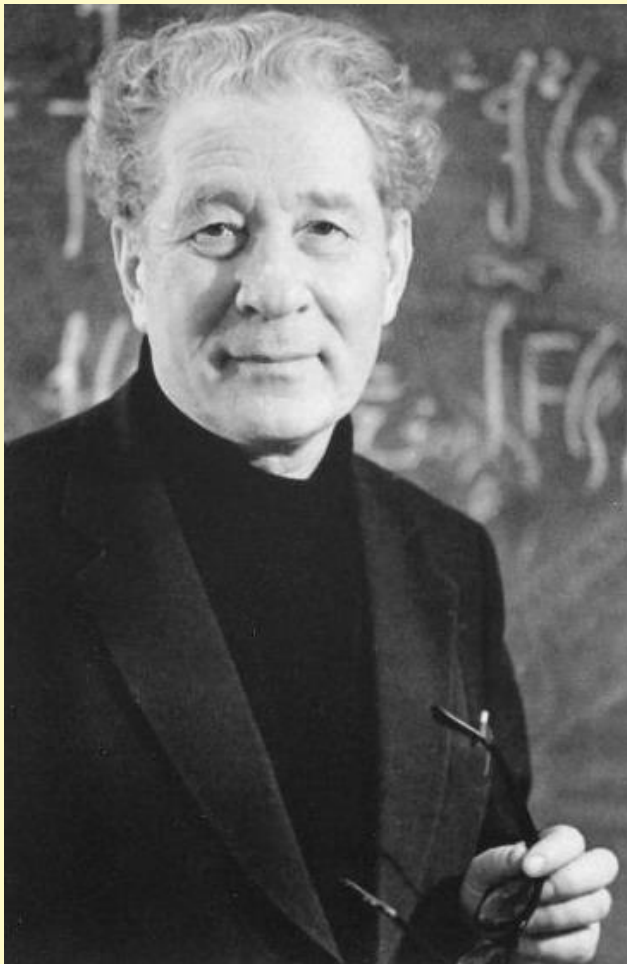


**К 100-летию выдающегося советского ученого
в области оптики атмосферы и океана
проф. К.С. Шифрина**

Копелевич О.В.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова
РАН, Москва, Россия



К.С. Шифрин
(1918-2011)

Член Российского оптического общества, Международного геофизического союза, Итальянской геофизической ассоциации, Американского Оптического общества.

Биографические даты

Родился 26 июля 1918 г. в Мстиславле (Белоруссия).

В 1932 г. окончил семь классов средней школы в Ленинграде и поступил учеником токаря на военный завод им. Калинина. Учебу продолжал в ФЗУ при заводе.

С сентября 1934 по июль 1935 г. учился на рабфаке при ЛГУ.

С сентября 1935 г. по июль 1940 г. – студент ЛГУ на двух факультетах – физическом и механико-математическом.

В сентябре 1940 г. поступил в аспирантуру по специальности теоретическая физика в Ленинградский физико-технический институт (ЛФТИ) к чл.-корр. АН СССР Я.И.Френкелю.

В августе 1941 г. эвакуировался вместе с ЛФТИ в г. Казань, где занимался различными оборонными задачами. Январь 1942 г. – март 1943 г. – учеба в аспирантур, сдача кандидатских экзаменов, работа над диссертацией.

26 апреля 1943 г. защитил кандидатскую диссертацию на ученом совете ЛФТИ.

Две фундаментальные работы

«Строгая теория скачка электропроводности ферромагнетиков
вблизи точки Кюри»

«К теории электрических свойств сильно проводящих
полупроводников».

Вторая работа была опубликована в ЖТФ в 1944 г., №1-2.

Первая работа мирового уровня !

Уже к 1948 г. число ссылок перевалило за несколько сотен.
Результаты вошли во многие книги по полупроводникам и
упоминались даже в американском учебнике по физике.

В январе 1946 г. вернулся в Ленинград и поступил на работу в Главную Геофизическую обсерваторию, в отдел прикладной метеорологии старшим научный сотрудник, затем стал заведующим лабораторией. В ГГО проработал 23 года, опубликовал около 200 работ по различным направлениям физики атмосферы и не только. Основная область научных интересов в то время – рассеяние электромагнитных волн частицами (прямые и обратные задачи).

Еще одна работа мирового уровня!

Фундаментальная монография «Рассеяние света в мутной среде»
(1951 г.)

Первая в мире монография по теории однократного рассеяния света частицами (известная книга Хюлста «Рассеяние света малыми частицами» издана на английском языке лишь в 1957 г. и переведена на русский в 1961 г.). Монография составила основу докторской диссертации, защита которой состоялась в октябре 1951г в ГОИ. Результаты, изложенные в книге, нашли широкое применение при решении многих задач атмосферной оптики, актинометрии, коллоидных систем, светотехники, медицинских и биологических, задач оборонной тематике.

Четыре метода решения обратных задач:

метод обращения малоугловой индикатрисы рассеяния (1949 г.),

метод спектральной прозрачности (1960 г.),

метод полной индикатрисы рассеяния (1963 г.)

метод флуктуаций (70-е годы).

Методы использовались для решения разных задач физики атмосферы, техники, медицины; по этой тематике опубликованы около 100 работ.

После 1951 г. занимался:

- дальнейшим развитием теории прямых задач светорассеяния,
- кинетикой образования облаков в атмосфере,
- распространением в атмосфере видимой, инфракрасной и микроволновой радиации,
- разработкой радиационной модели безоблачной и облачной атмосферы,
- радиолокационной метеорологией,
- теорией наклонной видимости и яркости,
- атмосферным аэрозолем,
- атмосферным электричеством.

Читал лекции в Лесотехнической академии (высшую математику) и в Гидрометеорологическом институте (метеорологию и океанологию, физическую гидродинамику, теорию турбулентности, рассеяние и поглощение света малыми частицами и др.).

УДК 551.546

**ПАССИВНАЯ СВЧ РАДИОМЕТРИЯ ОТ ВРЕМЕНИ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДО СОВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

В. В. Малентьев

Государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000 Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 67

E-mail: vv.melentyev@mail.ru

Поступила в редакцию 18.09.2017

*К 100-летию профессора
Кусиеля Соломоновича Шифрина*



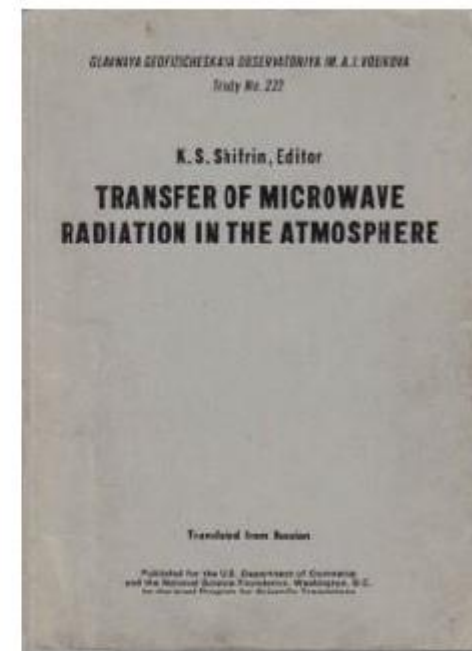
Профессор Кусиель Соломонович Шифрин

141

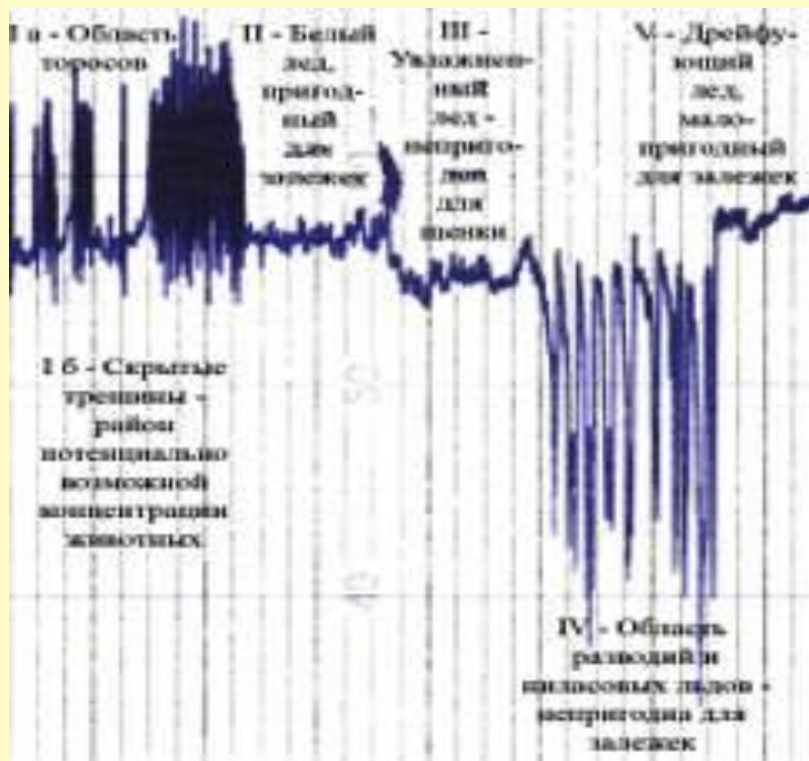
Труды ГГО, № 586. 2017

К.С. – основоположник метода
пассивной радиотеплолокации (РТЛ).

В 1964-67 гг. разработал теоретические и
экспериментальные основы всепогодного
метода пассивной тепловой радиолокации,
имеющего важное практическое значение



Первый в мире тематический сборник
по методу РТЛ (под редакцией К.С. Шифрина).



Образец записи характеристик состояния морского льда, полученных с использованием СВЧ радиометра на длине волны 1,6 см.

Самолет лаборатория ГГО Ил-18, Белое море, март 1968 года.

- I - гряды торосов;
 - II - ровный однородный однолетний лед,
 - III – мокрый однолетний лед,
 - IV – зона разводий и трещин, избегаемая морскими млекопитающими,
 - V – область дрейфующего льда.
- (Мелентьев, 2017).**

Первый в мире спутниковый многочастотный радиометр для радиометрического зондирования планеты Земля был запущен советскими учеными в 1968 г. на борту спутника "Космос-243". В состав бортового радиоспектрометра ИСЗ "Космос-243" входили направленные в надир каналы с длинами волн 0.8, 1.35, 3.4 и 8.5 см.

Начало эры дистанционного зондирования Земли из Космоса

В 1965 г. НАСА начала методические исследования с целью разработки методов дистанционного зондирования Земли, используя приборы, устанавливаемые на авианосителях.

В 1966 г. Министерство внутренних дел США приняло программу спутникового наблюдения Земли из Космоса.

В 1972 г. состоялся запуск **Landsat 1.**



Seasat запущен в июне 1978 г. на полярную орбиту (высота 793 км);

комплект приборов включал:

- Радарный альтиметр
- Скатеррометр
- Радар с синтезированной апертурой
- Радиометр видимого и инфракрасного диапазона
- **Сканирующий многоканальный микроволновый радиометр.**

Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS (AMSR-E)

Установлен на спутнике EOS-Aqua; работал с июля 2002 г.

12 спектральных каналов: 6.925, 10.65, 18.7, 23.8, 36.5, and 89.0 ГГц.

Радиометрическая чувствительность – от 0.3°K на 6.9 ГГц до 1.1°K на 89 ГГц; вертикальная и горизонтальная поляризация.

Измеряет температуру поверхности моря, скорость ветра, лед, снег, влажность почвы на суше, интенсивность осадков, содержание водяного пара в атмосфере и влагосодержание облаков.

Полоса охвата – 1445 км.

Пространственное разрешение: 6 x 4 км (89.0 ГГц), 14 x 8 км (36.5 ГГц), 32 x 18 км (23.8 ГГц), 27 x 16 км (18.7 ГГц), 51 x 29 км (10.65 ГГц), 75 x 43 км (6.925 ГГц).

Сравнение характеристик NOAA AVHRR и Aqua AMSR-E

	AVHRR	AMSR-E
Полоса сканирования, км	~2400	~1450
Разрешение в надир, км	1.1	~50
Ошибка системат.	0.02 К	≤ 0.03 К
Ошибка случайн.	0.53 К	≤ 0.4 К
Отсутствие данных	облачность	дождь, ближе 75 км от берега

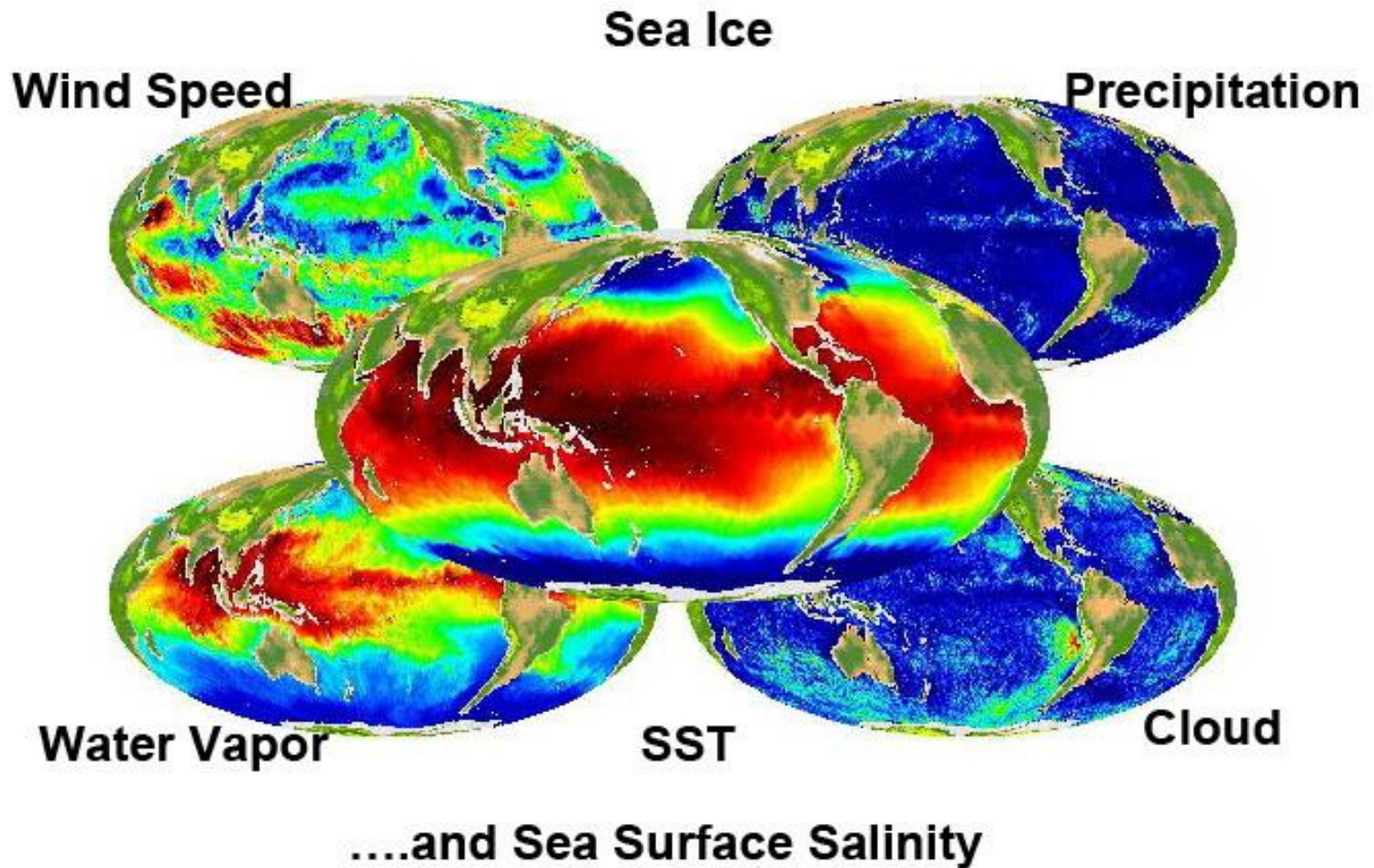
Основные характеристики радиометра AMSR-E:

6-частотный радиометр полной мощности с двумя поляризационными каналами.

По данным измерений радиометра AMSR-E могут быть восстановлены:

- температура поверхности океана,
- сплоченность ледяного покрова,
- скорость приводного ветра,
- водозапас облаков,
- содержание водяного пара,
- интенсивность осадков,
- влажность почвы.

Passive MW Radiometer Data



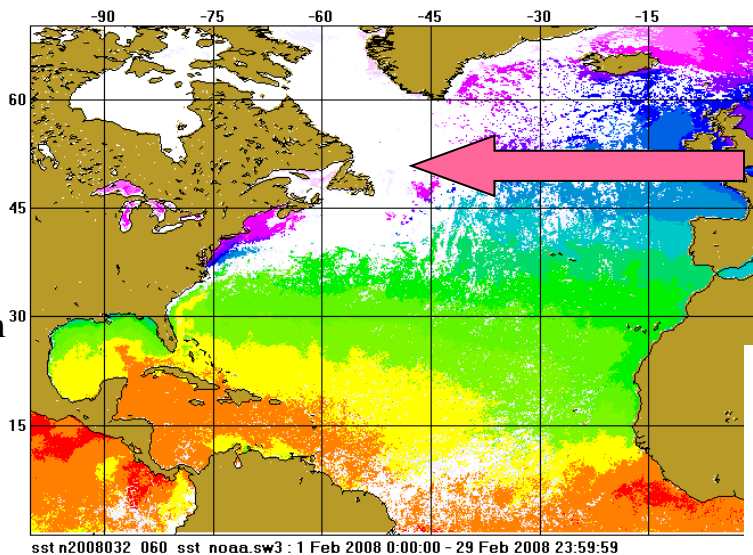
Сравнение характеристик NOAA AVHRR и Aqua AMSR-E

	AVHRR	AMSR-E
Полоса сканирования, км	~2400	~1450
Разрешение в надир, км	1.1	~50
Ошибка системат.	0.02 К	≤ 0.03 К
Ошибка случайн.	0.53 К	≤ 0.4 К
Отсутствие данных	облачность	дождь, ближе 75 км от берега

Comparative analysis of the mean February **SST** distributions in the Northern Atlantic in 2008 derived from AVHRR and AMSR-E data

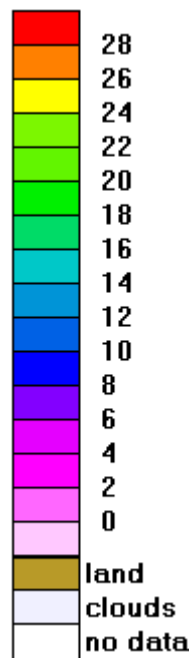
**NOAA
AVHRR**

Swath 2400 km
Spatial
Resolution 1.1 km



The loss of
data due
to clouds

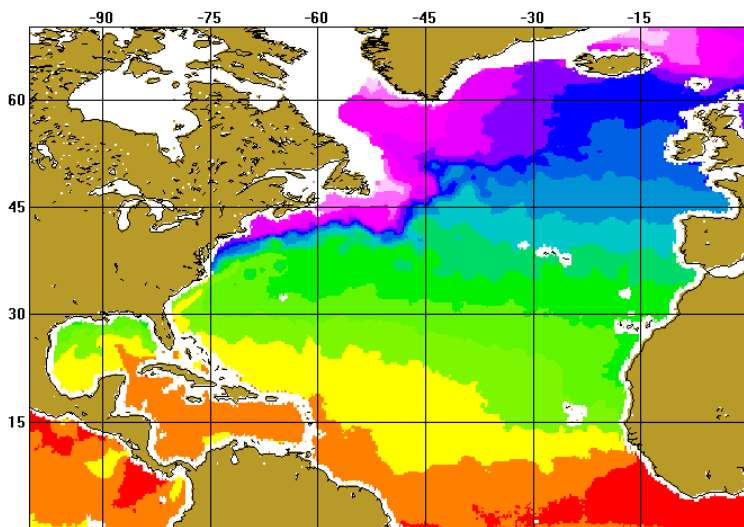
SST⁰C



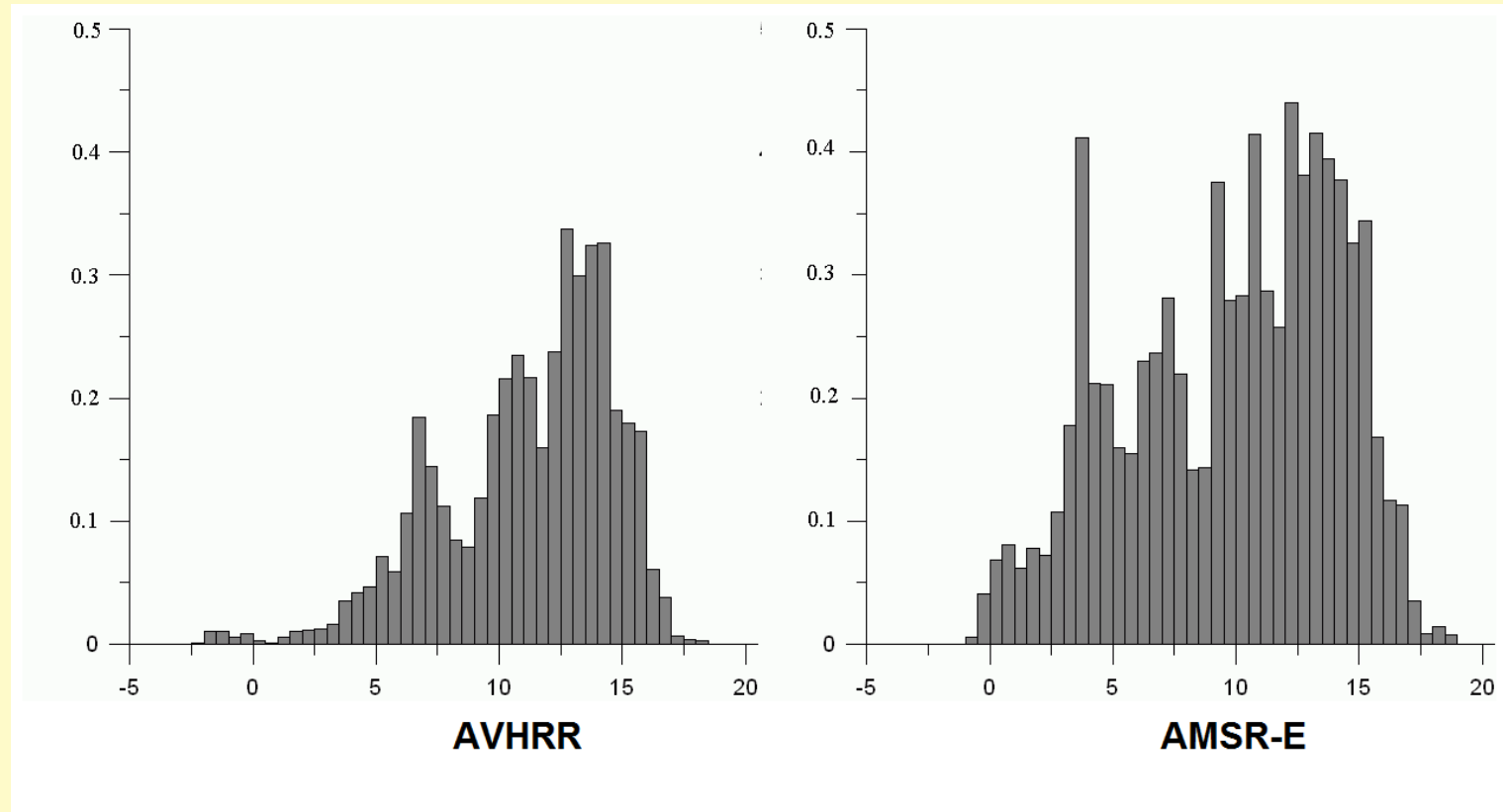
Среднемесячное распределение температуры поверхности моря SST⁰ в Северной Атлантике в августе 2008 г. по данным AVHRR (верхний рисунок) и микроволнового радиометра AMSR-E (нижний) на спутнике Aqua. .

**Aqua
AMSR-E**

Swath 1450 km
Spatial
Resolution 50 km



Данные микроволнового радиометра AMSR-E на спутнике NASA Aqua



Распределения площадей с разными диапазонами значений ТПО в широтном поясе 40° - 60° .с.ш. в феврале 2008 г. по данным ИК-радиометра AVHRR и микроволнового радиометра AMSR-E.

Хорошо видна потеря данных для «холодных» пикселей у AVHRR

Переход К.С. в Институт океанологии

В 1969 г. К.С. Шифрин возглавил Лабораторию оптики; несколько позже был создан Отдел, включивший новую Лабораторию оптики атмосферы над океаном.

К тому времени К.С. уже был известным ученым в области рассеяния электромагнитных волн и физики атмосферы, не только в СССР, но и за рубежом. Состоял членом Международного геофизического союза, Итальянской геофизической ассоциации, действительным членом Американского Оптического общества.

Основные направления исследований по оптике океана

- Изучение оптической структуры вод морей и океанов и ее связи с гидрофизическими, биологическими и биогеохимическими характеристиками;
- Исследование закономерностей распространения в системе атмосфера-океан светового излучения от естественных и искусственных источников;
- **Разработка и использование оптических методов (контактных и дистанционных) для изучения и мониторинга морей и океанов.**

В Институте исследования по спутниковой океанологии начались в начале 70-х годов прошлого века по инициативе Константина Николаевича Федорова. Первые исследования были выполнены по двум направлениям:

- сравнение данных спутниковых и судовых измерений температуры поверхности океана (ТПО);
- поверхностные проявления внутренних волн.

1973 г. – НИС «Академик Курчатов» - измерения ТПО синхронно с измерениями ИК-радиометром VHRR на спутнике NOAA-2. Ср.-кв. отклонения – 0.5-3.8°K.
(Совместный советско-американский отчет, 1975 г. – Э.И.Карабашева, В.Д.Поздынин, В.Е.Скляров – от ИО).

1975 г. - анализ характеристик внутренних волн по данным цветной фотографии с космической лаборатории Skylab 4 (оценки средних длин и периодов волн - К.Н. Федоров, Океанология, 1976).

1980 г. – трехмерная фронтальная зона Гольфстрима по синхронным данным спутника и корабля (Скляров, Федоров, 1980).



Член-корреспондент РАН К.Н. Федоров

Открытие «грибовидных течений»

Упорядоченные квазисимметричные структуры нестационарной природы с пространственным масштабом $\sim 10\text{-}200$ км, представляющие собой комбинацию узкой струи с парой вихрей противоположного знака.

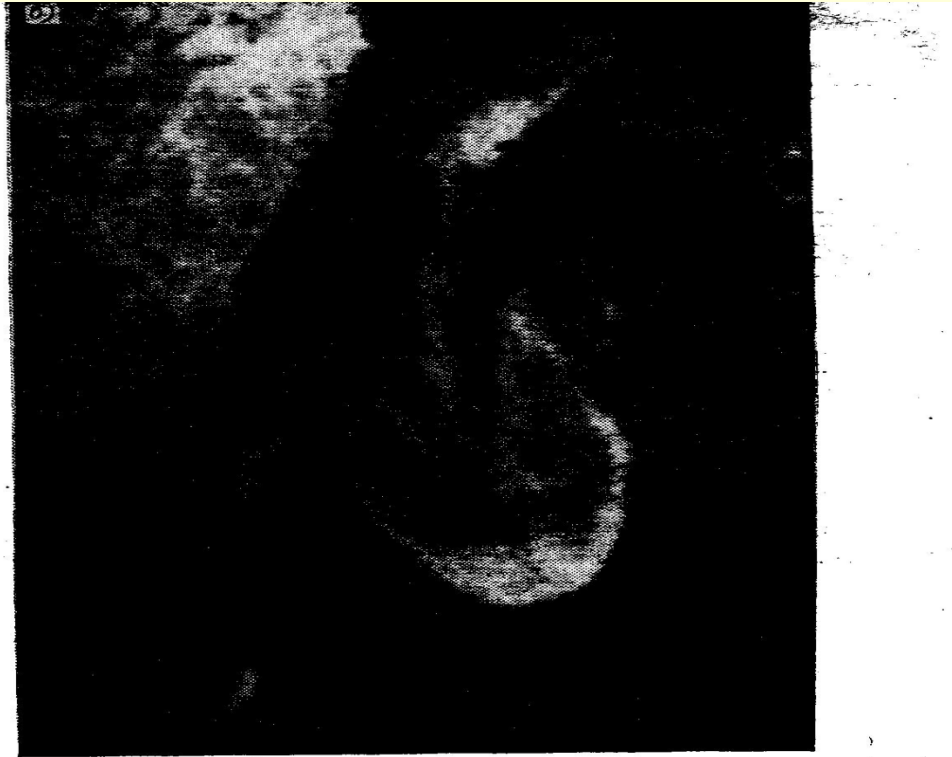
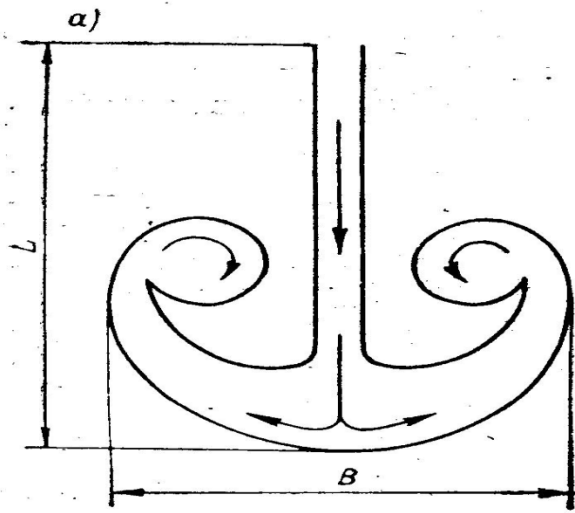


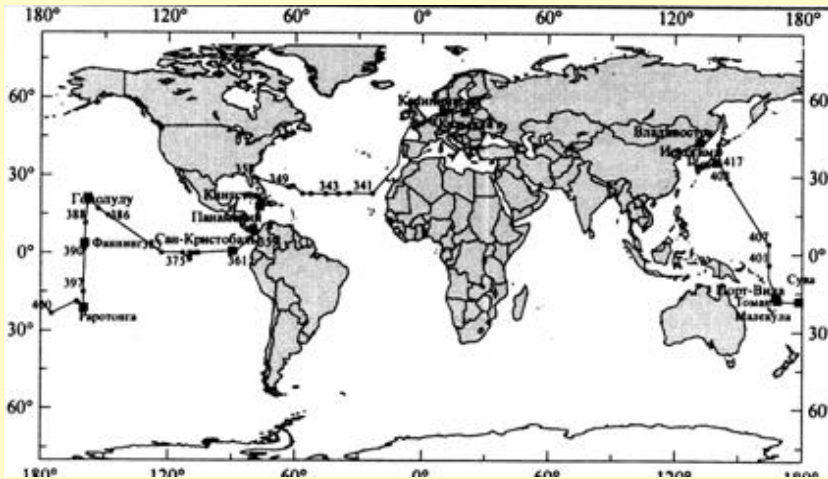
Рис. 5.6. Грибовидные течения в океане.

a — схема; *б* — структура (2 на рис. 5.5 *в*), образовавшаяся при интенсивном таянии припая в Татарском проливе. Увеличенный фрагмент изображения, полученного с 30-го запуска ИСЗ «Метеор» (сканер МСУ-С, канал 0,7—1,0 мкм) 30 марта 1983 г. [33].

Гинзбург, Федоров, 1984а,б,в, 1985; Федоров, Гинзбург «Приповерхностный слой океана», 1988 (Ленинград, Гидрометеиздат).

- Исследование закономерностей распространения в системе атмосфера-океан светового излучения от естественных и искусственных источников;
- **Разработка и использование оптических методов (контактных и дистанционных) для изучения и мониторинга морей и океанов.**

**5-й рейс НИС «Дмитрий Менделеев», 20.01 – 12.05 1971 г.,
Начальник экспедиции А.С. Монин,
научный руководитель гидрофизической
программы академик А.Н. Колмогоров,
оптической – проф. К.С. Шифрин.**



Маршрут 5-го рейса НИС «Дмитрий Менделеев»: Калининград - Кингстон (Ямайка) - Гонолулу (США) - Сува (Фиджи) - Порт-Вила (Вануату) - Иокогама (Япония) - Владивосток.



О-в Молекула, Новые Гебриды.
К.С.Шифрин с туземцем из племени
small namba.



5-й рейс НИС «Дмитрий Менделеев». Солнце в зените – нет тени.

Слева направо: К.С. Шифрин, акад. А.Н. Колмогоров, капитан М.В. Соболевский

К.С. Шифрин был инициатором и руководителем разработки в СССР метода дистанционного определения концентрации хлорофилла по спектру солнечного излучения, выходящему из водной толщи. Работы в этом направлении были начаты в 1972 г. в рейсе НИС «Академик Курчатов» в Атлантическом океане, затем продолжены в 1973 г. в рейсе НИС «Дмитрий Менделеев» в Индийском океане. разрабатывались, а первый спутниковый сканер цвета CZCS (Coastal Zone Color Scanner) был запущен только в 1978 г.

В первой половине 70-х годов в области разработки и применения дистанционных оптических методов уже были получены значимые результаты; они обсуждались на III пленуме Секции оптики океана Океанографической комиссии АН СССР в августе 1976 г. в Лимнологическом институте СО АН СССР на Байкале.

В сборнике, подготовленном по материалам этого Пленума (под редакцией Шифрина), представлены новые для того времени результаты по различным направлениям, включающие фундаментальные вопросы, формирование спектров яркости излучения, выходящего из воды излучения, и их изменение с высотой наблюдения, результаты измерений индекса цвета вод с борта судна в различных районах Мирового океана и др.

В 1983 г. была опубликована 2-х томная монография **«Оптика океана»** (М. Наука. 1983 г.), первое полное систематизированное изложение современной оптики океана как науки.

Шифрин написал в этой монографии главы:

«Теория поглощения и рассеяния света в морской воде»,

«Оптические методы в космической океанологии»,

раздел **«Определение количественного и качественного состава океанской взвеси по особенностям светорассеяния».**

Вторая из названных глав представляла большой интерес для развития спутниковых методов изучения океана, поскольку в ней был дан краткий физический анализ проблем спутниковой океанологии, которые в те годы еще только формулировались. Рассматривались проблемы атмосферной коррекции спутниковых данных в разных спектральных диапазонах, спутникового измерения температуры морской поверхности, исследования радиационного баланса системы океан-атмосфера и содержания хлорофилла в океанской воде, дистанционного обнаружения нефтяных пленок на морской поверхности; последней Шифрин уделял много внимания и впоследствии, понимая ее актуальность.

В 1973 г. К.С. Шифрин создал и возглавил Рабочую группу по оптике океана Комиссии АН СССР по проблемам Мирового океана. Группа провела 11 пленумов (последний в 1990 г.), которые стали всесоюзным семинаром оптиков океана и атмосферы над океаном. У Шифрина было много учеников; достаточно сказать, что он был научным руководителем 51 кандидатской диссертации.

Одно из главных направлений тематики пленумов - дистанционные методы изучения океанов и внутренних водоемов, включая спутниковые наблюдения. Проведение конференций по оптике океана в России удалось возобновить в 2001 г., причем на международном уровне; К.С. Шифрин был почетным председателем первых трех из них.



Международные конференции по оптике естественных вод

ONW'2001 - ONW'2017



Почетный
председатель
ONW'2001
К.С. Шифрин

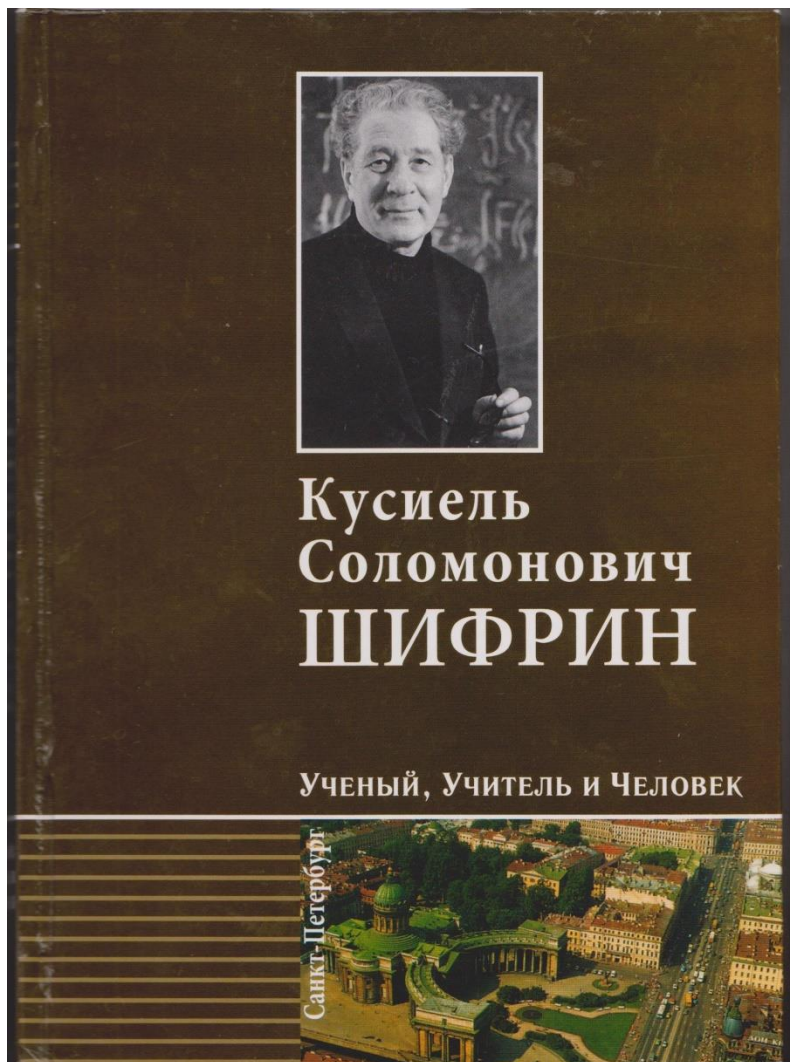
В конференциях участвовали представители стран СНГ ((Архангельск, Баку, Владивосток, Иркутск, Минск, Москва, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Севастополь и Томск), а также Великобритании, Израиля, Италии, Мексики, Польши, США, Турции, Финляндии, Франции и Японии.



Работа в Орегонском Государственном Университете США

В 1992 г. Шифрин был приглашен профессором в группу оптики океана Орегонского университета (Корваллис, США), где работал вплоть до 2003 г., когда вышел на пенсию. В Корваллисе Шифрину пришлось заняться новой тематикой, связанной с **рассеянием частицами коротких световых импульсов**.

За время работы в Орегоне Шифрин опубликовал около двадцати интересных и важных работ. Руководитель группы оптики проф. Рон Заневельд отмечает в своих воспоминаниях, что замечания К.С. на семинарах всегда были очень ценными. «Особо впечатляли его эрудиция и память; поразительное знание научной литературы и истории развития науки по любому вопросу ».



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
ИЗБРАННЫЕ РАБОТЫ К.С.ШИФРИНА	
От составителя и редактора	7
К теории хорошо проводящих полупроводников	9
Исследование поля микроволнового излучения в атмосфере (<i>совместно с Ю.И. Рабиновичем и Г.Н. Шукиным</i>)	49
Indirect methods of determination of aerosols characteristics.....	67
Nonstationary scattering of electromagnetic pulses by spherical particles (<i>jointly with I.G. Zolotov</i>)	155
ШТРИХИ ЖИЗНИ	
К.С. Шифрин. Штрихи моей жизни	171
Основные даты жизни и деятельности К.С. Шифрина	218
ВОСПОМИНАНИЯ	
П. Брускалиони. Встреча во Флоренции	223
Р. Гардашов. К.С. Шифрин в моей жизни. Судьбоносная встреча	224
И.Я. Гуревич. «Спасибо вам и сердцем, и рукой...»	228
Р. Гущи. К юбилею профессора К.С. Шифрина	241
Р. Заневелльд. Кусиель Шифрин в Орегонском университете	245
О.В. Копелевич. К 90-летию проф. К.С. Шифрина	248
Б.Г. Кутуза. Мои встречи с профессором Кусиелем Соломоновичем Шифриным.	261
В.В. Мелентьев. Воспоминания о К.С. Шифрине – основоположнике пассивной микроволновой радиометрии (радиотеплолокации).	265
Н.П. Пятовская. Удивительный человек	290
В.Д. Степаненко. Воспоминания о К.С. Шифрине	293
Я.С. Шифрин. Мой брат – Кусиель Шифрин	295
Р. Шпинрад. О Кусиеле Шифрине с любовью.....	309
Г.Г. Шукин. Профессор К.С. Шифрин и становление отечественной метеорологической радиотеплолокации	312
ИЗ ЛИЧНОГО АРХИВА К.С. ШИФРИНА	
Персоналии	319
Отзывы на основные работы К.С. Шифрина	321
О выборах К.С. Шифрина в АН СССР.....	337

Спасибо за внимание