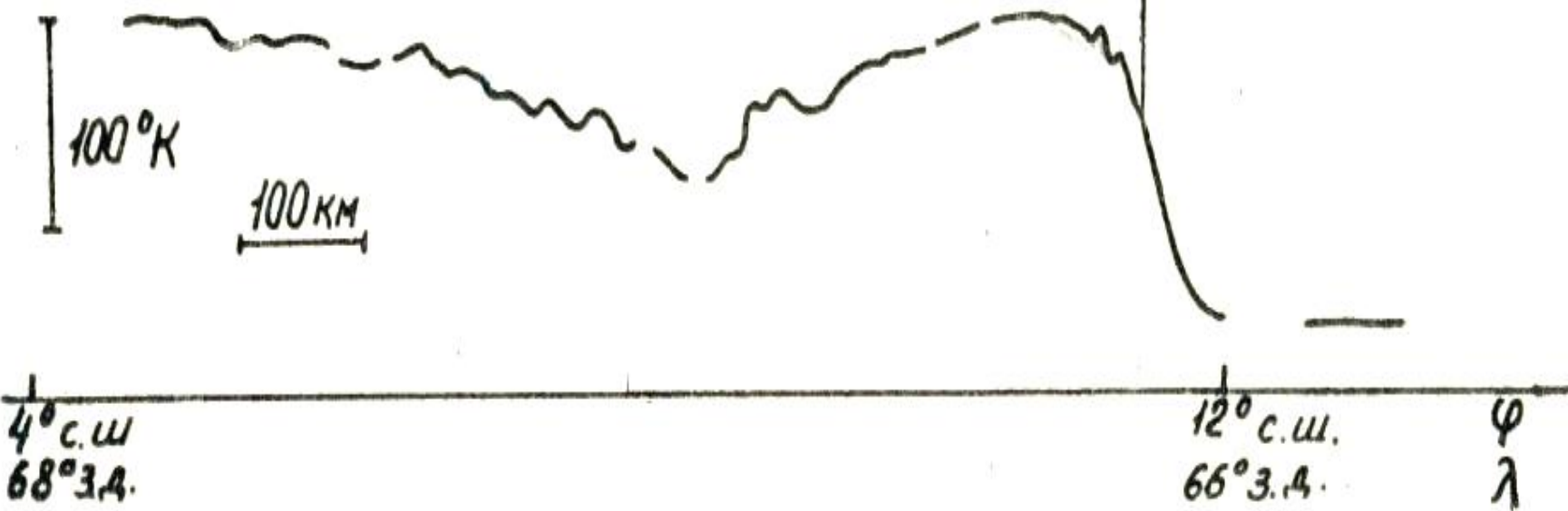


Профиль яркостной температуры на длине волны 8,5 см над Южной Америкой в бассейне реки Ориноко, 24.09.1968.

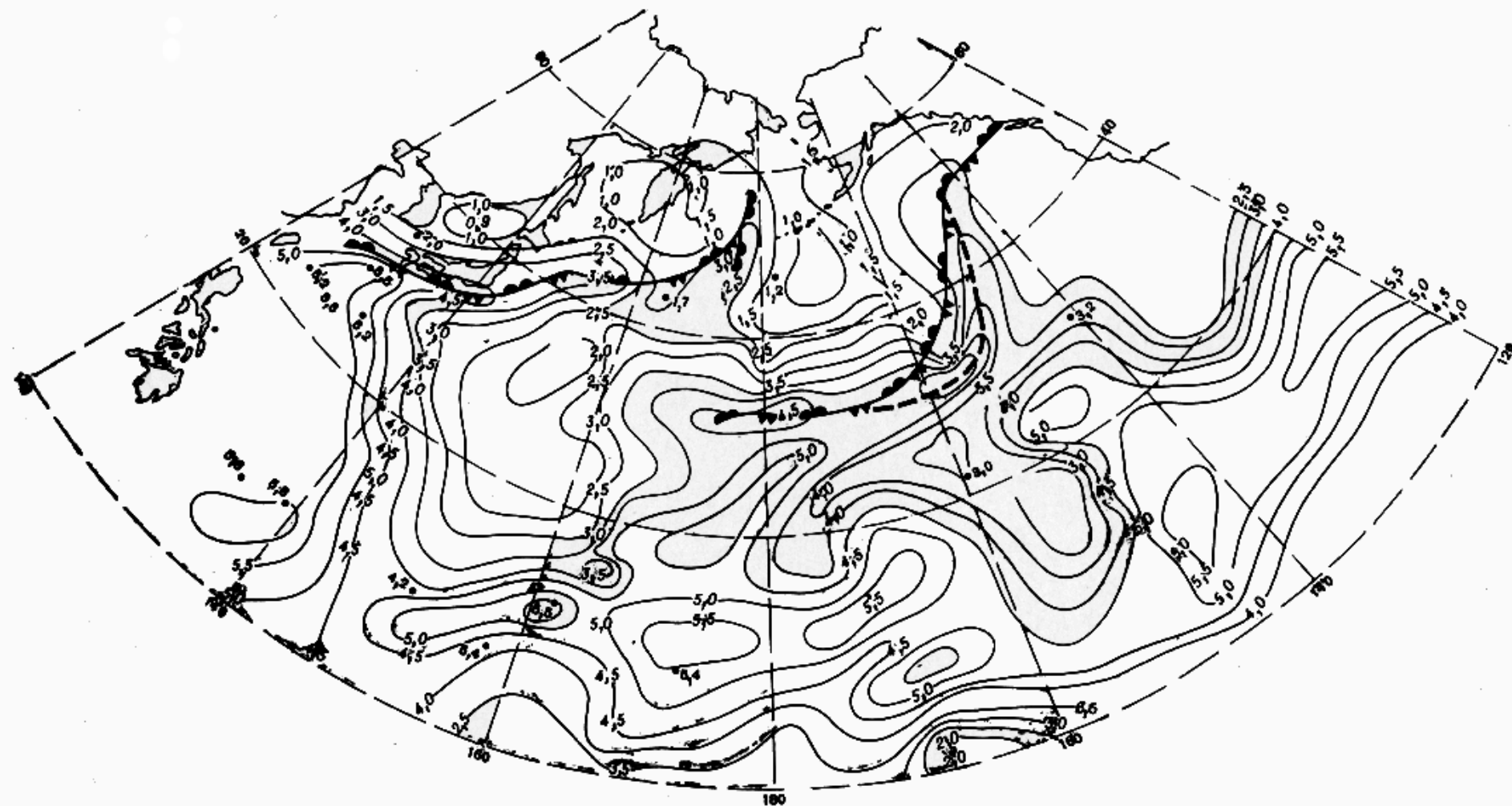


Южная Америка

Карибское море



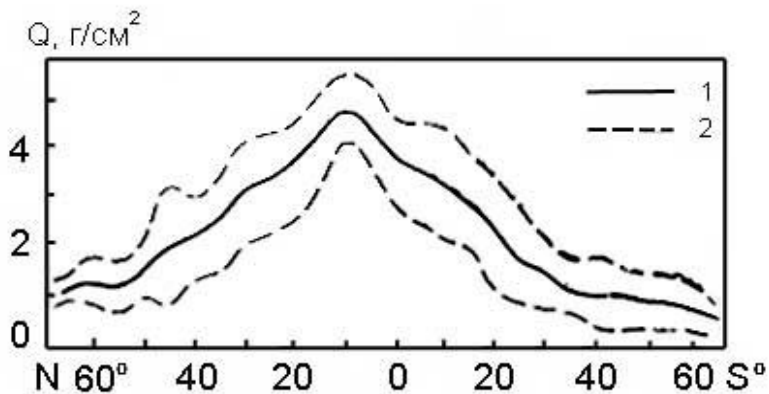
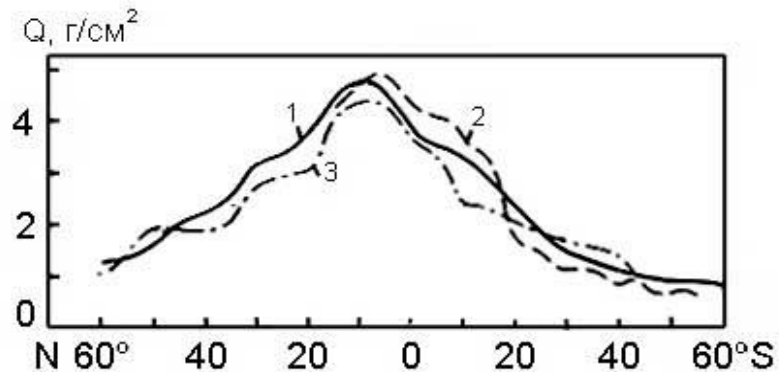
Влажесодержание атмосферы 23 сентября 1968 года



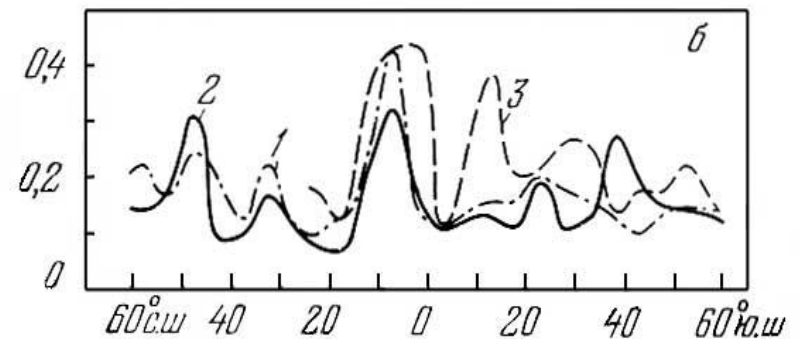
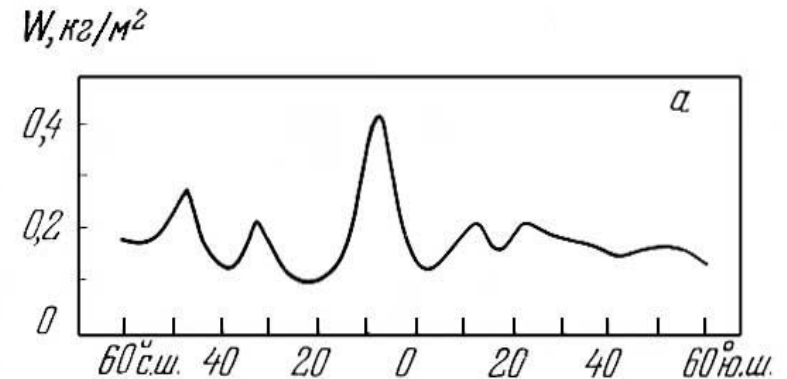
Влажесодержание атмосферы над северной частью Тихого океана по измерениям со спутника “Космос-243” 23 сентября 1968 г. Наложено положение атмосферных фронтов.

Глобальные характеристики влажносодержания атмосферы и водозапаса облаков

Паросодержание атмосферы, Q , г/см²



Водозапас облаков, W , кг/м²

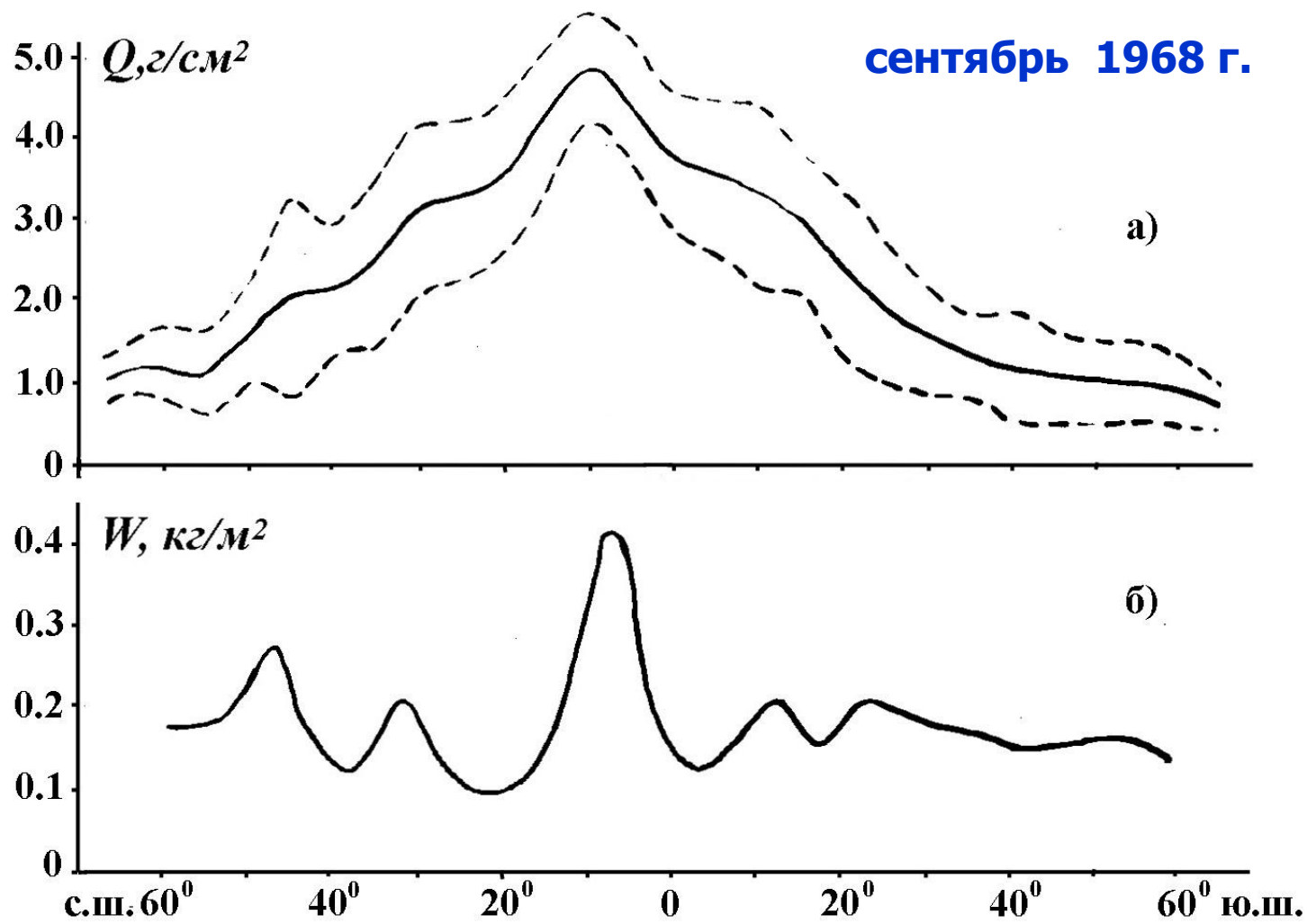


$$M_Q = 1,24 \cdot 10^{19} \text{ г.}, \quad Q_{\text{ср}} = 2,4 \text{ г/см}^2$$

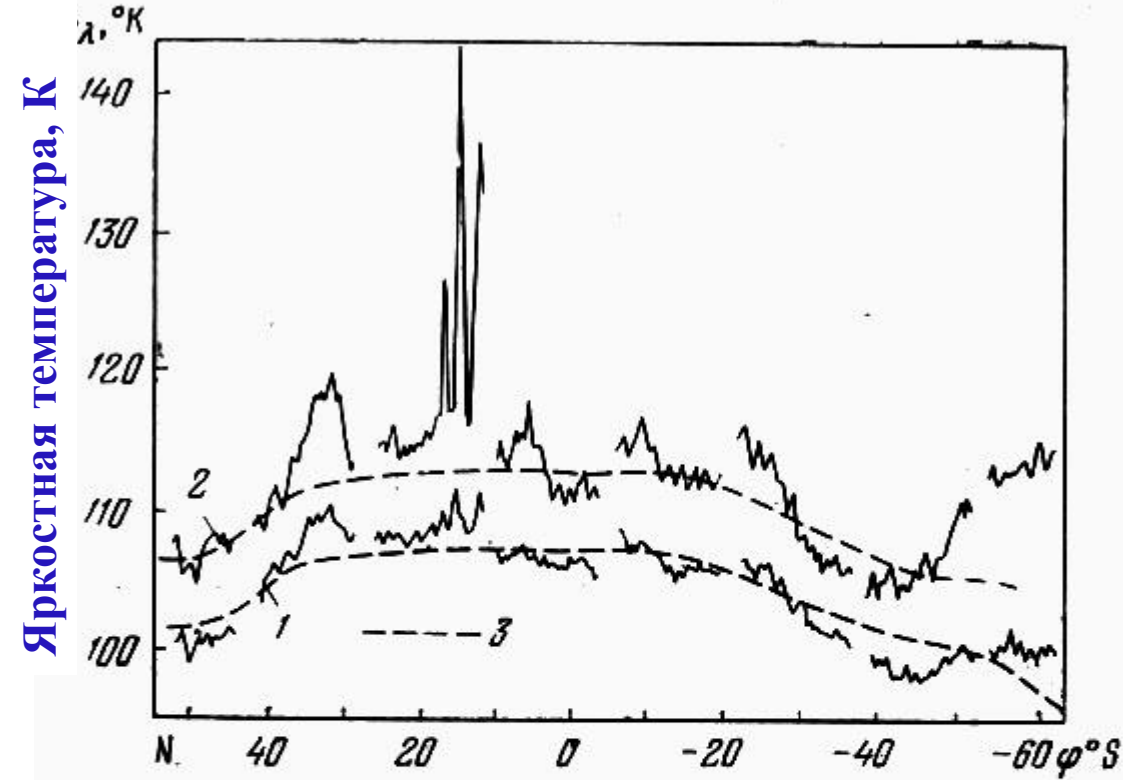
Широтные распределения полной массы водяного пара (слева) и водозапаса облаков (справа) над отдельными океанами и над Мировым океаном в сентябре 1968 г.

(Башаринов и Митник, Метеорология и гидрология, 1970)

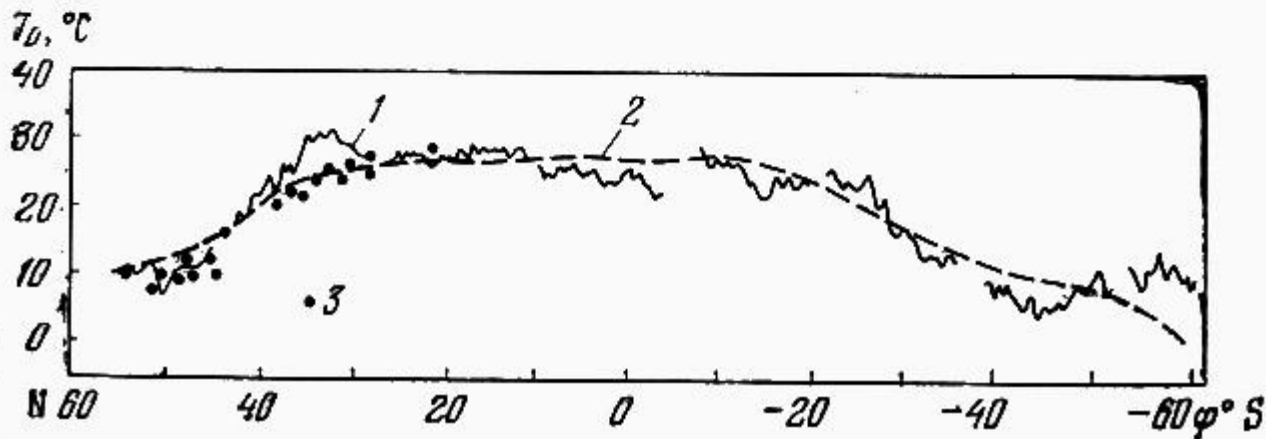
Широтное распределение влагосодержания атмосферы (а) и водозапаса облаков (б) над Мировым океаном



Спутник "Космос-243", сентябрь 1968 г.

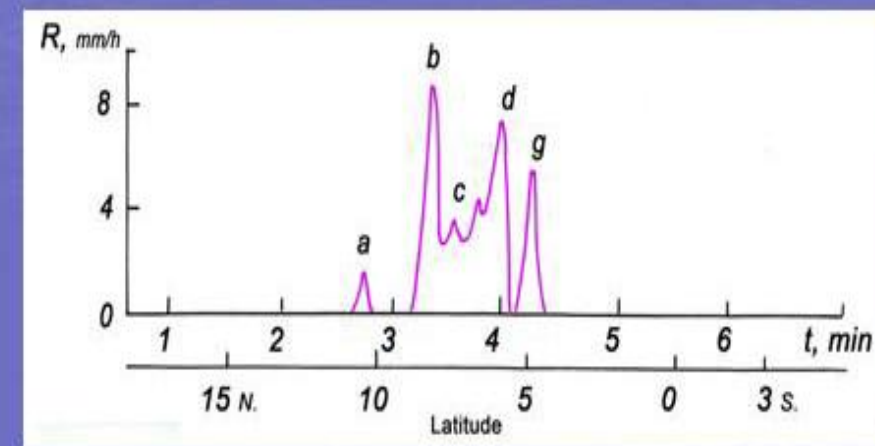
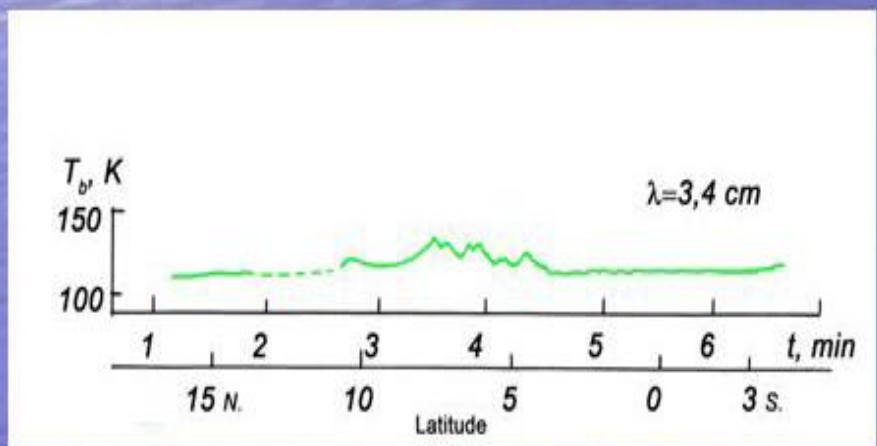
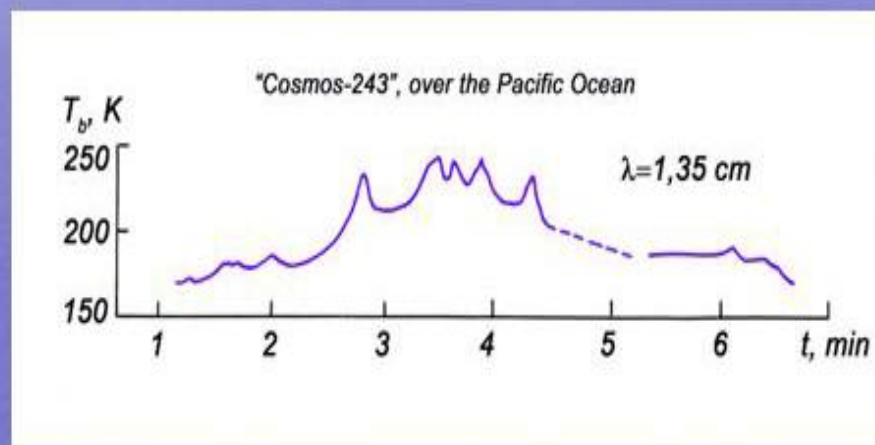
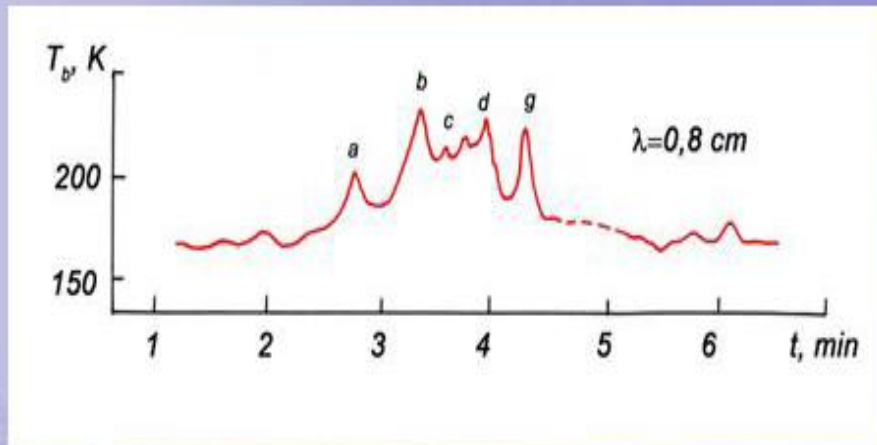


Вариации яркостных температур на частотах: 1 - 8,8 ГГц и 2 - 3,5 ГГц и 3 - климатические распределения температуры поверхности воды в центральной части Тихого океана.

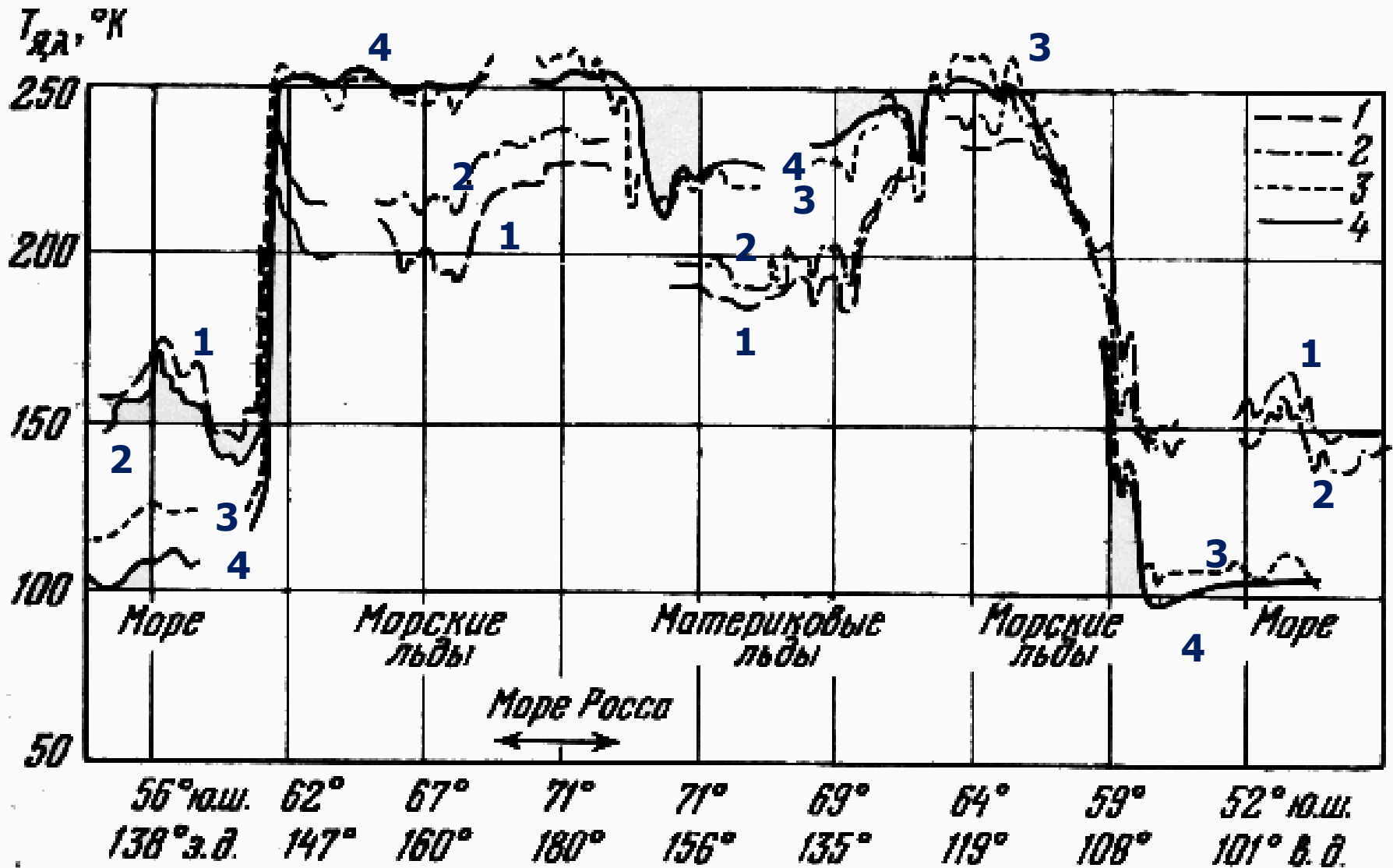


Профиль ТПО в центральной части Тихого океана, восстановленный по Тя(3,5) и Тя(8,8):.

Профили яркостной температуры на волнах 0,8, 1,35 и 3,4 см над морской поверхностью и оценки интенсивности дождя

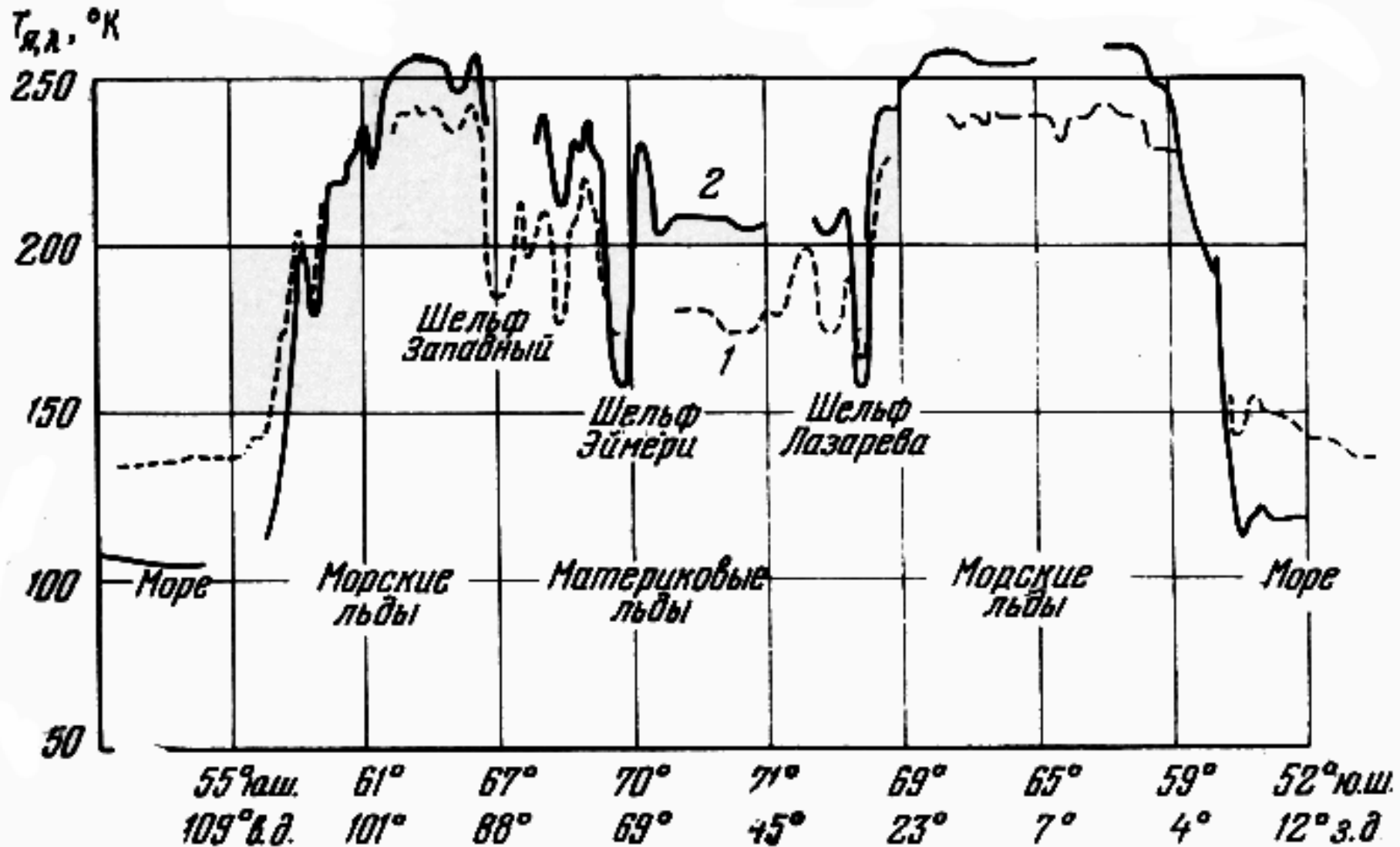


Космос-243, сентябрь 1968, Антарктика



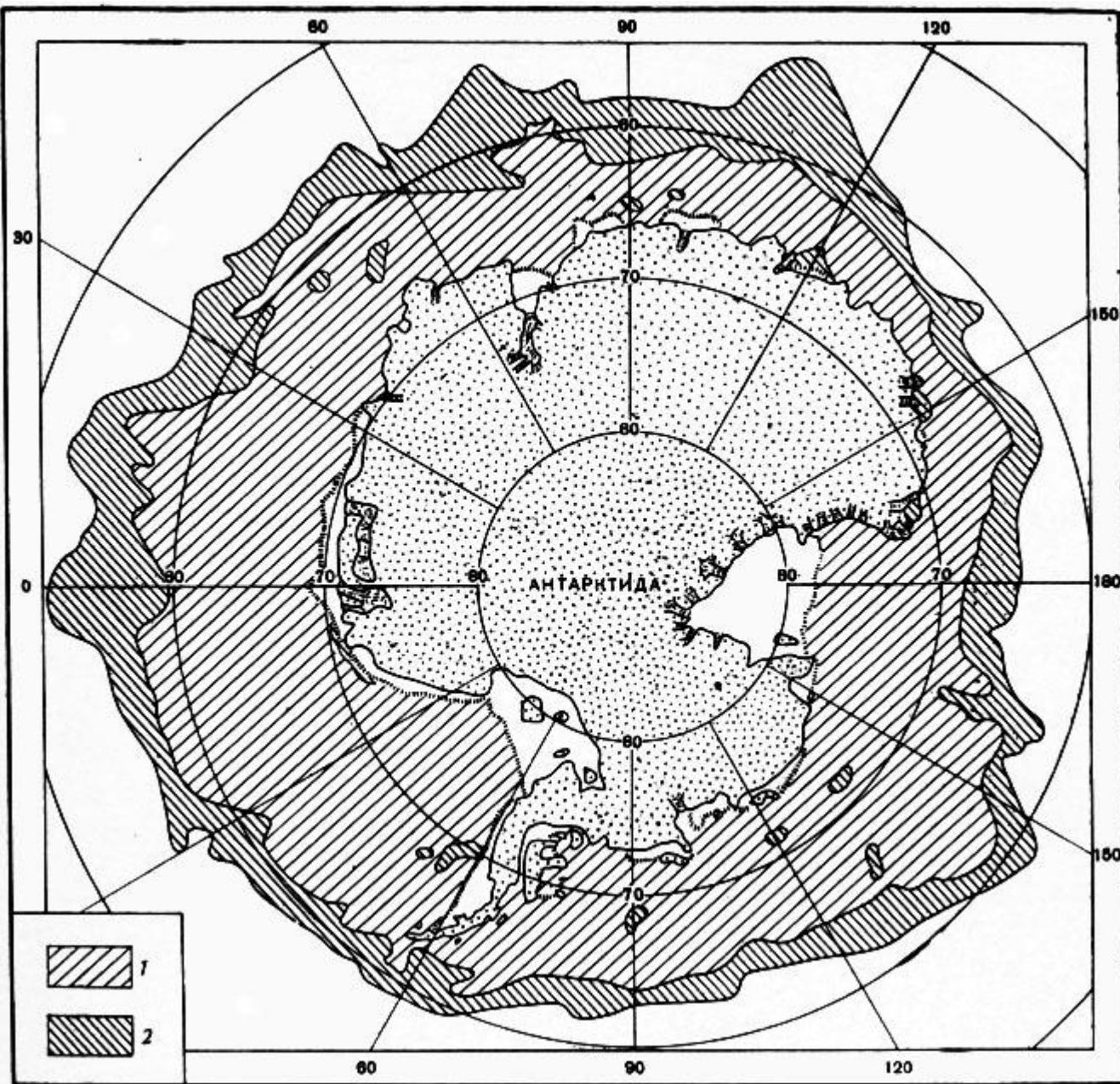
Профили яркостной температуры над морскими и материковыми льдами на частотах 37,5 (1), 22,23 (2), 8,8 (3) и 3,5 ГГц (4)

Космос-243, сентябрь 1968, Антарктика



Профили яркостной температуры над морскими и материковыми льдами на частотах 22,23 (1) и 8,8 ГГц (2)

Космос -243, сентябрь 1968



Карта
сплочённости
морских льдов
вокруг
Антарктиды:

1 - $C > 50\%$

2 - $C < 50\%$

(14)

l'Humanité

ORGANE CENTRAL DU PARTI COMMUNISTE FRANÇAIS

COSI

Статья о спутнике
 “Космос-243”
 в газете
 “Юманите”

OBSERVATOIRE RADIO-ASTRONOMIQUE AUTOMATIQUE

Cosmos-243 a pris la température de la Terre et de son atmosphère

C'est la première fois que cette expérience, utile à la météo et à l'océanographie, est réalisée à l'échelle du globe

M. ALEXANDRE OBOUKHOV, membre correspondant de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., vient de le révéler : le satellite artificiel baptisé « Cosmos-243 », lancé d'Union Soviétique le 23 septembre dernier, était un observatoire radio-astronomique automatique. Pour la première fois, grâce à cet engin, a pu être mesuré à l'échelle de tout le globe terrestre, le rayonnement thermique de la Terre et de son atmosphère.

Sous des dehors d'appareils techniques ces « prises de température » sont en fait d'une très grande importance pratique pour une météorologie globale de la Terre. Elles pourront être maintenant et sera largement employées pour étudier certains processus se déroulant dans l'atmosphère et dans les océans, ce qui permettra de déterminer pour une longue période des prévisions portant sur le temps en général et l'état de la mer.

Les données les plus intéressantes fournies par « Cos-

mos-243 » sont celles qu'il a recueillies au-dessus des océans. Ces données sont jusqu'à présent fort rares, les étendues d'eau sur notre globe ne comptant que quelques stations météorologiques à bord de navires spécialement équipés. La présence de cyclones, la direction et la force des vents, l'état de la mer, la température, tous ces éléments de la météorologie ne sont souvent transmis aux centres à terre que par les navires circulant sur les routes maritimes. C'est dire que ces éléments déjà fragmentaires ne concernent que des régions océaniques de faible étendue.

Cette lacune est d'autant plus préjudiciable à la prévision météorologique que c'est précisément dans l'atmosphère recouvrant les masses océaniques que « s'élabore » le

C'est là déjà un progrès par rapport aux méthodes classiques d'un service météo (qui, dans notre pays, manque d'ailleurs singulièrement des moyens qui lui seraient indispensables). Mais la solution réelle des problèmes posés par le temps ne peut être trouvée qu'à l'échelle du globe. Déjà des satellites-météo (tels les « Tiros », « Nimbus », « Esra ») photographient journellement la couverture nuageuse de la Terre, déterminant sa forme et ses mouvements.

Toutefois, les phénomènes se déroulant dans l'atmosphère hors des zones nuageuses sont encore pratiquement inconnus. C'est là le champ exploré par « Cosmos-243 ». Grâce aux données qu'il a recueillies par radio (sur ondes millimétri-

ques et centimétriques) et par mesure du rayonnement infrarouge, l'observatoire automatique soviétique a permis, en particulier, de dresser une carte de la température à la surface de l'océan Pacifique, depuis la mer de Behring jusqu'à l'Antarctique, ce qui, outre les météorologues, intéressera considérablement les océanologues. Il a également, dès sa première journée d'activité, déterminé les limites des champs de glace autour du continent antarctique.

On imagine sans peine ce que permettra dans ces domaines, à plus ou moins bref délai, la création d'une station orbitale habitée autour de la Terre.

René PICHELIN.

Les 4 cosmonautes
 des Soyouz-4 et 5

Аквилонова А.Б., Крылова М.С., Кутуза Б.Г., Митник Л.М. СВЧ-радиометрические измерения характеристик фронтальной облачности со спутника “Космос-243”.
Препринт ИРЭ АН СССР, М. 1971. 20 с. Труды Центральной аэрологической обсерватории. 1972, выпуск 103, Спутниковая метеорология, с. 73-80.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Препринт

А.Б. Аквилонова, М.С. Крылова, Б.Г. Кутуза,
Л.М. Митник

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРОНТАЛЬНОЙ
ОБЛАЧНОСТИ ПО ДАННЫМ СВЧ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
СО СПУТНИКА “КОСМОС-243”



МОСКВА, 1971

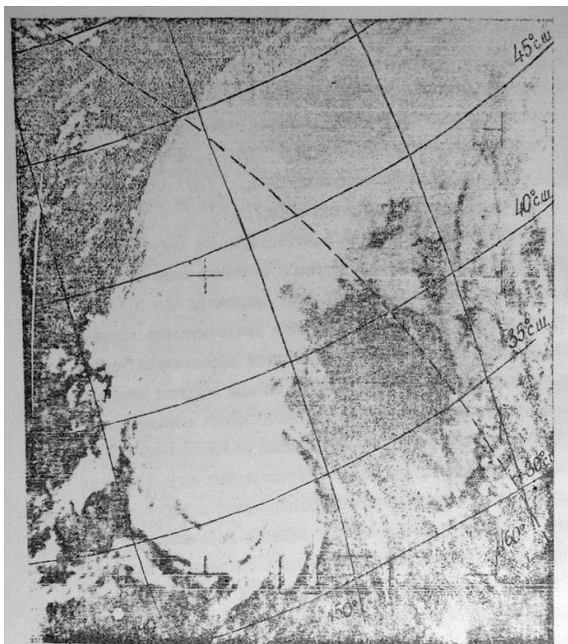


Рис.1. Фотография облачности холодного фронта и тайфуна "Карма" со спутника "ЗССА-6" 23 сентября 1968г;
--- проекция орбиты спутника "Космос-243"

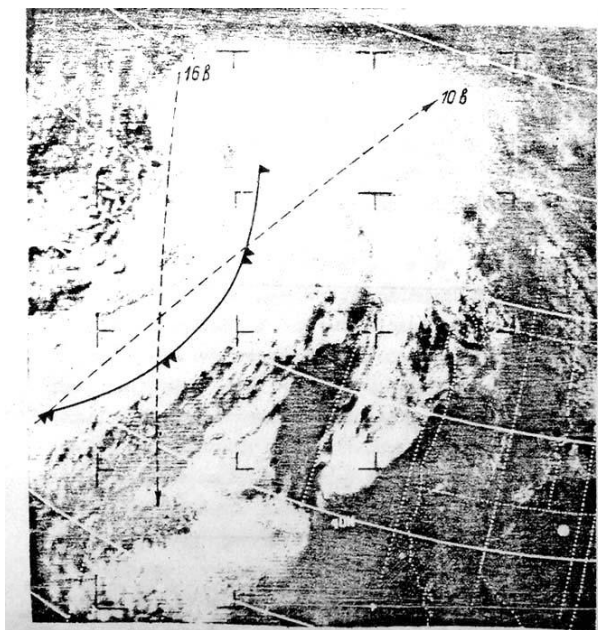


Рис.4а. Фотография облачности в северо-восточной части Тихого океана

STUDY OF CLOUDINESS PARAMETERS BASED ON MEASUREMENTS
FROM THE KOSMOS-384 SATELLITE

A. B. Akvilonova, A. Ye. Basharinov, A. K. Gorodetskiy,
A. S. Gurvich, M. S. Krylova, B. G. Kutuza, D. T. Matveyev,
and A. P. Orlov

(NASA-TT-F-14735) STUDY OF CLOUDINESS
PARAMETERS BASED ON MEASUREMENTS FROM THE
KOSMOS-384 SATELLITE (Scientific
Translation Service) 9 p HC \$4.00

N74-22282

CSCL 04B G3/20

Unclas
37866

Translation of: "Issledovaniya parametrov
oblačnosti po izmereniyam so sputnika
"kosmos-384". Izvestiya Akademii Nauk SSSR,
Fizika Atmosfery i Okeana, Vol. IX, No. 2,
1973, pp. 187-189

NASA Technical Translation

Перевод статьи
А.Б. Аквилоновой и др.
"Исследование параметров
облачности по измерениям
со спутника "Космос-384" //
*Изв. АН СССР. Физика
атмосферы и океана.* 1973.
Т. 9, № 2, С. 187-189.



NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION
WASHINGTON, D.C. 20546

JULY 1973

Результаты экспериментов на спутнике "Космос-243" повлияли на развитие спутниковой метеорологии в США. В США измерения Земли из космоса начались после запуска метеоспутника "Nimbus-5" в декабре 1972 г. На спутнике был установлен сканировавший по углу радиотелескоп, который регистрировал радиоизлучение Земли на одной длине волны 1,55 см.



Автор и руководитель проекта, профессор Массачусетского Технологического института David H. Staelin приехал в Москву вскоре после запуска "Nimbus-5". В ИФА он рассказал, что работы по проекту начались до запуска "Космоса-243", но из-за недостаточного финансирования шли очень медленно. Узнав о публикации в "Правде", профессор Staelin срочно заказал ее перевод. Аргумент: "У русских это уже есть" мгновенно снял все вопросы о финансировании.

В 70-е гг. прошлого века по линии Совета «Интеркосмос» осуществлялось активное советско-американское сотрудничество. Была создана советско-американская рабочая группа по исследованию Земли из космоса. В 1973-1978 гг. ее заседания регулярно 2 раза в году проводились поочередно в Москве и в центре космических полетов им. Годдарда (GSFC), штат Мэриленд. Б.Г. Кутуза участвовал в 4-5 заседаниях группы.

На этих заседаниях всегда стоял вопрос об обмене и анализе данных спутников «Космос» и «Нимбус».

О необходимости контактов говорили сотрудники США на конференции Microrad 2018 (март, MIT) и на симпозиуме IGARSS 2018 (июль, Валенсия). Упоминался и «Космос-243».

На 28 сентября 2018 был запланирован семинар Л.М. Митника в Goddard Space Flight Center. Было высказано пожелание коснуться в докладе истории спутниковой СВЧ радиометрии. 17 сентября семинар был перенесен на февраль-март 2019 г.

Советско-американская рабочая группа по исследованию Земли из космоса

**Слева руководители американской делегации В. Нордберг и Д. Джаффи,
третий слева - руководитель советской делегации профессор А. Зонн
Центр космических полетов им. Годдарда, Мэриленд, май 1976 г.**



Советско-американская группа по исследованию Земли из космоса. Центр космических полетов им. Годдарда, Мэриленд



Т. Шмагги, переводчик А.Татищев, Д. Мак Клейн, Б. Кутуза.
Центр космических полетов им. Годдарда, май 1976



**Томас Вилхйт, переводчица и Томас Шмагги.
Центр космических полетов им. Годдарда, май 1976**



Б. Кутуза, американская переводчица и В. Нордберг.
Центр космических полетов им. Годдарда, май 1976



COSPAR-1970, Беринг-1973 Метеор-М № 2-2

COSPAR 1970, Ленинград, Таврический дворец



COSPAR 1970, Ленинград, Таврический дворец



Б.Г. Кутуза, А.С. Гурвич, А.Г. Горелик и А.М. Шутко (слева направо)

XVI Всероссийская конференция СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

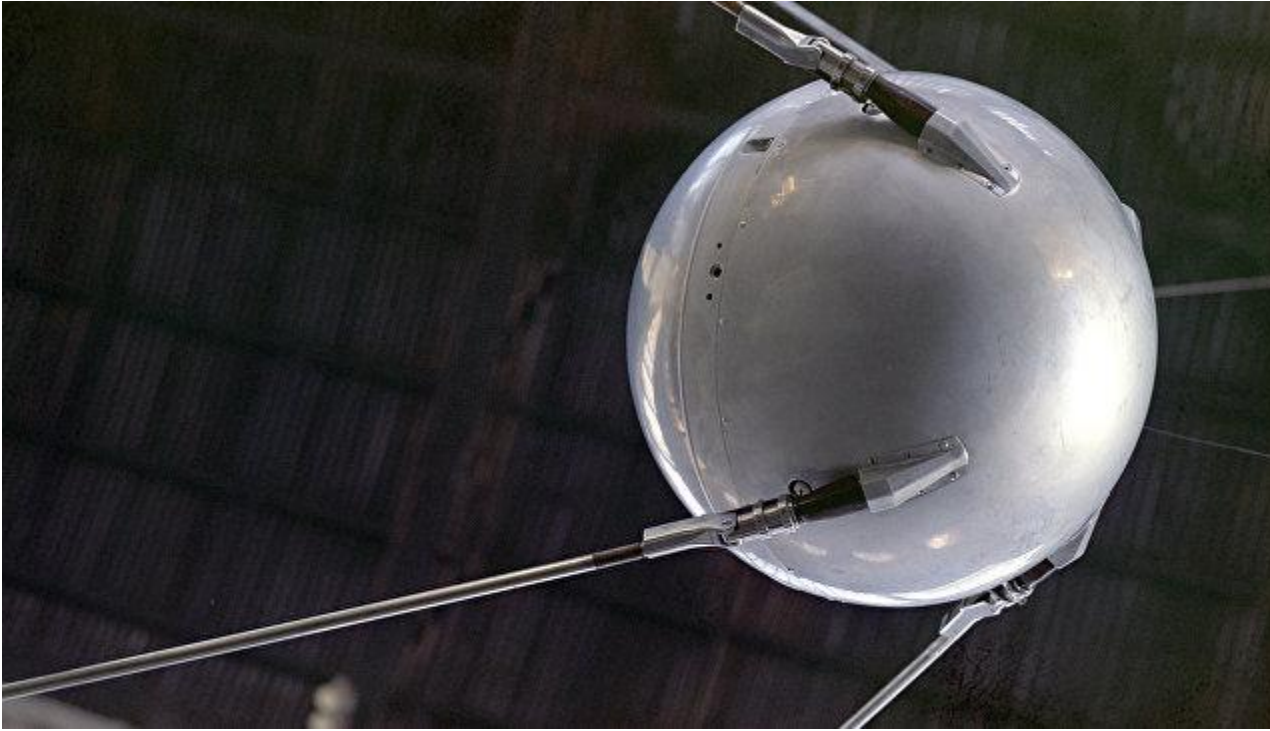
COSPAR 1970,

Ленинград, Таврический дворец



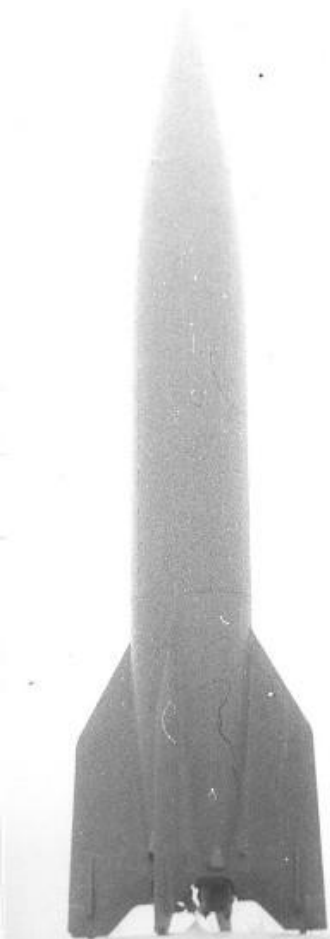
В . Нордберг, Г.С. Голицын, А.С. Гурвич, А.Е. Башаринов, Ю.В. Курилова, А.М. Обухов и др.
(слева направо)

4 октября 1957 – запуск СПУТНИКА ПС-1



*В сентябре 1967 г. Международная федерация астронавтики провозгласила **4 октября Днем начала космической эры человечества.***

6 декабря 1999 г. Генеральная Ассамблея ООН неделю с **4 по 10 октября** провозгласила **Всемирной неделей космоса**, чтобы отмечать вклад, космической науки и техники в улучшение благосостояния человека.



**Главные конструктора на Байконуре,
1957г. (слева направо) Богомолов А.Ф.,
Рязанский М.С., Пилюгин Н.А., Королёв
С.П., Глушко В.П.**

**Памятник ракете Р2. Капустин Яр, июнь 1979
(Краснов, Белостоцкая, Богомолов...)**

За работы по запуску первых спутников большая группа сотрудников Сектора спец. работ МЭИ была награждена орденами и медалями СССР, А.Ф. Богомолу было присвоено звание Героя Социалистического труда, а К.К. Морозов был удостоен Ленинской премии.

Ряду руководящих разработчиков была присвоена ученая степень канд. технич. наук без защиты диссертаций (Н.В. Жерихин, [П.Ж. Крисс], Ю.И. Лебедев, К.К. Морозов, А.Г. Николаев, М.З. Новиков, С.М. Попов), а **Анатолию Евгеньевичу Башаринову** – ученая степень докт. техн. наук.

В 1947 г. Владимир Александрович Котельников на закрытом заседании учёного совета МЭИ защитил докторскую диссертацию «*Теория потенциальной помехоустойчивости*».

С 1956 г. он был научным руководителем **Бориса Адольфовича Дубинского**. «*Оценка эффективности траекторных измерений ИСЗ*».

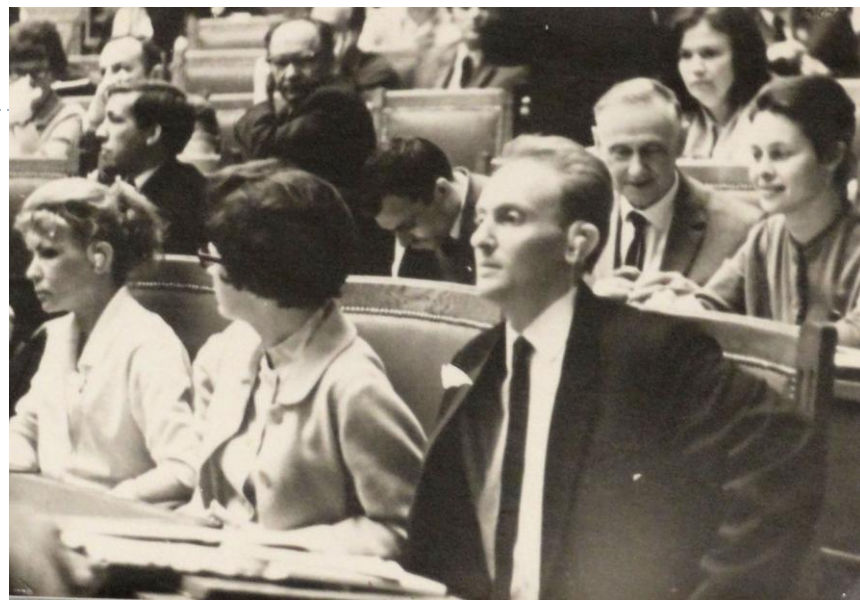
В 1961 г. я поступил в аспирантуру ИРЭ АН ССР. Моим научным руководителем стал **Б.А. Дубинский**. Основные публикации по диссертации были подготовлены в соавторстве с **А.Е. Башариновым**.



COSPAR 1970, Ленинград, Таврический дворец



В.Н. Волков (космонавт), К.Я. Кондратьев, В. Нордберг



А.М. Шутко (первый ряд, справа), М.Я. Митник, М.Л. Митник

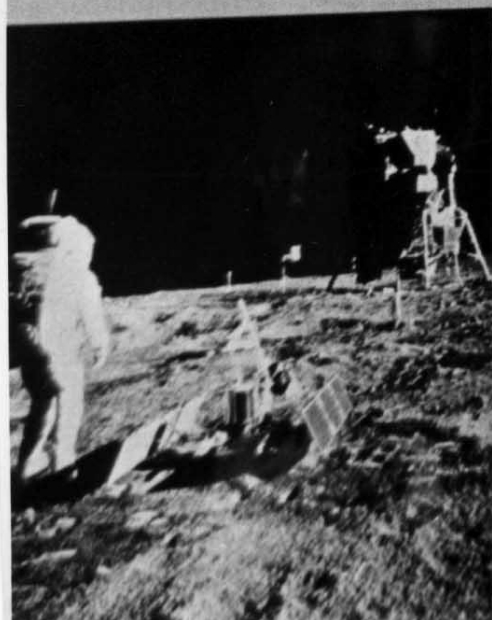


А.М. Шутко, В.И. Аксенов и Л.М. Митник



А.П. Наумов и Д. Стелин

Ленинград, Таврический дворец, июль 1970 г. COSPAR



View of Tranquility Base on the moon as photographed by Apollo 11 astronaut Neil Armstrong on July 21, 1969. Edgely Olive walks into the distance. Payload includes Experiments Package, two boxes of the Lunar Ejecta and Rock Samples, the back of the Lunar Module, and the Lunar Lander. In the foreground, from left, are the black-and-white television camera that recorded hundreds of television images of earth to send the activities of man on the moon, the flag of the United States, and the lunar landing vehicle.

21 июля 1969 года американец Нейл Армстронг сфотографировал Таврическую базу на Луне. Эджели Олив входит в дальнюю перспективу. Полезная нагрузка включает Экспериментальный пакет, две коробки с образцами лунной породы и обломков, заднюю часть Лунного модуля и Лунный посадочный аппарат. В переднем плане, слева направо, — телевизионная камера, которая записала сотни телевизионных снимков Земли, чтобы передать деятельность человека на Луне, флаг США и посадочный аппарат.



Л.М. Митник и Б.Г. Кутуза

Препринты

Препринт

А.Е.Базаринов, Я.М.Мурлик

ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯ ВЛАЖНОСТИ НАД ОКЕАНАМИ ПО
ДАНЫМ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ СВЧ ИЗМЕРЕНИЙ С КОС
"КОСМОС-243"

INSTITUTE OF RADIOENGINEERING AND ELECTRONICS
OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR

Basharinov A.E., Iurvitch A.S., Egorov S.T., Kurskaya A.A.,
Matveev D.T., Shutko A.M.

THE RESULTS OF MICROWAVE SOUNDING OF
EARTH SURFACE ACCORDING TO DATA EXPERIMENTS ON
EARTH SATELLITE "COSMOS 243"

Moscow 1970

Рабочая тетрадь Л.М. Митника по обработке измерений спутника "Космос-243". 8 виток, Индийский океан

208 $T_0 = 105$ 195 $T_0 = 112$			8 виток	Инд. океан	$\lambda = 0.3$	$\lambda = 1.35$	$\lambda = 3.0$	$\lambda = 8.5$	β	θ	ρ	$\rho_{\text{ср}}$	$\rho_{\text{ср}0}$	$\rho_{\text{ср}1}$	T	W	\bar{F}	
653.3	10.6	10.4	0.136	16.1	105.5	0.204												
59.5	164.5	0.180	80.5	192.5	0.279													
654	11.0			17.2			2.364											
65.9	166.3	0.181	86	191	0.312		654.2											
655	12.0			15.6			2.3											
56.2	161.2	0.107	72	190	0.268		9.6											
656	12.7			22			9.7											
65.7	10.3		0.146	13.3		0.232	3.0											
57.9	162.3	0.143	69	181	0.224		9.6											
657.74	12.8		0.177	15.2		0.265												
72.0	172	0.173	76	188	0.257													
658	10.1		0.111	13.1		0.215	2.18											
56.2	161.7	0.103	65.5	177.5	0.208		4.7											
658.56	14.		0.209	16.5		0.301	2.8											
78.6	123.6	0.204	82.5	194.5	0.292		9.7											
659	10.1		0.167	12.0		0.184	2.9											
37.2	0.143	39.1		0.192			9.7											
660	10.1		0.144	10.8		0.163	2.9											
169.7	0.103	54	166	0.159			3.7											
661	10.4		0.122	11.8		0.125	2.1											
58.5	163.5	0.115	59	174	0.120		9.8											
661.8	8.1		0.092	8.1		0.120	22.1											
54.1	156.1	0.089	40.5	152.5	0.111													
662	10.4		0.123	9.5		0.150	2.5											
103.5	0.119	47.5	159.5	0.140			9.0											
662.75	12.7		0.105	12.0		0.208	2.7											
71.4	176.4	0.121	60	172	0.200													
663	11.0		0.234	10.7		0.172	8.3											
166.3	0.137	53.5	165.5	0.171			2.7											
663.3	9.0		0.029	8.1		0.123	2.6											
52.6	155.6	0.030	40.5	152.5	0.120		7.9											
664	12.1			39.0			2.0											
664.6	12.7		0.125	10.0		0.166	6.8											
176.4	0.123	50	162	0.159			2.7											
							7.9											

25-
106
135 200, 113

225
22.7

$\frac{1.11}{3.5} =$

$3.7 \text{ min} - 10$

$34.232 = 2$

$T_{\text{min}} = 5.2^\circ$

1063

$0.35 \cdot 2 = 0.7$

$1063 + 5.2 = 1115.2$

$111.5^\circ - 02.5^\circ =$

669.75 $\rightarrow 4$

$4.3 \cdot 2.32 = 10^\circ$

$89 + 10^\circ = 99.5^\circ$

$\frac{33.5^\circ}{0.3444} = 272 \rightarrow$

$1.8 \cdot 2.32 = 0.61$

$89 + 0.61 = 90.61$

$82 \cdot 2.32 = 19.0$

$89 + 19 = 108.0$

$7.7 \cdot 2.32 = 18.1, 104.2$

$672 \cdot 2.32 = 15.6, 20.3$

Симпозиум по эксперименту в Беринговом море. ГГО им. А.И. Воейкова, май 1973 г.

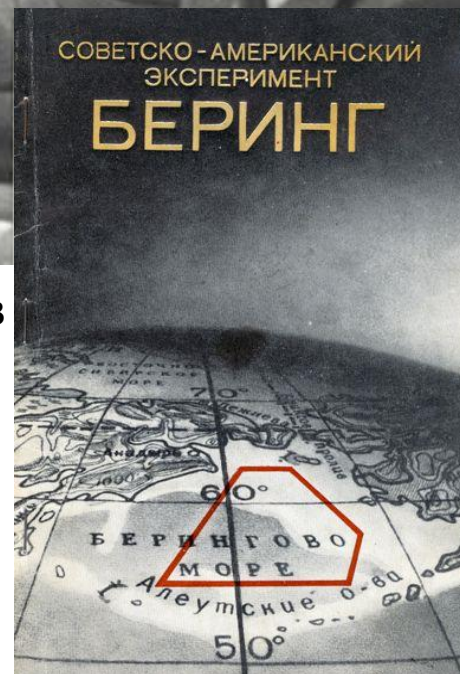


Верхний ряд: Dr. W.J. Webster, вед. инж. М.А. Прокофьев (ГГО), Mr P. Tibido, проф. W.J. Campbell, проф. В.В. Мелентьев, рук. науч. программы на борту летающей лаб. ГГО ИЛ-18, Mr. D.V. Ross, Dr. P. Gloersen, д-р Ю.И. Рабинович, д-р Ю.И. Лоцилов (ААНИИ);
второй ряд: Dr. R.O. Ramseier, д-р Е.М. Шульгина (ГГО), миссис Gloersen, д-р Е.П. Домбковская (Гидрометцентр СССР), д-р Г.П. Хохлов (ААНИИ);
нижний ряд: N. Latter (переводчик NASA), Dr. T.T. Wilheit, д-р Л.М. Марцинкевич (НПО Планета). (Фото В.В. Мелентьева)



К.Я. Кондратьев, Ю.И. Рабинович, В.В. Мелентьев

**Организация и результаты
советско-американского
эксперимента “Беринг”
опубликованы в книге**



10-я конференция MicroRad, Флоренция 2010



**Профессор Дэвид
Стэлин**



**D. Staelin. Future challenges
in passive microwave
atmospheric remote sensing
from satellites**

10-я конференция MicroRad, Флоренция 2010



Ed Westwater и Devid Staelin

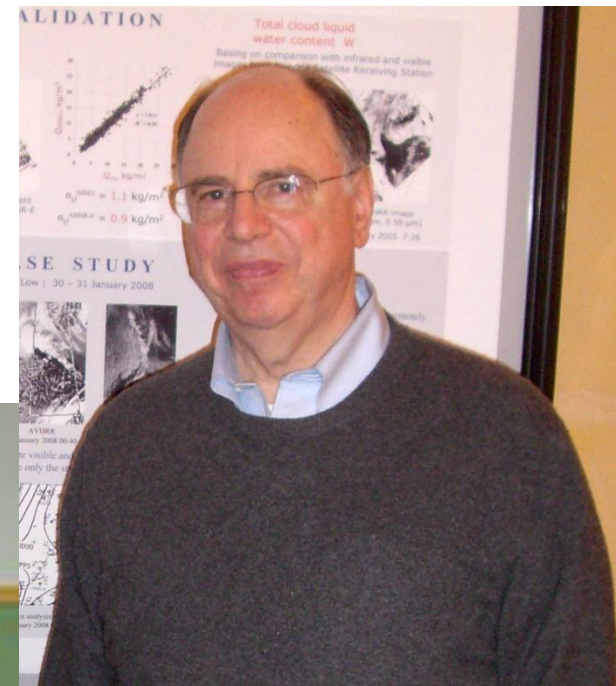


А.М. Шутко. На заднем плане G. Heigster



C. Surussavadee and D. H. Staelin.
Global millimeter-wave precipitation retrievals trained with a cloud-resolving numerical weather prediction model, Part I: retrieval design", *Trans. Geosci. Remote Sensing*, 46 (1), pp. 99-108 (2008)

**Д. Стелин, Л. Митник и Ф. Розенкранц,
Массачусетский технологический институт,
Кембридж, МА, США.
После семинара, сентябрь 2006**



**Д. Стелин,
конференция
MicroRad 2008
Флоренция,
март 2008**

Прошло 50 лет после запуска спутника “**Космос-243**”.
К сожалению, ничего сравнимого по значимости
результатов в области спутниковой СВЧ радиометрии в
России не было получено до 2014 г., когда был запущен
метеорологический спутник “**Метеор-М № 2**” с
многоканальным сканирующим радиометром **МТВЗА-ГЯ**.

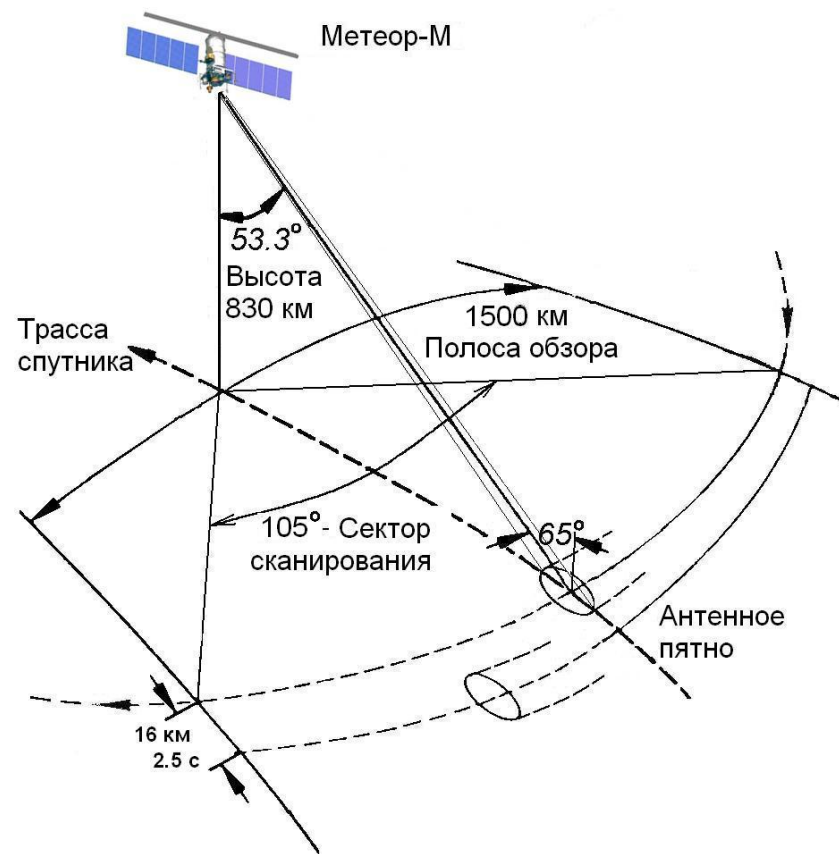
Микроволновая радиометрия в России сегодня.

**МТВЗА-ГЯ на спутниках “Метеор-М № 2” (2014-2017) и
“Метеор-М № 2-2” (запуск в июне 2019).**

Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Черный И.В.
Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным
спутника Метеор-М № 2 // *Современные проблемы дистанционного зондир. Земли из
космоса*. 2018. Т. 15. № 4. С. 78-100.

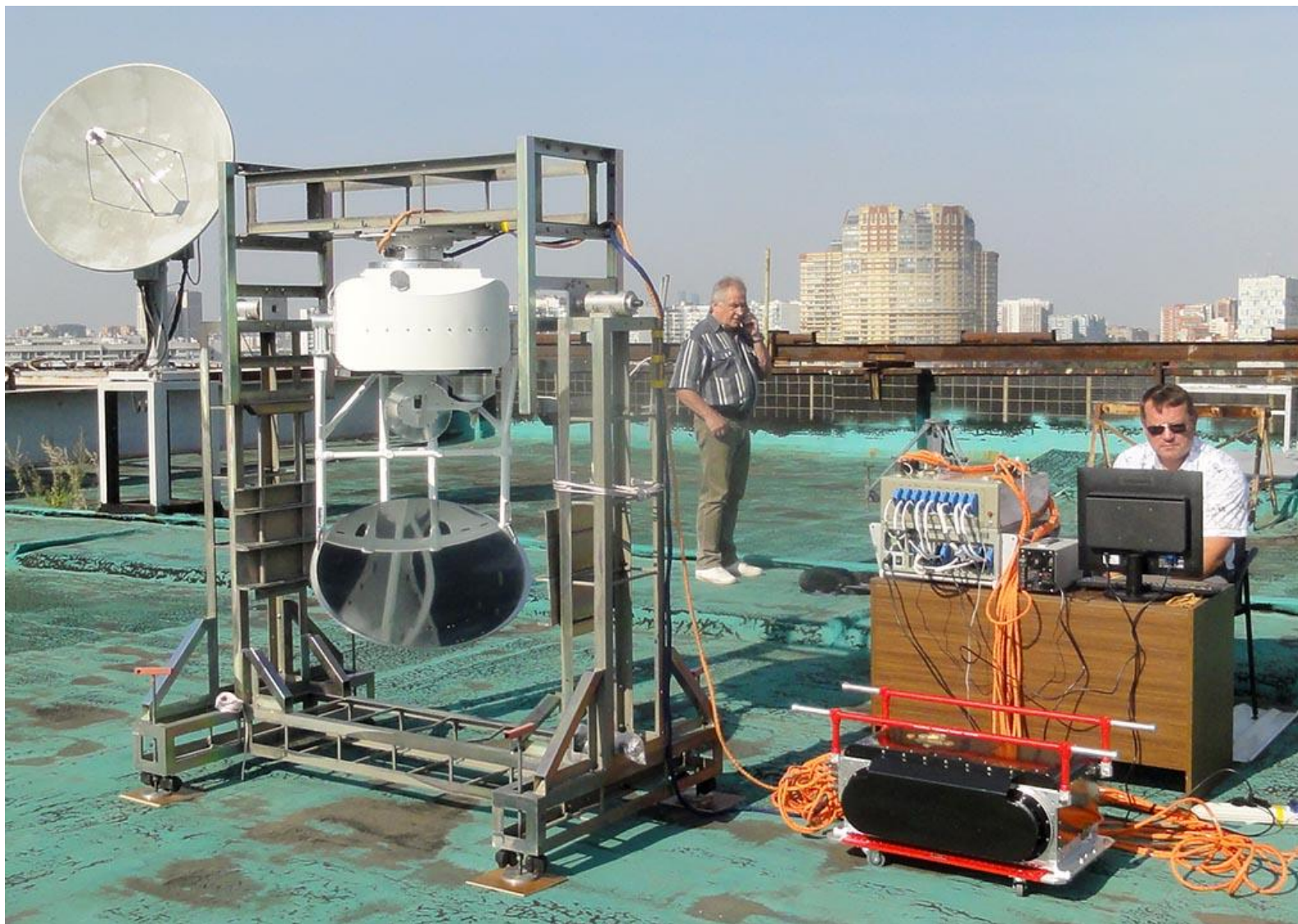
Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M., Streltsov A.M., Cherniavsky G., Cherny I. Microwave
scanner sounder MTVZA-GY on new Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: modeling,
calibration and measurements // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations
and Remote Sensing*. 2017. Vol. 10. N. 7. P. 3036-3045, doi: 10.1109/JSTARS.2017.2695224.

Микроволновый сканирующий радиометр МТВЗА-ГЯ на крыше ИКИ при измерении излучения атмосферы и солнца в сентябре 2018 г. и геометрия зондирования радиометра со спутника "Метеор-М № 2" (октябрь 2014 – 15 августа 2017).



Барсуков И.А. и др. СВЧ-радиометр МТВЗА-ГЯ спутника "Метеор-М №2-2": подготовка к запуску и летным испытаниям. Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды //ИКИ, 16 конференция.

Микроволновый сканирующий радиометр МТВ3А-ГЯ на крыше ИКИ при измерении излучения атмосферы и солнца. Сентябрь 2018 г.



Барсуков И.А. и др. СВЧ-радиометр МТВ3А-ГЯ спутника “Метеор-М №2-2”: подготовка к запуску и летным испытаниям. Вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды.