

*К. Б. Толпиго, И. Б. Левинсон*

## **ПЯТОЕ МЕЖВЕДОМСТВЕННОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО АТМОСФЕРНОЙ ОПТИКЕ И АКТИНОМЕТРИИ**

С 24 по 29 июня 1963 г. в Москве состоялось Пятое межведомственное совещание по атмосферной оптике и актинометрии. В нем приняли участие 460 представителей от 91 учреждения различных ведомств всех республик Советского Союза, а также представители ГДР, Польши и Болгарии. Совещание созвано Главным управлением гидрометеорологической службы, АН СССР, МВиССО и Комиссией по радиации Секции метеорологии и физики атмосферы Межведомственного геофизического комитета по рекомендации предыдущего совещания. В качестве организаторов совещания выступали Институт физики атмосферы АН СССР, Московский государственный университет и Центральная аэрологическая обсерватория ГУГМС.

Было заслушано и подвергнуто обсуждению 130 докладов.

За два года, отделяющие Пятое совещание от предыдущего (Ленинград, июнь 1961 г.), состоялось пять весьма представительных специализированных совещаний, в той или иной мере затрагивавших проблемы атмосферной оптики и актинометрии:

- 1) по проблемам рассеяния света атмосферой (Алма-Ата, сентябрь 1961 г.);
- 2) по спектроскопии светорассеивающих сред (Минск, январь 1962 г.);

- 3) по теории переноса излучения (Москва, июнь 1962 г.);
- 4) по итогам Международного геофизического года (Москва, январь 1963 г.);
- 5) по озояметрии (Ленинград, май 1963 г.).

Кроме этого, тотчас после закрытия совещания в Минске начиналось совещание по спектроскопии, на котором также были представлены работы по атмосферной оптике. Тем не менее программа совещания оказалась чрезвычайно насыщенной и не смогла вместить всех представленных сообщений о результатах новых исследований.

Такое обилие научной продукции убедительно свидетельствует о возросшей актуальности исследований по атмосферной оптике и актинометрии, привлекающих к себе быстро расширяющийся круг исследователей. Вместе с тем совещание наглядно продемонстрировало, что основное внимание исследователей все в большей мере переносится с описательных задач по изучению сущности физических закономерностей, лежащих в основе атмосферно-оптических явлений, и на количественный анализ влияния различных факторов на их протекание. Значительно шире, чем прежде, стали прибегать к одновременному комплексному изучению различных сторон атмосферно-оптических явлений, а также к лабораторным исследованиям, что уже привело к ряду новых результатов, имеющих большое научное и прикладное значение. Отчетливо выявилась на совещании и другая сторона процесса преодоления изоляции атмосферной оптики и актинометрии (исторически сложившееся разделение этих наук ныне уже утратило смысл) как науки метеорологической и превращение ее в один из важнейших разделов современной оптики вообще — в центре внимания оказались научные проблемы, далеко выходящие за рамки тех задач, в которых они возникли, и имеющие общефизическое значение. Обращает также внимание резко возросшая роль молодых ученых и сравнительно молодых исследовательских коллективов, таких, как коллектизы Института физики и астрономии Академии наук Эстонской ССР и Сибирского физико-технического института.

Основное внимание на совещании было уделено следующим проблемам:

1. Уходящая радиация и интерпретация наблюдений, выполняемых с искусственных спутников Земли.
2. Радиационный режим свободной атмосферы.
3. Рассеяние света в приземном слое и микроструктура аэрозоля.
4. Прозрачность и функция пропускания атмосферы в инфракрасной области спектра и проблема влажности атмосферы.
5. Оптические свойства толстых слоев рассеивающей среды и подстилающих поверхностей.
6. Яркость и поляризация дневного и сумеречного неба.
7. Радиационный баланс.
8. Актинометрическая аппаратура.

Открывая пленарное заседание, председатель Комиссии по радиации К. Я. Ко в д р а т ь е в обратил внимание на то, что возможность использования искусственных спутников Земли (ИСЗ) для исследования атмосферных радиационных процессов ставит новые задачи перед атмосферной оптикой и актинометрией. В частности, одной из важнейших проблем атмосферной оптики становится разработка методов сбора метеорологической информации, необходимой для прогнозирования погоды, путем наблюдений с ИСЗ. По его предложению совещание послало приветствие космонавтам В. Ф. Быковскому и В. В. Терешковой, только что успешно завершившим свой героический многодневный полет, программа которого включала и атмосферно-оптические наблюдения.

Основные задачи современной атмосферной оптики и актинометрии были обрисованы во вступительном слове председателя Оргкомитета совещания и зам. председателя Комиссии по радиации Г. В. Розенберга. С его точки зрения, такими задачами являются:

1. Изучение радиационного теплообмена атмосферы с подстилающей поверхностью и космосом как погодообразующего фактора, нарушающего адиабатичность динамики атмосферы, и отыскание путей учета этого фактора в уравнениях численного прогноза погоды.

2. Извлечение необходимой для прогнозирования погоды метеорологической информации из измерений, выполняемых в глобальном масштабе с ИСЗ.

Докладчик обратил внимание на то, что единственным источником такой информации является электромагнитное излучение, отражаемое и испускаемое планетой в космос, и что стоящие здесь задачи, по существу, являются астрофизическими. Поэтому средством извлечения информации может служить только спектральный анализ временных, пространственной и угловой структуры поля излучения. Проблема создания принципов и методов спектрального анализа оптически неоднородных сред, к которым принадлежит атмосфера, становится центральной проблемой не только оптики атмосферы, но и современной оптики вообще. Для развития частных методик спектрального анализа применительно к первоочередным задачам практического использования метеорологических ИСЗ необходимо детальное исследование оптических свойств (спектров поглощения, матриц рассеяния) основных оптически активных

компонент атмосферы, а также ее оптического строения. Не менее важным оказывается теоретическое и экспериментальное исследование ряда проблем переноса излучения (трехмерные задачи, оптика толстых слоев, перенос излучения в средах со статистически распределенными параметрами). Наконец, по мнению докладчика, к числу важнейших задач относится внедрение оптических методов изучения атмосферных процессов в практику геофизических исследований.

Большой интерес вызвал доклад А. С. Монина, который обрисовал современные представления о физических основах численного прогноза погоды. Отметив, что крупномасштабные атмосферные образования, в основном определяющие состояние погоды, характеризуются временем жизни  $\tau$  порядка 1—2 недель, докладчик разделяет прогнозы погоды на краткосрочные и долгосрочные в зависимости от того, велик или мал срок прогноза по сравнению с  $\tau$ . В рамках краткосрочного прогноза главную роль играет начальное состояние атмосферы, причем в течение первых десятков часов динамические процессы могут рассматриваться как адиабатические, а при больших сроках необходим учет неадиабатических возмущений (радиационного и турбулентного теплообмена, турбулентного трения и т. п.). В рамках же долгосрочного прогноза начальное состояние самой атмосферы перестает играть существенную роль и основное значение приобретает эволюция граничных условий.

Одним из важнейших факторов, определяющих характер эволюции погоды за долгие сроки, по мнению докладчика, является теплообмен атмосферы с морской поверхностью. При этом решающую роль играет своеобразный механизм обратной связи, в котором в качестве регулирующего агента выступает облачность, радикально влияющая как на сам теплообмен, так и на нагревание моря солнечной радиацией. Поэтому прогнозирование облачности оказывается одним из главных элементов долгосрочного прогноза погоды. Это приводит докладчика к системе прогностических уравнений, некоторые элементы которых (в частности, методы учета радиационного теплообмена) остаются, однако, пока неизученными. Их исследование и должно, по мнению А. С. Монина, находиться в центре внимания современной теории долгосрочного прогноза погоды и соответствующих разделов атмосферной оптики и адиабатики.

Развернутые доклады К. Я. Кондратьева «Радиация и метеорологические спутники» и М. С. Малкевича «Интерпретация радиационных наблюдений со спутников» содержали подробный анализ различных сторон проблемы использования ИСЗ для сбора метеорологической информации.

Опираясь на выполненные под их руководством теоретические расчеты и анализ измерений поля уходящего излучения, выполненных с американских ИСЗ, докладчики рассмотрели различные возможности определения температуры подстилающей поверхности, температурного профиля атмосферы, высоты облаков и других характеристик состояния атмосферы по данным радиационных измерений с ИСЗ и подвергли исследованию источники возникающих при этом погрешностей. В частности, было показано, что использование предложенного Кацланом метода определения температуры подстилающей поверхности по ее собственному излучению в так называемом «окне прозрачности» атмосферы (8—12  $\mu$ ) связано, вообще говоря, с большими погрешностями, но можно предложить достаточно обоснованные методы их уменьшения (например, путем учета корреляции между температурой атмосферы и ее влажностью; —М. С. Малкевич). С другой стороны, можно предложить несколько, по всей видимости достаточно надежных, методов для определения высоты верхней границы облачного покрова.

В докладе К. Я. Кондратьева обсуждалась также проблема редукции данных измерений радиационных потоков, выполненных на ИСЗ, к эффективной границе действительного слоя атмосферы, причем докладчик использовал результаты выполненных под его руководством измерений высотного хода радиационного баланса и его составляющих при помощи стратостатов. Оба доклада убедительно показали как перспективность использования ИСЗ для метеорологических целей, так и необходимость широких экспериментальных и теоретических исследований, чтобы сделать такое использование эффективным.

Е. М. Фейгельсон обрисовала в своем докладе современное состояние знаний об оптических и радиационных свойствах облаков. Отметив далеко не удовлетворительное положение исследований спектров поглощения воды как в газовой, так и в капельно-жидкой фазе, а также недостаточность сведений о рассеянии света водяными каплями, докладчица подробно остановилась на проблеме переноса излучения в облаке. Как показал анализ, широко используемое так называемое двухпотоковое приближение во всех его модификациях не дает удовлетворительных результатов. В Институте физики атмосферы АН СССР разработаны три метода решения уравнения переноса применительно к толстым слоям сильно рассеивающей среды (Л. М. Романова, Г. В. Розенберг, Е. М. Фейгельсон), приводящие к результатам, хорошо соглашающимся друг с другом и с экспериментом. Использование этих методов позволило составить достаточно отчетливое представление об основных оптических и радиационных свойствах слоистообразных облаков, включая их угловые зависимости и зависимости от толщины и длины волны. В частности, в спектрах отражательной и излучательной

способности облака отчетливо выявляются полосы поглощения капельной и парообразной воды, что должно учитываться при анализе радиационных измерений, выполняемых с ИСЗ. Докладчик обратил внимание и на другие особенности оптических и радиационных характеристик облаков, которые могут быть использованы при интерпретации данных метеорологических ИСЗ, а также при расчетах влияния облаков на радиационный теплообмен. К сожалению, экспериментальные исследования оптических и радиационных свойств облаков сильно отстают от теории.

Доклад Ю. Д. Янешевского, Ю. К. Росса и М. А. Сулема содержал анализ современного состояния измерений радиационного баланса и его длинноволновых составляющих на поверхности Земли. Существующие балансомеры и пиргелиометры не удовлетворяют возросшим требованиям современной актирометрии. Свойственные им систематические погрешности, связанные с селективностью покрытий приемных поверхностей, а также с чувствительностью к скорости и направлению ветра, достигают многих процентов и даже десятков процентов. Кроме того, они не погодоустойчивы. Весьма велики погрешности определения их чувствительности к длинноволновой радиации. Прибора, который можно было бы использовать как эталонный, не существует. Авторы считают, что наряду с необходимостью разработки принципиально новых приборов следует обратить особое внимание на создание аппаратуры для их эталонирования, усовершенствование и унификацию покрытий приемных поверхностей и организацию сравнений приборов в разных климатических и погодных условиях.

Отдельное секционное заседание было посвящено проблеме *уходящей радиации*, т. е. радиации отражаемой и испускаемой планетой в космос, в связи с задачами *интерпретации данных радиационных измерений выполняемых с искусственных спутников Земли (ИСЗ)*.

М. К. Марков, А. В. Ливенцов, Я. И. Мерсон и М. Р. Шамилев сообщили о результатах исследования углового распределения теплового излучения Земли с геофизических ракет. Обнаружены существенные отклонения от теоретических ожиданий, которые, по мнению авторов, следует приписать излучению атмосферы выше 35 км.

Серия теоретических докладов, представленных Кафедрой физики атмосферы ЛГУ (К. Я. Кондратьев и сотр.), ИФА АН СССР (М. С. Малкевич и сотр.), ГГО (К. С. Шифрин и сотр.) и ИФА АН Эстонской ССР (О. А. Авасте, Х. Ю. Нийлиск и др.) в совокупности обрисовала достаточно отчетливую картину угловой и спектральной структуры поля уходящего излучения как в длинноволновой, так и в коротковолновой областях спектра. Выявлены влияния температурного профиля атмосферы, высотного распределения в ней оптически активных компонент и состояния подстилающей поверхности и облачного покрова. Исследованию подвергнут обширный набор моделей, отражающих возможные вариации атмосферных условий, применительно к разнообразным условиям измерений (различные спектральные интервалы, использование широкоугольных и узкоугольных приемников, изменяющиеся высоты Солнца, яркостный профиль горизонта и т. п.). Результаты расчетов, выполненных в основном на электронных машинах, позволили авторам высказать ряд суждений о рамках применимости и степени надежности различных методов определения состояния атмосферы по наблюдениям с ИСЗ.

Возможности использования пространственных спектров поля уходящей радиации для объективной параметризации облачных образований и определения метеорологических условий (включая характеристики атмосферной турбулентности) были рассмотрены в докладе М. С. Малкевича, И. П. Малкова, Г. В. Розенберга и Г. П. Фаренновой. Оригинальная оптическая аппаратура для исследования пространственных спектров излучения по фотографическим изображениям была описана в докладе Е. О. Федоровой и [Н. С. Шестова].

А. А. Дмитриев проанализировал возможности восстановления структуры поля излучения при измерениях с широкоугольными приемниками радиации.

На заседании, посвященном исследованию радиационного режима свободной атмосферы, были сообщены результаты измерений яркости неба в различных участках видимого диапазона спектра в зависимости от высоты, выполненные на геофизических ракетах до высот около 500 км (А. Е. Микров) и на самолетах в интервале высот от 8 до 17,5 км (А. Б. Сандомирский, Н. П. Альшовская, Г. И. Трифонова). Существенным результатом этих исследований явилось подтверждение аэрозольного характера рассеяния на всех высотах и существования аэрозольных слоев, а также (при самолетных измерениях) выявление сезонного хода яркости неба. Аналогичные измерения на стратостатах до высоты 17 км были выполнены в области спектра от 1 до 3,5 мк (М. С. Киселевой, Е. Д. Шолховой, Б. С. Непорентом и Е. О. Федоровой), проследившими одновременно высотные измерения спектра прямой солнечной радиации, что позволило определить высотный ход атмосферной прозрачности в полосах и вне полос поглощения водяного пара.

Существенное влияние стратификации атмосферы на измеряемую величину радиационной температуры земной поверхности при самолетных измерениях в окне прозрачности, а также сильная зависимость излучения облака в области 8—12  $\mu$  от его мощности и от состояния верхней поверхности было обнаружено В. Л. Гаевским, Ю. И. Рабиновичем и сотр. Группой сотрудников ИФА АН СССР в сотрудничестве с Б. П. Козыревым создана и подвергнута летным испытаниям самолетный прибор для измерения радиационного баланса в спектральных интервалах 0,3—3; 0,7—3 и 2,5—40  $\mu$ . Измерения позволили выявить аэрозольное поглощение в области 0,3—0,7  $\mu$ , а также получить пространственные спектры радиации, отражаемой облачностью различного типа. Методика и результаты спектрального и углового распределения теплового излучения атмосферы по наблюдениям с земли были сообщены С. В. Ащуловой.

Теоретические расчеты роли полосы поглощения углекислого газа в области 15  $\mu$  в тепловом режиме мезосфера доложены Г. М. Шведом, Л. В. Петровой и Е. М. Фейгельсон выполнили расчеты влияния радиации на процесс развития облака.

Одно из заседаний по проблеме «Рассеяние света в приземном слое и микроструктура аэрозоля» было целиком посвящено исследованиям влияния аэрозоля на прозрачность атмосферы для направления светового пучка. Наибольшее внимание здесь привлек доклад К. С. Шифрина и А. Я. Перельмана «Вычисление спектра частиц по данным о спектральной прозрачности». Авторы показали, что если ослабление светового пучка обусловлено присутствием на его пути непоглощающих сферических частиц, то спектр распределения последних по размерам может быть однозначно найден из спектральной зависимости прозрачности, и предложили несложный алгоритм для отыскания спектра частиц, требующий знания прозрачности в сравнительно небольшом числе узких спектральных интервалов. Однако эти интервалы должны охватывать достаточно широкий спектральный диапазон, зависящий от распределения частиц по размерам (в атмосферных условиях примерно от 0,2 до 25  $\mu$ ). В противном случае задача не имеет решения, что делает несостоительными многочисленные попытки определения спектра частиц по измерениям спектральной прозрачности в более узких диапазонах длин волн.

Оживленная дискуссия возникла также в связи с докладами К. С. Шифрина и Г. М. Аязяя «Учет индикаторы рассеяния при измерениях прозрачности», М. В. Кабанова и С. Д. Творогова «О зависимости коэффициента ослабления от фотометрируемой толщины среды» и М. В. Кабанова «Диффузное пропускание излучения в атмосфере при однократном рассеянии».

Авторами теоретически и экспериментально проанализирован вопрос о влиянии однократного рассеяния под малыми углами на величину светового потока, воспринимаемого приемным устройством при измерениях яркости направленного светового пучка, проходящего сквозь рассеивающую среду. Исследовалось влияние апертуры приемного устройства, угловых размеров светового пучка, расстояния между источником и приемником света и вида индикаторы рассеяния (т. е. размеров частиц и длины волны света). Показано, что в условиях реальных измерений однократное рассеяние вносит весьма существенные, достигающие десятков процентов погрешности в измеряемые коэффициенты ослабления, причем величина этой погрешности сильно зависит от условий наблюдения и имеет отчетливо выраженный спектральный ход, зависящий от распределения частиц по размерам.

Поэтому методы и результаты измерения прозрачности рассеивающих сред требуют серьезного пересмотра, для осуществления которого необходимо выполнение обширной программы специальных исследований. В дискуссии Г. В. Розенберга было обращено внимание на необходимость дополнительно учета эффектов когерентного рассеяния света под малыми углами, а также кратного рассеяния вперед.

Экспериментальные исследования и теоретические расчеты связи между спектральной прозрачностью и микроструктурой искусственных туманов, выполненные в Сибирском физико-техническом институте (В. Е. Зуев и сотр.), показали, что имеет место хорошее согласие между наблюдаемыми на опыте и теоретически ожидаемыми зависимостями коэффициента ослабления от различных параметров. В то же время экспериментально определяемые коэффициенты поглощения систематически заметно превышают по абсолютной величине расчетные значения, и тем сильнее, чем больше оптическая плотность тумана. Авторы полагают, что причину этого следует искать в дефектах микрофизических измерений, хотя последние осуществлялись тремя независимыми методами.

Разносторонние экспериментальные исследования условий распространения направленного светового пучка в мутной среде при больших оптических толщинах последней осуществлены в Институте физики АН БССР (А. П. Иванов и сотр.). Выявлены количественные зависимости, характеризующие размытие пучка в результате многократного рассеяния света, а также влияние параметров среды и диаметра светового пучка на освещенность и угловую структуру светового поля на различных глубинах.

В докладе М. А. Гольдберг была описана установка для измерения дальности видимости в темное время суток по яркости рассеянного назад света прожекторного пучка. С. Д. Творогов сообщил о расчетах коэффициента ослабления света двуслойными сферическими частицами. Световое давление на каплю воды было рассчитано К. С. Шифрином и И. Л. Зельмановичем.

Темой специального заседания послужили исследования индикатрис рассеяния и их использование для изучения микроструктуры аэрозоля.

О расчете кооперативных эффектов при рассеянии света на статистическом ансамбле рассеивающих частиц методом групповых интегралов сообщила О. А. Гермогенова. Экспериментальное исследование индикатрис рассеяния поглощающих частиц неправильной формы, выполненное А. П. Ивановым с сотр., показало, что они имеют совершенно иной характер, чем в случае сферических частиц. Поэтому распространено использование теории Ми для описания рассеяния света средой, состоящей из статистически распределенных по ориентациям частиц неправильной формы, ничем не оправдано.

Установки для измерения распределения частиц по размерам методом наблюдения индикатрис рассеяния в области ореола были описаны в докладах С. С. Хмелевца (лабораторный прибор с малой базой) и Ю. С. Любовцовой (полевая установка с базой 60 и 250 м). Последней получены монохроматические индикатрисы рассеяния света под углами от 10' до нескольких градусов при различных состояниях приземного слоя воздуха и прослежены их изменения в процессе возникновения и преобразования тумана.

Некоторые результаты измерений околосолнечного ореола были сообщены в докладах Т. П. Тороповой и Я. А. Тейфель, Ю. С. Георгиевского, а также Г. Ф. Ситника.

А. Я. Дривинг, И. М. Михайлини и Г. В. Розенберг исследовали угловые зависимости поляризации хорошо монохроматизированного света, рассеянного приземным слоем воздуха при атмосферной дымке. Показано, что угловой ход поляризации в области радуги очень чувствителен к изменению размеров рассеивающих частиц. Некоторые свойства аэрозольной индикатрисы рассеяния света и поляризация света при рассеянии в приземном слое воздуха изучались также Т. П. Тороповой. Г. И. Гorchakov измерил угловые зависимости всех 16 компонент матрицы рассеяния для атмосферной дымки и показал, что в случае сильной дымки матрица рассеяния близка к ожидаемой для частиц сферической формы.

По-прежнему большое внимание уделяется исследованиям яркости и поляризации дневного и сумеречного неба, главным образом с точки зрения исследования оптических свойств атмосферы.

В докладе К. Лепца были изложены основные результаты исследований, выполненных за последние годы в Институте оптики и спектроскопии Берлинской Академии наук (ГДР) под руководством проф. Фойтика. Проведенные по широкой программе эти исследования выявили существенные особенности поляризационной карты дневного и сумеречного неба и вскрыли ряд спектральных и других закономерностей, ожидающих теоретического анализа. Результаты поляризационных исследований дневного неба были сообщены также Е. В. Пясковой-Фесенковой и П. Н. Бойко с сотр. Отчетливо выявлено, что на поляризацию оказывают существенное влияние как краткое рассеяние, так и аэрозольный состав атмосферы и состояние подстилающей поверхности.

Сравнение теоретических и наблюдательных данных о яркости дневного неба привело Г. Ш. Ливица к выводу о необходимости учета истинного поглощения (в основном озона). Результаты расчета спектрального распределения яркости безоблачного неба на различных высотах были сообщены М. С. Авриковым и Л. А. Бирюковой, а также В. К. Каган и Е. П. Рябовой.

Оживленная дискуссия развернулась вокруг докладов Л. Б. Гусаковской о поляризационных наблюдениях сумерек, Н. Б. Дивари об исследовании оптических свойств атмосферы сумеречным методом, Д. Г. Стамова о влиянии оптической неоднородности атмосферы на сумеречный ход поляризации небесного свода и Гилювского об инфракрасном спектре сумеречного неба. Сообщенные докладчиками (а также К. Лепцем) весьма интересные данные наблюдений убедительно свидетельствовали о чувствительности сумеречных явлений к вариациям оптической структуры атмосферы и в то же время наглядно иллюстрировали, что для надежной интерпретации сумеречных измерений необходимо, с одной стороны, одновременное измерение нескольких взаимосвязанных параметров и, с другой, — дальнейшее развитие теории метода сумеречного зондирования атмосферы. Последней была посвящена лекция Г. В. Розенберга, содержавшая подробный анализ природы разнообразных сумеречных явлений.

Доклады В. А. Белинского с сотр. и А. Д. Зайцевой содержали результаты экспериментального исследования прямой и рассеянной ультрафиолетовой радиации Солнца.

Важнейший вопрос о внеатмосферном спектре солнечного излучения, его преобразовании атмосферой и спектральной прозрачности атмосферы рассматривался в докладах Г. Ф. Ситника и Л. В. Даевой, а также Д. С. Аксенова, В. В. Кольцова и Д. Н. Лазарева. Об определении высоты слоя озона по наблюдениям прямой солнечной радиации рассказал Г. И. Кузнецов.

Доложенные на совещании исследования прозрачности и функции пропускания атмосферы в инфракрасной области спектра показали, что хотя в этой области и имеются определенные успехи, но далеко не достаточные, если учесть важность этой проблемы для решения задач, возникающих в связи с использованием ИСЗ для метеорологических целей.

Результаты спектральных измерений атмосферного поглощения в инфракрасной области спектра были сообщены в докладах, представленных Кафедрой физики атмосферы ЛГУ (И. Я. Бадинов и др.). Были получены также данные об абсолютных спектральных яркостях внеатмосферного излучения Солнца. Об экспериментальных исследованиях функции пропускания атмосферы доложили А. М. Бронштейн и К. В. Казакова и В. Е. Зуев с сотр. В. Е. Зуевым с сотр. были выполнены также расчеты атмосферной прозрачности для инфракрасного излучения.

В. П. Козлов сообщил об исследовании разрешенных инфракрасных спектров для вычисления интегрального пропускания.

Заметные успехи были достигнуты в области использования спектроскопии для исследования атмосферной влажности.

Различные варианты методики измерений и результаты измерений влажности на различных высотах были критически рассмотрены в докладе М. С. Киселева. В докладе Б. С. Непорета с сотр. был описан оптический гигрометр для наземных измерений влажности. Самопишущий измеритель интегрального содержания водяных паров в толще атмосферы построен И. Я. Бадиновым с сотр. Измерения поглощения солнечной радиации парами воды выполнены Г. Ф. Ситником с сотр.

При помощи малогабаритного оптического гигрометра Л. Г. Елагиной впервые удалось исследовать частотные спектры турбулентных пульсаций абсолютной влажности в зависимости от атмосферных условий, причем было получено хорошее согласие с теоретическими ожиданиями.

На секции «Оптические свойства толстых слоев рассеивающей среды и подстилающих поверхностей» оживленная дискуссия возникла в связи с докладом Ю. К. Росса о математической постановке задачи «Радиационный режим и фотосинтез растительного покрова».

Отметив существенное влияние радиационного режима внутри растительного покрова на процессы фотосинтеза и транспирации влаги, а также зависимость радиационного режима от структуры растительного покрова и биологического состояния зеленой массы растений, докладчик сформулировал в общем виде задачу о переносе излучения в растительном покрове. Для математической постановки задачи характерна необходимость учета трех факторов:

1) существенной оптической анизотропии среды, 2) статистического характера распределения в ней рассеивающих и поглащающих образований (листьев, стеблей и т. п.) и 3) вертикальной неоднородности. Это приводит к широкому классу задач теории переноса, еще не подвергавшихся исследованию и выходящих далеко за рамки задачи о радиационном режиме растительного покрова.

Всебийший интерес вызвал также доклад О. А. Гермогеновой, исследовавшей возможности решения обратной задачи теории переноса излучения в слое рассеивающей среды. Докладчица показала, что в широком диапазоне случаев имеется возможность предложить сравнительно простой алгоритм для определения индикатрисы рассеяния по угловой зависимости яркости света, отражаемого или пропускаемого не слишком толстым слоем рассеивающей среды.

Условия распространения излучения в среде с отражающим дном были рассмотрены в докладе А. М. Самсона и К. С. Адзерах.

Экспериментальное исследование оптических свойств толстых слоев рассеивающей среды в зависимости от величины удельного поглощения, толщины слоя и глубины погружения в среду, выполненное А. П. Ивановым с сотр., подтвердило ряд выводов, следующих из теории Г. В. Розенберга, и позволило определить некоторые параметры, входящие в предложенные им формулы.

Исследование спектральных и угловых оптических характеристик снега, выполненное И. П. Малковым, также показало согласие с теорией Г. В. Розенберга и расчетами Е. М. Фейгельсона и привело к определению ряда параметров, входящих в формулы Г. В. Розенберга.

Об изменениях индикатрис отражения снега сообщили Л. Б. Красильщикова и В. И. Корзова.

Ю. Р. Мулламаев выполнил обширные расчеты угловых зависимостей коэффициентов яркости и поляризации отраженного света для взволнованной морской поверхности в зависимости от скорости и направления ветра и направлений облучения и наблюдения.

Найденные закономерности показали, что по параметрам солнечной дорожки, наблюдавшейся с ИСЗ, имеется возможность определять скорость и направление ветра у поверхности океана. Рассчитано также влияние волнения на альбето морской поверхности.

Результаты измерений альбето горного района по наблюдениям с вертолета были сообщены И. П. Беляевым.

Экспериментальное исследование отражения света шероховатыми поверхностями привело А. С. Топорца к важному результату: независимо от природы поверхности зеркальное отражение от нее появляется при углах падения (отражения)  $i$ , удовлетворяющих простому соотношению  $\bar{h} \cos i = \lambda$ , где  $\bar{h}$  — средняя высота микротермошероховатостей поверхности и  $\lambda$  — длина световой волны.

На заседании, посвященном радиационному балансу, С. Х. Лингова рассказала о радиационном режиме Болгарии. О результатах самолетных актинометрических наблюдений в Антарктиде и морских актинометрических наблюдений сообщил В. И. Шляхов. Теоретические и экспериментальные исследования баланса длинноволновой радиации в слое, прилегающей к поверхности моря, изложил В. С. Самойленко; Н. Е. Тер-Маркарянц доложила о методике и результатах расчета длинноволнового баланса моря.

Н. И. Гойса и Л. И. Сокали исследовали связь между коэффициентом прозрачности атмосферы и коэффициентом турбулентного обмена в приземном слое воздуха, а также между балансом длинноволновой радиации и градиентом температуры в том же слое. Роль деятельной поверхности в формировании радиационного баланса изучалась Г. В. Кирilloвой.

К. А. Тавартиладзе сообщил о разработанных им методах расчета эффективного излучения для Закавказья.

И. Ю. Индла на основе данных семилетних актинометрических наблюдений в Тарту исследовал закономерности изменчивости сумм солнечной радиации. Результаты измерения потоков радиации, приходящих на различно ориентированные поверхности, и определения влияния на них облачности и закрытости горизонта были сообщены К. Я. Кондратьевым и М. П. Федоровой; Ю. Л. Райнер и Н. И. Руднев в экспериментально исследовали вертикальное распределение составляющих радиационного баланса внутри лиственного леса.

На секции актинометрической аппаратуры П. В. Вьюшинов и Ю. А. Склияров сообщили о разработанном ими болометрическом пиргелиометре для абсолютных измерений прямой солнечной радиации. Скоростной автоматический спектрофотометр для комплексного исследования потоков коротковолновой радиации в атмосфере был описан в докладе В. В. Михайлова. О конструкции и результатах испытания абсолютного инерционного пиргелиометра рассказал Е. Ф. Беников; Л. В. Гульницкий с сотр. доложили об определении интенсивности радиации методом переменного состояния приемной поверхности. Исследование зависимости чувствительности актинометрических приборов от давления и температуры было выполнено Г. Н. Гаевской и М. П. Федоровой.

Об опыте применения в актинометрии автоматических интеграторов доложил Ю. М. Ремаин; Х. Ю. Нийлиск сообщил о построенных им фотоактинометрическом спектрофотометре и фотометрической рейке для исследования радиационного поля внутри растительного покрова.

На заключительном пленарном заседании Совещание приняло резолюцию, в которой, в частности, отмечены: необходимость сосредоточения усилий на наиболее актуальных задачах атмосферной оптики и актинометрии; необходимость более тесной координации исследований, проводимых различными учреждениями; потребность в создании центра, обеспечивающего поверку и сравнение актинометрической аппаратуры, а также в создании единой терминологии, отвечающей современному уровню науки и др.

Совещание обратилось к Институту физики и астрономии АН Эстонской ССР с просьбой взять на себя созыв Шестого совещания по актинометрии и атмосферной оптике в 1965 г. в г. Тарту.

Г. Розенберг

