

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ**XI СОВЕЩАНИЕ ПО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ****(Молекулярная люминесценция и люминесцентный анализ)**

В XI Совещании по люминесценции, происходившем 10—15 сентября 1962 г. в Минске, участвовало более 370 человек из 30 городов СССР. На 23 заседаниях было заслушано более 180 докладов.

Открывший совещание председатель Научного Совета по люминесценции В. Л. Левшин подчеркнул важную роль Совета в руководстве и координации научных работ по люминесценции и ее применениям, проводимых в разных исследовательских центрах, в сосредоточении научных усилий на основных, актуальных и перспективных направлениях.

Доклады, прочитанные на освещении, могут быть разбиты на следующие тематические разделы:

I. Молекулярная люминесценция:

1. Оптическая генерация. 2. Теория молекулярной люминесценции. 3. Люминесценция молекулярных кристаллов. 4. Квазилинейчатые спектры замороженных растворов. 5. Выход и тушение люминесценции растворов. 6. Люминесценция паров органических соединений. 7. Влияние на люминесценцию ассоциации молекул, растворителя и других физико-химических факторов. 8. Триплетные состояния. 9. Молекулярная люминесценция неорганических соединений. 10. Люминесценция хлорофилла, белков и других биологически важных соединений. 11. Молекулярная люминесценция и химические проблемы (связь люминесценции со структурой молекул, хемилюминесценция и т. п.).

II. Люминесцентный анализ:

1. Люминесцентный анализ в химии. 2. Люминесцентный анализ в биологии, медицине, микробиологии и ветеринарии. 3. Люминесцентный анализ в технике, промышленности и геологии. 4. Приборы и методы люминесцентного анализа.

I. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

1. Оптическая генерация. На совещании значительное внимание было уделено новому направлению оптики — квантовым генераторам света. Институтом физики АН БССР была представлена серия теоретических докладов, в которых освещался ряд новых результатов, касающихся: а) свойств поглощения и испускания при высоких плотностях излучения; б) теории резонатора, в котором помещено активное вещество. В докладе П. А. Апанасевича «Зависимость поглощения, испускания и рассеяния излучения от мощности падающей радиации» (ИФ АН БССР, Минск) приведена полученная методами квантовой электродинамики зависимость поглощения и характеристик рассеяния и фотолюминесценции от спектрального состава и мощности падающего монохроматического излучения, поглощаемого средой, а также от вероятностей неоптических переходов. В другой работе (Г. С. Круглик и П. А. Апанасевич «К вопросу о когерентном спонтанном испускании», ИФ АН БССР) обсуждались условия, при которых может проявиться когерентное спонтанное испускание с интенсивностью, пропорциональной квадрату числа испускающих частиц. Показано, что при обычных условиях такое испускание невозможно. Свойствам коэффициента поглощения при больших интенсивностях был посвящен доклад В. П. Грибкова «Вынужденная анизотропия коэффициента поглощения» (ИФ АН БССР), где показано, что коэффициенты поглощения линейно поляризованного или естественного света совпадают с коэффициентом поглощения изотропной радиации лишь при малых или очень больших интенсивностях.

Доклад Б. И. Степанова с сотрудниками на пленарном заседании «Генерация неограниченного плоскопараллельного слоя» касается теории резонатора оптических квантовых генераторов и представляет собой обзор работ, выполненных коллективом ИФ АН БССР за последнее время. В работе приведены результаты решения уравнений переноса и уравнений Максвелла для неограниченного слоя с отрицательным коэффициентом поглощения при отсутствии внешней радиации. Получены условия стационарной генерации. Учет нелинейной зависимости коэффициента поглощения от плотности радиации позволил определить значения плотности и энергии, выделяющейся внутри слоя в условиях стационарной генерации. Рассмотрены условия существования потоков разных направлений и частот. В работе Б. И. Степанова, А. М. Самсона и Ю. И. Чекалинской «Влияние шумов на генерацию ограниченного плоскопараллельного слоя» (ИФ АН БССР) рассматривается световое поле внутри и вне резонатора при наличии шумов. В докладе А. П. Хапалюка (БГУ, Минск) «О возможностях генерации излучения системы плоскопараллельных слоев» анализируется собственное свечение стопы плоскопараллельных пластинок как с положительным, так и отрицательным коэффициентом поглощения.

Вопросу о свойствах активного вещества внутри резонатора был посвящен доклад Б. И. Степанова, А. М. Самсона и В. П. Грибковского «Влияние характеристик вещества на свойства генерируемого излучения» (ИФ АН БССР). В этой работе произведен расчет мощности поглощения накачки, люминесценции, мощности и порога генерации плоскопараллельного слоя с тремя уровнями энергии. Обсуждение четырехуровневой схемы квантового генератора проведено в работе В. Л. Бродуке, В. С. Машкевича, А. Ф. Прихотко, Н. Ф. Прокопюк и М. С. Соскина «Индукцированное излучение в молекулярных кристаллах» (ИФ АН УССР, Киев). Показано, что оптические свойства молекулярных кристаллов дают основания для реализации квантового генератора на таких системах. Особенности кинетики свечения квантовых генераторов обсуждались в докладе А. М. Самсона и В. А. Савва «Нестационарное свечение генерирующего плоскопараллельного слоя» (ИФ АН БССР).

В нескольких докладах даны экспериментальные работы по оптическим генераторам. В докладе М. Д. Галапина, А. М. Леонтовича, Э. А. Свириденкова, В. Н. Сморгочкова, З. А. Чижиковой на пленарном заседании «Свойства излучения оптического генератора на кристалле рубина» (ФИАН СССР, Москва) были исследованы кинетика генерации при комнатных и низких температурах (до -165°C) и свойства когерентности излучения в оптическом генераторе на рубине. При комнатной температуре при увеличении мощности накачки частота пиков генерации увеличивается. С понижением температуры длительность пиков уменьшается и частота их растет (при постоянной накачке), с переходом их в конце концов в непрерывное свечение, случайно модулированное во времени. Свойства когерентности излучения при генерации исследовались интерференционными опытами, и было обнаружено, что со всего торца генерирующего кристалла исходит когерентное излучение.

На пленарном заседании был заслушан доклад А. М. Бонч-Бруевича, В. В. Варгина, Я. А. Имаса, Г. О. Карапетяна, Я. Э. Кариса, М. Н. Толстого, П. П. Феофилова «Люминесценция и вынужденное излучение стекла, активированного неодимом» (ГОИ, Ленинград). Исследовались спектры поглощения и люминесценции стекол, содержащих 0,1—10% неодима. Генерация вынужденного излучения в области 1,06 мк наблюдалась как в образцах в виде нити диаметром 0,1—1 мм, заключенных в стеклянную оболочку с близким показателем преломления, так и в массивных образцах (диаметр 2—2,5 мм, $l=70$ мм), изготовленных из оптически однородного стекла. Генерация исследовалась как при комнатных, так и при азотных температурах. Порог генерации 0,4—2 ндж. Спектр генерируемого излучения имеет довольно широкую полосу (60 Å). Кинетика генерации имеет вид пиков, иногда случайно следующих во времени, иногда же следующих через правильные промежутки времени.

Доклады были подвергнуты всестороннему обсуждению.

2. Теория молекулярной люминесценции. Как и на предыдущих совещаниях, большое внимание уделялось вопросам теории.

Большой интерес вызвал доклад К. К. Ребани и В. В. Хижнякова (ИФИА АН ЭстССР), доложивших результаты теоретических исследований эффекта Мёссбауэра. Авторам удалось обнаружить аналогию между эффектом Шпольского, электронно-колебательными переходами в примесных центрах ионных кристаллов и эффектом Мёссбауэра. Установлена возможность обнаружения ряда линий в спектрах примесных центров. Сделан вывод о возможности получения важных сведений о структуре органических стекол и кристаллов путем исследования эффекта Мёссбауэра.

Новый вариант теории диффузионного тушения флуоресценции растворов постоянными веществами был предложен Б. Я. Свешниковым, А. С. Селпваненко, В. И. Широковым и Л. А. Киянским (ГОИ, Ленинград).

Авторы показали, что если при решении диффузионного уравнения для случая сферической симметрии вместо предположения Смолуховского о бесконечно большой скорости поглощения диффундирующих частиц предположить, что она конечна и сравнительно невелика, то получающиеся при этом на основании этого предположения формулы для зависимости выхода и длительности флуоресценции от вязкости раствора хорошо объясняют экспериментальные кривые. В работе А. М. Самсонова (ИФ АН БССР) предлагается обобщение теории тушения люминесценции посторонними веществами. При соответствующем выборе функции, характеризующей вероятность передачи энергии, получаются выражения как для резонансного, так и для диффузионного тушения.

Л. Л. Крушинский и П. П. Шорыгин (ИОХ АН СССР, Москва) доложили о применении модели классического линейного осциллятора с периодически изменяющимися параметрами к объяснению резонансного преобразования света молекулами. В рамках этой модели для описания вторичного излучения получено выражение, аналогичное квантовомеханической формуле Крамерса—Гейзенберга. В результате показано, что, если постоянная затухания γ больше частоты колебаний ядер ω_0 , распределение интенсивности между линиями рассеяния, вытекающее из теории, качественно согласуется с экспериментальными данными по резонансному рассеянию. При $\gamma < \omega_0$ оно согласуется с распределением, характерным для резонансной флуоресценции. Показано также, что зависимость γ от колебания ядер может явиться причиной возникновения резонансного комбинационного рассеяния.

В докладе «О временной зависимости отражения и пропускания» А. С. Рубанов и А. П. Хапалюк (ИФ АН БССР, БГУ) рассматривают плоскопараллельную пластину (столу пластин) при отражении и пропускании как линейный фильтр с комплексной функцией передачи, определяемой амплитудными коэффициентами отражения и прохождения. Это позволило описать нестационарный режим при отражении (пропускании) с помощью комплексной функции передачи линейного фильтра.

Как известно, распространение света в средах с учетом рассеяния и фотолюминесценции теоретически можно изучать, исходя из уравнений переноса. Задача сильно усложняется, когда необходимо учитывать многократные процессы рассеяния и люминесценции. В двух докладах К. С. Адзериho (БГУ, Минск) эти вопросы рассматриваются на основе характеристики светового поля через параметры Стокса. В частности, решая методом итерации дифференциальные уравнения относительно параметров Стокса, автор выяснил влияние многократных процессов на поляризацию выходящего из вещества света.

В работе Ю. Т. Мазуренко (ГОИ) явление фотолюминесценции рассматривается с точки зрения второго начала термодинамики необратимых процессов. Показано, что термодинамика не накладывает дополнительных ограничений на теоретические методы расчета фотолюминесцентных систем и, следовательно, на выход люминесценции.

В докладе В. С. Рубанова (ИФ АН БССР) «О миграции и передаче энергии в двухкомпонентной смеси» рассмотрена с помощью одномерной модели двухкомпонентная смесь с миграцией и передачей энергии при малых концентрациях акцептора. Исследована зависимость эффективности передачи энергии от интенсивности миграции концентрации акцептора и от параметров, характеризующих молекулярные свойства компонентов.

3. Люминесценция молекулярных кристаллов. Интерес к люминесценции и другим оптическим свойствам молекулярных кристаллов в последние годы непрерывно возрастает. На совещании этому кругу вопросов было уделено большое внимание. Здесь прежде всего нужно отметить группу интересных докладов, представленных Институтом физики АН УССР (Киев).

На пленарном заседании в докладе В. Л. Броуде, Е. Ф. Шекп, М. Т. Шпак «Экситонная люминесценция молекулярных кристаллов» проведен анализ условий возникновения и особенностей экситонной люминесценции в молекулярных кристаллах и показало, что полосы экситонной люминесценции, в отличие от полос примесного свечения, характеризуются крутой зависимостью полуширины от температуры, что связано с зонным характером собственных энергетических состояний кристалла. Тем самым дан надежный критерий для определения экситонной люминесценции молекулярных кристаллов.

В докладе Е. Ф. Шекп и сообщено об экспериментальных исследованиях спектров поглощения бинарных и тройных смешанных кристаллов ряда дейтерозамещенных нафталинов. Анализ примесных экситонных полос позволил выявить взаимное влияние примесных состояний. Экспериментальные данные хорошо согласуются с теорией поглощения смешанных кристаллов Броуде—Рашби.

М. Т. Шпак, А. В. Васильев и Н. И. Шеремет обнаружили в спектре люминесценции кристаллического бензола при $T=20^\circ\text{K}$ полосу, соответствующую прямому переходу из экситонной зоны.

В докладе В. Н. Ватулева «Влияние структуры кристаллической решетки на спектр поглощения и люминесценции примесей в молекулярных кристаллах» показано на примере примеси антрацена в кристаллах 9,10-дигидроантрацена

и октагидроантрацена, что линейчатые спектры примесей могут служить чувствительным индикатором фазовых превращений в кристалле и дополнительным источником сведений об этом процессе.

В. И. Грибков, Н. Д. Жеваядров и Е. И. Чеботарева (ФИАН СССР) в докладе «Исследование зависимости поляризации люминесценции монокристаллов стильбена от длины волны излучения при температуре жидкого азота» показали, что резкие изменения поляризации, обнаруженные при комнатной температуре на коротковолновом краю спектра люминесценции монокристалла стильбена, исчезают при температуре жидкого азота. Этот результат согласуется с теорией экситонов в молекулярных кристаллах.

В. Л. Зима, В. М. Корсунский и А. Н. Файдыш (КГУ, Киев) исследовали кристаллы антрацена с примесями нафтацена, феназина, акридина и антрахинона и показали, что феноменологическая теория диффузионного движения экситонов удовлетворительно объясняет наблюдаемую зависимость квантовых выходов от концентрации примесей.

В вызвавшем большой интерес докладе В. П. Ковалева, В. К. Доброхотовой, Ю. В. Набойкина и Л. С. Кукушкина «Свечение молекулярных кристаллов с примесями, имеющими различную растворимость в твердой фазе» (ГОИ, Ленинград и ФТИНТ АН УССР, Харьков) с помощью флуорометрического исследования длительности свечения примеси при непосредственном возбуждении и возбуждении через основу показано, что в примесных молекулярных кристаллах в результате локализации экситона на примеси возникают промежуточные локальные состояния, переход из которых в примесное состояние затруднен.

Доклад Ю. В. Набойкина, С. В. Свердлова и А. А. Авдеевко «Триплетное свечение молекулярных кристаллов» был посвящен систематике молекулярных кристаллов с точки зрения триплетного свечения. Выступившие в прениях по этому докладу В. М. Корсунский и А. Н. Файдыш сообщили об обнаруженной ими миграции энергии триплетного состояния в кристалле бензофенона с примесью нафталина и нафтацена.

Непосредственно к этой тематике примыкают доклады, посвященные искусственно ориентированным средам (пленки, полимеры) и миграции энергии в жидких и твердых растворах.

В. Л. Броуде и Е. Т. Мойся (ИФ АН УССР) доложили результаты некоторых исследований экситонных процессов в одномерных образованиях. Они исследовали спектры ориентированных пленок при температуре 77° К и 20° К и обнаружили различную температурную зависимость полусирипы экситонных и молекулярных полос χ -изоцианина.

В докладе «О переносе энергии электронного возбуждения в жидких растворах органических веществ» Е. А. Андреевцева, С. Ф. Килина, И. М. Розмала и В. И. Широкова сообщается об изучении эффективности переноса энергии между молекулами растворенных веществ в растворах в полистироле. Результаты измерений сопоставлены с теорией индуктивного переноса Ферстера — Галанина. Экспериментальные значения параметра переноса превышают теоретические в 1,5—1,9 раза.

Об исследовании процессов передачи энергии методами люминесценции и радиационной химии сообщили в своем докладе В. А. Кронгауз и И. Н. Васильев (НИФХИ им. Карпова, Москва). Они показали, что защитное действие люминофоров от некоторых радиационно-химических эффектов можно объяснить конкуренцией переноса энергии от растворителя к объекту и люминофору и от люминофора к объекту. Авторы высказали некоторые соображения о механизме передачи энергии от растворителя и от люминофора.

В докладе, представленном Объединенным институтом ядерных исследований (М. Т. Костырко, Е. Н. Матвеева, М. Н. Медведев, М. Г. Писарева, М. Д. Шафранов «Люминесценция паравинилдифенила и парапентафенила»), приведены экспериментальные данные по свечению этих веществ в кристаллах и полимерах при облучении γ -лучами Co^{60} .

4. Квазилинейчатые спектры замороженных растворов. Целый ряд докладов был посвящен исследованию спектров поглощения и флуоресценции и их характеристик по методу Шпольского.

Вопросы, рассмотренные в работах этого профиля, можно разбить на следующие группы: 1) природа эффекта Шпольского, 2) возможность использования в качестве матрицы растворителей, отличных от нормальных парафинов, 3) исследование и анализ электронно-колебательных спектров новых соединений, 4) возможность использования метода в целях спектрального люминесцентного анализа.

В большом докладе Э. В. Шпольского (ГПИ им. Ленина, Москва) на пленарном заседании основное внимание было уделено происхождению мультиплетности резких квазилинейчатых электронно-колебательных спектров замороженных n -парафиновых растворов. Широко обсуждался вопрос о способах внедрения флуоресцирующих молекул в кристаллическую матрицу. Особенности поведения спектров различных растворов

при разных температурах и условиях замораживания наводят на мысль о возможности рассмотрения аналогии с соединениями включения. Как известно, спектры флуоресценции *n*-парафиновых растворов многих ароматических углеводородов состоят из нескольких тождественных серий резких линий. Сопоставление начальных спектров флуоресценции и поглощения показало, что отдельные серии можно связать с излучением не взаимодействующих между собой центров, отличающихся, по-видимому, различными способами внедрения в поликристаллическую матрицу замороженного растворителя. Г. М. Свищеву удалось подтвердить этот результат. Спектр флуоресценции *n*-парафиновых растворов коронена при температуре 77° К состоит из характерных дублетов. При освещении раствора коронена монохроматическим излучением с частотой одной из компонент соответствующего дублета спектра возбуждения в спектре флуоресценции наблюдается лишь одна компонента. Вопросу о зависимости ширины спектральной линии флуоресценции от температуры посвящена работа А. Я. Хесино (ГПИ им. Ленина, Москва). Показано расширение полос при повышении температуры от 77° К до точки плавления растворителя.

Как правило, при изучении квазилинейчатых спектров в качестве растворителя используются нормальные парафины. В этой связи интересна работа М. М. Вальдмана и Г. Д. Шереметьева (Пединститут, Челябинск), в которой при исследовании резких спектров люминесценции перилена и диизобутилового эфира 3,9-периленадикарбоновой кислоты (дефектоль) при 20,4° К в качестве растворителей использовались не только нормальные парафины, но и кристаллический дибензиламиноэтанол. Кроме того, в этой же работе отмечена интересная зависимость резкости спектра флуоресценции дефектоля от растворителя: спектры флуоресценции значительно резче (если в качестве растворителей используются *n*-парафины с нечетным числом атомов углерода в молекулярной цепочке (гептан, нонан, ундекан)), чем в нормальных парафинах с четным числом атомов С (октан, декан). В. Л. Левшин и Х. И. Мамедов (ФИАН СССР, Москва и ИФ АзССР, Баку) показали, что для получения резких спектров α - и β -метилнафталина можно использовать изопарафины, например 2,2,4-изооктан. Следует отметить, что были бы интересны попытки использовать и другие симметричные изопарафины, дающие при замораживании поликристаллическую матрицу.

Метод Шпольского широко применяется для анализа электронно-колебательных спектров органических соединений. На совещании были доложены работы, в которых удалось получить резкие спектры для ряда новых соединений: азулена (З. С. Рузевич — ГПИ им. Ленина, Москва), диантрилэтилена (В. К. Доброхотова, В. А. Кульчицкий, Ю. В. Набойкин — ФТИНТ АН УССР, Харьков), дифенила, терфенила, кватерфенила, дифенилбутадиена (Г. В. Гобов, Т. Н. Болотникова — Пединститут, Челябинск, ГПИ им. Ленина, Москва), эфира 3,9-периленадикарбоновой кислоты (М. М. Вальдман, Г. Д. Шереметьев), индиго, *n*, *n*'-диметилиндиго, 5,5-дихлориндиго, тетрахлор- и тетраброминдиго (Р. Н. Нурмухаметов, Д. Н. Шигорин, Ю. И. Козлов — НИФХИ им. Карпова, Москва).

В работе Т. Н. Болотниковой и Г. В. Гобова исследовались спектры люминесценции дифенила, терфенила, кватерфенила, стильбена, дифенилбутадиена. Прослежено изменение активности близких вибрационных частот по мере увеличения длины молекулы. Обнаружено сходство спектров растворов терфенила и кватерфенила со спектрами стильбена и дифенилбутадиена соответственно, т. е. замещение внутренних фенильных колец на группы —СН=СН— мало влияет на характер электронно-колебательного спектра.

П. А. Тепляков (Одесса), воспользовавшись методом Шпольского, интерпретировал спектр флуоресценции растворов фенантрена в нормальных парафинах (от *n*-гексана до *n*-нопана) в предположении, высказанном ранее рядом авторов, об излучении с двух метастабильных уровней.

Р. И. Персенов (ГПИ им. Ленина, Москва) в развитие своих предыдущих работ получил спектры флуоресценции и поглощения безметаллового фталоцианина в различных *n*-парафинах при 77° К. Резкость спектров растворов фталоцианина в октано, постане и декане позволила выявить различия во влиянии растворителей на два участка спектра длинноволнового поглощения, которые связаны с различными электронными переходами. Подробному исследованию спектров *n*-парафиновых растворов пирена был посвящен доклад Л. А. Климовой (ГПИ им. Ленина). Удалось получить резкие спектры поглощения пирена в области второго электронного перехода. Оказалось, что колебательные частоты второго возбужденного состояния практически не отличаются от частот колебаний молекулы в первом возбужденном электронном состоянии. Тщательный анализ чрезвычайно сложного спектра флуоресценции показал, что в спектре активен ряд частот, отнесенных ранее к неполносимметричным.

Ряд работ был посвящен применению квазилинейчатых спектров для целей люминесцентного анализа. В. Л. Левшин и Х. И. Мамедов получали и исследовали резкие спектры флуоресценции и фосфоресценции α - и β -метилнафталина и отметили, что существование тонкой структуры увеличивает возможности люминесцентного анализа нефтей и других сложных смесей. С целью выяснения возможности

использования метода Шпольского в анализе сложных смесей В. К. Доброхотова, В. А. Кульчицкий и Ю. В. Набойки и исследовали спектры флуоресценции двухкомпонентных замороженных гексановых растворов смеси нафталина с диантрилэтиленом. Было показано, что при избыточной концентрации нафталина и возбуждении в области 313 мкм (поглощение молекул нафталина) спектр излучения диантрилэтилена становится диффузным. В работе отмечается необходимость учитывать при анализе смесей возможность процессов миграции энергии.

5. Выход и тушение люминесценции растворов. Исследования в области безызлучательной дезактивации возбужденных состояний люминесцирующих молекул необходимы для решения кардинального вопроса люминесценции — вопроса о причинах наличия люминесценции у одних соединений и ее отсутствия у других. Этому направлению был посвящен ряд докладов.

На пленарном заседании был заслушан доклад В. В. Зелинского (ГОИ) «Зависимость процессов безызлучательной дезактивации люминесценции от положения спектров». На основании анализа богатого экспериментального материала автор доказывает правильность высказанного ранее им совместно с Л. Г. Пикуликом и В. П. Колбковым положения о наличии корреляции между влияниями различных факторов на выход флуоресценции (а также фосфоресценции) и на положение максимума спектра флуоресценции. Выступивший в дискуссии Л. Г. Пикulik привел новые экспериментальные данные, свидетельствующие о тесной взаимосвязи между влияниями растворителя на спектры и на выход.

Значительный интерес вызвал доклад В. Л. Ермолаева (ГОИ) «Пути безызлучательной дезактивации возбужденных ароматических молекул в стеклообразных растворах». На основании выполненных ранее исследований сенсibilизированной фосфоресценции, литературных данных о влиянии дейтерирования на фосфоресценцию органических соединений и выполненных в этой работе измерений квантового выхода и длительности обычной и сенсibilизированной фосфоресценции нафталина, дифенила и их дейтеропроизводных автор приходит к выводу о том, что процессы безызлучательной дезактивации проходят через нижнее триплетное состояние. В работе определены вероятности излучательных и безызлучательных переходов с триплетного уровня. Для органических красителей (акридинового оранжевого и тринафлавина) Ю. В. Морозовым (ИРФХБ АН СССР, Москва) показано, что основным процессом безызлучательной дезактивации в молекуле является непосредственная конверсия в основное состояние. Вероятность тушения на триплетном уровне определяет лишь выход фосфоресценции. Между результатами этих работ нет противоречия, поскольку они получены для соединений разных классов. По-видимому, преобладающая роль того или иного дезактивационного процесса определяется в первую очередь структурой молекулы. В работе В. В. Зелинского, И. А. Жмыревой и В. П. Колбокова (ГОИ) для исследования процессов дезактивации измерялась температурная зависимость абсолютного квантового выхода твердых органоломинофоров и было показано, что у красителей группы флуоресцеина квантовый выход суммарного свечения близок к 1 при наличии α -фосфоресценции. Понижение температуры приводит к исчезновению α -фосфоресценции и уменьшению суммарного квантового выхода.

С вопросами выхода люминесценции тесно связан вопрос о существовании стоксовой отсечки (изменения формы спектра испускания при возбуждении в антистоксовой области). Этому вопросу был посвящен доклад Г. П. Гуриновича, Е. К. Круглик и А. Н. Севченко (ИФ АН БССР, Минск), которые показали полное отсутствие стоксовой отсечки в большинстве исследованных случаев (исследовались красители и производные фталимида в разных растворителях). В тех случаях, когда деформация спектра при антистоксовом возбуждении наблюдалась, ее можно было связать с наличием в растворе люминесцирующих центров нескольких типов.

Сравнение законов затухания при наличии тушения примесями и концентрационного тушения произведено С. В. Волковым, Л. А. Лимаревой, В. И. Широким (ГОИ), дожившими о новой флуорометрической установке с частотами модуляции 11,2 и 131 Мгц. Наличие двух частот модуляции позволяет исследовать отклонение закона затухания от экспоненциального. Показано, что для концентрированных растворов флуоресцеина в глицерине отклонение закона затухания от экспоненты выражено слабее, чем при тушении поглощающими примесями. Это объясняется наличием многократных переносов энергии при концентрационном тушении. В докладе Т. М. Вемер «О механизме влияния ароматических аминов на флуоресценцию и фотохимическое окисление антраценовых соединений» показано, что интенсивность тушения зависит от электронной плотности на антраценовом ядре и на бензольном кольце ароматических аминов. Сделан вывод о том, что тушение флуоресценции в рассматриваемых случаях обусловлено переносом электрона от тушителя на возбужденную молекулу.

А. Н. Никитина, Г. С. Тер-Саркисян, Б. М. Михайлов и Л. Е. Минченкова (ИОХ АН СССР, Москва) обнаружили возрастание квантового выхода флуоресценции исследованных полиенов (замещенных гексатриенов)

при переходе от гептановых растворов к растворам в бензоле и толуоле. Поскольку сила осциллятора и длительность флуоресценции при этом уменьшаются, авторы делают вывод о том, что молекулы исследованных соединений в возбужденном состоянии образуют комплексы с молекулами ароматических растворителей.

Абсолютный квантовый выход флуоресценции и спектры поглощения и испускания 14 производных кумарина были исследованы в работе П. И. Петровича и Н. А. Борисевича (НИИОПиК, Москва и ИФ АН БССР, Минск). Эти соединения интересны тем, что их используют в качестве оптических отбеливателей тканей, причем эффект отбеливания обусловлен их синей флуоресценцией. Авторы отметили наиболее перспективные вещества, обладающие высоким квантовым выходом и удачным положением спектров флуоресценции, в частности 7-аминокумарины.

6. Люминесценция паров органических соединений. Изучение люминесценции многоатомных молекул в газовой фазе имеет важнейшее значение для теории люминесценции. Исследования по этому направлению были представлены пятью докладами.

На пленарном заседании был заслушан доклад Н. А. Борисевича (ИФ АН БССР), в котором были изложены результаты, полученные при исследовании возбужденных состояний в газовой фазе с помощью универсального соотношения между спектрами поглощения и испускания и на основе изучения температурной зависимости коэффициента поглощения паров. Основная часть доклада была посвящена особенностям, которыми характеризуется выход флуоресценции разреженных паров. В соответствии с формулой, согласно которой выход флуоресценции определяется как отношение разностей средних энергий молекул, покидающих возбужденное состояние безызлучательно и с испусканием флуоресценции, были найдены эти разности для ряда молекул различных групп соединений (перилена, 1-аминоатрахинона, β -нафтиламина, антрацена и некоторые производные фталимида). Показано, что указанные разности энергий могут при определенных условиях служить мерой активационного барьера безызлучательных переходов.

Доклад В. В. Грузинского (ИФ АН БССР) был посвящен применению универсального соотношения к структурным спектрам молекул. Рассчитанные температуры возбужденных молекул позволили простым способом определить частоту электронного перехода и колебательную теплоемкость паров β -нафтиламина и перилена. Показано, что квантовый выход паров перилена практически не зависит от величины возбуждающего кванта. Поэтому точка инверсии была определена по действию посторонних газов на спектры флуоресценции, а не на выход. Полученные из универсального соотношения значения точки инверсии и частоты электронного перехода практически совпадают с 0—0-переходом для паров перилена.

Исследованиям температурной зависимости спектров поглощения сложных и полусложных молекул был посвящен доклад В. А. Толкачева (ИФ АН БССР). На основании метода, позволяющего выразить распределение молекул в возбужденном состоянии через равновесное распределение, получено соотношение, связывающее коэффициент поглощения со средней эффективной энергией возбуждения. Полученное соотношение применимо к спектрам сложных и полусложных молекул. Оказалось, что для всех исследованных веществ эффективная энергия в общем не равна величине возбуждающего кванта. Наименьшие отклонения при этом наблюдались в стоксовой области возбуждения, наибольшие — в антистоксовой.

Исследования по влиянию температуры на квантовый выход люминесценции паров органических веществ были доложены В. П. Ключковым (ГОИ). Докладчик наблюдал как обычное уменьшение выхода, так и небольшое увеличение, что согласуется с зависимостью квантового выхода флуоресценции исследованных веществ от частоты возбуждающего кванта. Оказалось, что действие посторонних газов на форму спектров флуоресценции различно при возбуждении различными длинами волн, причем степень действия уменьшается с приближением к определенной длине волны (точка инверсии).

В докладе В. Т. Короткевич (ИФ АН БССР) изложены результаты, полученные при исследовании в газовой фазе ряда метилированных и этилированных производных фталимида.

Долженные исследования по люминесценции паров вызвали оживленную дискуссию, в которой приняли участие В. Л. Левшин, Б. С. Непорент, Н. А. Борисевич и др.

7. Влияние на люминесценцию ассоциации молекул, растворителя и других физико-химических факторов. Большой доклад В. Л. Левшина (ФИАН СССР) на пленарном заседании был посвящен концентрационному тушению люминесценции растворов. В докладе показано, что концентрационное тушение возникает вследствие ряда процессов. Во многих случаях решающее значение имеет образование ассоциатов молекул. Рассмотрены разные виды влияния ассоциатов с учетом диффузии возбужденных частиц и диффузии энергии возбуждения. Важная роль миграции энергии на нелюминесцирующие ассоциаты в процессе концентрационного тушения была продемонстрирована также в докладе

Б. Я. Свешникова, В. И. Широкова и Л. А. Лимаревой (ГОИ) «Механизм концентрационного тушения растворов флуоресценна, родамина Б и триплавина в глицерине». В докладе Л. В. Левшина и В. Г. Бочарова «Исследование ассоциации молекул родамина 6Ж в бинарных растворителях» (МГУ) обнаруженные концентрационные эффекты объясняются как результат ассоциации молекул и влияния растворителя. А. С. Селиваненко и М. В. Фок (ФИАН СССР) в докладе «Об использовании явления концентрационного тушения люминесценции для определения степеней ассоциации молекул в растворе» предложили метод расчета относительного числа ассоциатов. Е. Г. Баранова и В. Л. Левшин (ФИАН СССР) в докладе «Концентрационное тушение спиртовых растворов родамина 6Ж» сопоставили развитие ассоциации с ходом концентрационного тушения. Ю. В. Морозов (ИРФХБ АН СССР, Москва) доложил об особенностях люминесценции димеров: акридинового оранжевого и родамина Б.

Таким образом, совещание показало, что процесс ассоциации молекул широко и успешно исследуется люминесцентными методами. Такие исследования представляют большой интерес, в частности, в связи с той важной ролью, которую, по-видимому, играет процесс ассоциации в живой природе, и теми возможностями, которые он дает для исследования биологических объектов.

Несколько докладов было посвящено влиянию растворителя и других физико-химических факторов на люминесценцию растворов. В. В. Зелинский (ГОИ) в докладе «Спектроскопические шкалы растворителей» показал, что растворители могут быть расположены в ряд таким образом, что их влияние на спектры растворенных соединений будет изменяться монотонно. Автор считает при этом, что положение растворителя в шкале связано с его химической природой и не связано с макроскопическими характеристиками. Влияние агрегатного состояния на спектры было прослежено в работе О. П. Харитоновой (ИФ АН УССР), которая исследовала спектры 2,6-диметилнафталина в парах, растворах и кристаллах. И. В. Питерская и Н. Г. Бахшиев (ГОИ) в докладе «Количественное исследование зависимости спектров поглощения и флуоресценции сложных молекул в растворах от температуры» сделали попытку количественной интерпретации наблюдаемых закономерностей, исходя из теории, описывающей влияние на спектры универсальных межмолекулярных взаимодействий. Влиянию температуры на спектрально-люминесцентные характеристики сложных молекул был посвящен также доклад Л. Ф. Гладченко и Л. Г. Пикунки (ИФ АН БССР), которые интерпретировали смещение спектров и другие температурные эффекты с учетом подвижности молекул в среде. Экспериментальный материал по исследованию влияния 10 разных растворителей на спектры поглощения и флуоресценции некоторых пятичленных гетероциклических соединений, доложенный Л. М. Куценой, Л. А. Огурцовой и О. П. Швайка (ВНИИ монокристаллов, Харьков), позволил авторам сделать вывод, что основными являются специфические, а не универсальные взаимодействия. Влиянию растворителя, pH и другим близким вопросам были посвящены также доклады А. П. Килимова, Л. Н. Звегинцевой и И. К. Брандесова (ИФ СО АН СССР, Красноярск) и ряд других докладов.

Значительный интерес участников совещания вызвал доклад Б. С. Непорента и О. В. Столбовой (ГОИ) «Ориентация молекул под действием света». Авторы обнаружили тонкий эффект фотодихроизма, связанный с нарушением изотропного ориентационного распределения молекул в растворе под действием поляризованного света. Рассмотрена связь наблюдаемого на опыте фотодихроизма с макроскопическими параметрами среды и некоторыми характеристиками молекул.

8. Триплетные состояния. Среди докладов, которые были посвящены изучению триплетных состояний, прежде всего следует отметить доклад А. К. Пискунова, Р. Н. Нурмухаметова, Д. Н. Шигорина, В. И. Муромцева и Г. А. Озеровой (НИФХИ им. Карпова, Москва) «Исследования триплетных состояний молекул методом ЭПР и люминесценции». Сочетание двух мощных методов исследования позволило авторам получить ряд новых результатов, в частности, относительно связи между временем жизни триплетных состояний молекул и их строением. Особая ценность метода ЭПР состоит в том, что с его помощью, помимо изучения самих молекул в различных состояниях, можно получить сведения о взаимодействии их с растворителем и возникающими при ультрафиолетовом облучении радикалами.

Продолжением известных исследований миграции энергии между триплетными уровнями явился доклад В. Л. Ермолаева и Е. Б. Свешниковой (ГОИ) «Индуктивно-резонансный перенос энергии от ароматических молекул в триплетном состоянии», в котором на большом материале исследовано явление безызлучательного переноса энергии от молекул, находящихся в возбужденном триплетном состоянии, к невозбужденным, с переводом их в возбужденное синглетное состояние. В частности, доказано наличие переноса энергии от триплетных на синглетные уровни для биологически важных соединений (триптофан, хлорофилл). Изучению вероятностей

переходов молекул из флуоресцентного в фосфоресцентное состояние был посвящен доклад А. В. Аристов и Б. Я. Свешникова (ГОИ) «О влиянии температуры на вероятность перехода молекулы в фосфоресцентное состояние». В докладе предложен новый метод определения вероятности перехода молекулы из флуоресцентного в фосфоресцентное состояние, основанный на изучении нелинейной зависимости интенсивности люминесценции от интенсивности возбуждающего света. Предлагаемый метод дает возможность применить новое уравнение, которое совместно с ранее известным составляет полную систему уравнений для вычисления всех вероятностей переходов в рамках схемы Яблонского.

Об изучении триплетных возбужденных состояний с помощью триплет-триплетного поглощения сообщалось в двух докладах, представленных Институтом физики АН БССР: Г. П. Гуриновича и А. И. Пацко «Некоторые результаты применения методов импульсной спектроскопии к изучению порфиринов» и В. А. Пилиповича и Н. И. Турсунова «Спектры поглощения возбужденных органофосфоров». В первом из них были приведены результаты измерений спектров триплет-триплетного поглощения ряда порфиринов и их металлопроизводных. Определена длительность жизни молекулы в метастабильном состоянии и изучена кинетика накопления и утечки частиц в метастабильном состоянии. Высказано предположение о возможности фотохимических реакций в этих условиях. Во втором докладе показано, что с понижением температуры триплет-триплетное поглощение возрастает, и построены диаграммы энергетических уровней для ряда органофосфоров. Обнаружены еще один триплетный уровень энергии. В другом докладе В. А. Пилиповича и Н. И. Турсунова «О температурной зависимости квантового выхода фосфоресценции органофосфоров» показано, что для органофосфоров, имеющих α - и β -полосы, относительный квантовый выход фосфоресценции падает с понижением температуры. В работе М. Д. Халуповского (ДГУ им. Ленина, Махач-Кала) показано на основании исследования разгорания отдельных узких участков спектров фосфоресценции, что в общем случае среднее время разгорания фосфоресценции не связано однозначно со средним временем затухания.

Совещание показало, что работы по триплетным состояниям ведутся в Советском Союзе широким фронтом, что вполне оправдывается важностью и актуальностью этой проблемы, имеющей большое значение для биоэнергетики, квантовой электроники и других направлений науки. Особенно следует отметить плодотворность применения в этой области разнообразных оптических и иных методов исследования, дополняющих и углубляющих друг друга.

9. Молекулярная люминесценция неорганических соединений. Большое внимание на Совещании было уделено вопросам люминесценции неорганических соединений.

В докладе Н. А. Толстого и А. П. Абрамова (ГОИ) на пленарном заседании «Кинетика свечения хромовых люминофоров» были изложены результаты подробного исследования концентрационной зависимости интенсивности побочных линий свечения в рубине (связанных со взаимодействием между ионами хрома), а также релаксационных спектров свечения. Авторы пришли к выводу, что побочные линии испускаются центрами, состоящими из пар ионов хрома (димеров), сенсбилизируемых одиночными ионами хрома (мономерами). В выступлении по этому докладу З. Л. Моргенштерн (ФИАН) рассказала о сделанных ею совместно с Е. Е. Букке измерениях выхода люминесценции рубина. При возбуждении в полосах поглощения квантовый выход оказался высоким ($\sim 0,8$), а при возбуждении в R -линиях — равным единице.

В докладе С. Г. Зазубович, Н. Е. Луцки и Ч. Б. Луцка (ИФИА ЭССР, Тарту) «Электроно-колебательные процессы и поляризованная люминесценция ртутеподобных центров в кубических кристаллах» сообщалось о результатах начатых в последние годы исследований спектрально-люминесцентных закономерностей в ионных кристаллах. Авторы исследовали поляризационные спектры, азимутальные зависимости степени поляризации, поляризационные диаграммы, спектры возбуждения и излучения центров свечения в щелочно-галогидных кристаллах, активированных «ртутеподобными» ионами. Полученные авторами результаты исследований позволили сделать вывод, что ртутеподобные центры в ионных кристаллах по легкости установления равновесного распределения по электронным состояниям представляют собой промежуточный случай между свободными ионами и растворами сложных молекул.

Исследованию люминесценции нитрита натрия при низких температурах было посвящено сообщение А. Ф. Яценко и Ю. А. Кулюпина (ИФ АН УССР). Полученные авторами экспериментальные результаты по поглощению и люминесценции позволяют считать, что люминесценция нитрита натрия является собственной, а не примесной, причем за спектр поглощения и люминесценции ответствен нитритный ион.

В докладе И. С. Горбаня и В. М. Косарева (КГУ) сообщалось об исследовании оптических и фотохимических свойств кристаллов PbJ_2 , в которых имеют место фотохимические превращения, отражающиеся на спектрах фотолюминесценции.

Авторы изучили общие свойства радиационного тушения люминесценции и нашли характерные признаки, по которым можно сортировать кристаллы на фотохимически активные и неактивные. Полученные данные говорят о возможности использовать кристаллы PbJ_2 как вещество, способное запоминать световые сигналы.

Интересные сведения о люминесценции платиносинеродистых соединений были сообщены в докладе А. М. Ткачук (ГОИ), исследовавшей кристаллы и растворы платиносинеродистых солей лития, калия, магния и бария. Автором обнаружены явления термолюминесценции, фотопроводимости и зависимость τ от интенсивности возбуждающего света при больших плотностях возбуждения. Показано, что характеристики свечения замороженных растворов определяются структурой микрокристалликов, выпадающих из раствора при замораживании.

В работе М. У. Белого и И. Я. Кушниренко (КГУ) исследованы спектральные характеристики водных растворов галоидных солей мышьяка, галлия и селена при комнатной и низких температурах. В спектрах поглощения и люминесценции растворов некоторых солей обнаружена сложная структура. М. У. Белый и Б. А. Охрименко (КГУ) сообщили о результатах исследований структурных особенностей спектров характеристик люминесцирующих растворов электролитов. Объектами исследования служили ионы Pb^{2+} и Bi^{3+} .

В продолжение своих прежних работ по люминесценции ураниловых соединений А. Н. Севченко, Л. В. Володько и Д. С. Умрейко (БГУ) доложили о результатах изучения температурной зависимости спектров поглощения и флуоресценции ураниловых соединений в широком температурном интервале. Эти исследования дали возможность решить ряд вопросов, касающихся как природы спектров, так и механизма процесса флуоресценции. На большом количестве экспериментальных данных авторы подтверждают высказанные ими ранее соображения относительно сложной природы электронных спектров поглощения соединений уранила.

Непосредственно примыкает к этой серии работ большой доклад на пленарном заседании А. Н. Севченко, В. В. Кузнецовой и В. С. Хоменко (ИФ АН БССР) «Люминесценция растворов и кристаллов органических комплексов редких земель». Авторы обобщили и дополнили результаты своих предыдущих исследований закономерностей внутримолекулярного переноса энергии. Обнаруженные авторами изменения характера спектра люминесценции органических комплексов редких земель при переходе от одного соединения к другому и от раствора к кристаллу связываются с изменением относительного расположения ответственных за испускание света нижних возбужденных уровней редкоземельного иона и органического адденда. Некоторые вопросы внутримолекулярной миграции энергии возбуждения рассматривались в докладе Г. Н. Лялина и Г. П. Кобышева (НИФИ ЛГУ, Ленинград). Ими всесторонне изучены оптические свойства впервые синтезированного комплекса фталопцианина с катионом уранила.

10. Люминесценция хлорофилла, белков и других биологически важных соединений. Физические методы исследования все шире используются при решении биологических и биохимических задач. Вопросы люминесценции биологически важных соединений было отведено два заседания.

В основном все доклады, связанные с люминесценцией биологических соединений можно разделить на два типа: работы, связанные с изучением фотосинтезирующих пигментов (хлорофилл и аналоги), и работы, посвященные изучению белковых систем.

Большой доклад полуболезного характера был сделан Л. А. Тумерманом (ИРФХБ АН СССР) о первичных процессах конверсии световой энергии в фотосинтезе и их связи с люминесценцией хлорофилла. Автор много времени уделил экспериментальным фактам, которые могут быть интерпретированы с точки зрения теории «электронного потока». По мнению докладчика, в первичной стадии процесса фотосинтеза громадную роль играет полупроводниковый механизм, связанный с квазикристаллическим строением фотосинтетического аппарата растений. Доклад вызвал оживленную дискуссию (Т. Н. Годнев, В. Б. Евстигнеев, Г. П. Гуринович, В. Л. Броуде и др.).

Спектрально-люминесцентным исследованиям продуктов фотохимических реакций хлорофилла и его аналогов — порфиринов в модельных условиях были посвящены доклады Ю. Е. Ерохина и А. А. Красновского (Институт биохимии им. Баха АН СССР, Москва) и Г. П. Гуриновича, М. В. Патеевой и А. М. Шульги (ИФ АН БССР). В первой работе тщательно исследованы спектры люминесценции фотовосстановленных форм ряда биологически важных соединений в различных растворителях и при разных рН (при комнатной температуре и температуре жидкого азота). Во втором докладе сделана попытка сопоставить склонность молекул к фотохимическим превращениям с их структурой. На основании полученных данных авторы сделали некоторые заключения о конкретном механизме фотохимической реакции восстановления порфиринов.

На основании изучения спектров и интенсивности люминесценции бактериохлорофилла и бактериовиридина и их зависимости от температуры А. А. Краснов-

ским и Ю. Е. Ерохиным (ИБ им. Баха АН СССР, Москва) сделана попытка связать особенности спектров бактерий с агрегированным состоянием пигментов в живой клетке. В дискуссии было отмечено, что такое объяснение правомочно, хотя и не следует однозначно из приведенных результатов (Н. Д. Жевандров, В. Б. Евстигнеев, Т. Н. Годнев и др.).

Тщательное сопоставление спектрально-люминесцентных свойств хлорофиллов «а» и «б» и соответствующих хлорофиллинов и феофоринов, растворимых в воде, сделано В. Б. Евстигнеевым (ИБ им. Баха АН СССР). Спектральные свойства этих соединений близки, что позволяет использовать водно-растворимые аналоги хлорофилла в качестве модельных систем для изучения фотохимических реакций в водной среде.

Изучению зависимости спектров поглощения и интенсивности люминесценции хлорофилла в спирто-водных растворах был посвящен доклад Ф. Я. Сидько и Н. С. Ерохина (ИФ СО АН СССР, Красноярск) «К вопросу о люминесценции растворов хлорофилла». Авторами отмечена взаимная связь между спектрами поглощения и степенью агрегации молекул пигмента. По докладу был высказан ряд критических замечаний (Л. А. Тумерман, А. В. Карякин).

Много внимания на совещании было уделено вопросам люминесценции белка. Содержательный доклад о первичных фотохимических реакциях в белках сделали Ю. А. Владимиров и Д. И. Рощупкин (МГУ). Авторами установлено, что облучение ароматических аминокислот и их глициновых дипептидов и белков ультрафиолетовым светом приводит к быстрому ослаблению люминесценции, зависящему от температуры, среды и рН раствора. Были высказаны некоторые соображения о механизме этих фотохимических превращений и сделана попытка построить схему электронных переходов в молекулах ароматических аминокислот и белков. Люминесценции белка сои — глицины посвятили свой доклад А. В. Карякин и Л. А. Чмутин (ГЕОХИ АН СССР, Москва). Авторам удалось обнаружить люминесценцию этого соединения в видимой области при определенной кислотности среды. Высказаны предположения о природе этой люминесценции (авторы приписывают ее излучению карбоксильных групп белка).

Г. М. Баренбойм и А. Н. Доманский (ИЦ АН СССР, Ленинград) изучали реакцию кислорода с возбужденными ароматическими аминокислотами и родственными соединениями (доклад «Тушение кислородом и окисью азота фото- и радиолуминесценции ароматических аминокислот, белков и нуклеиновых кислот»). Показано, что скорость тушения люминесценции зависит от природы биомолекулы, растворителя и тушителя, линейно возрастая с концентрацией последнего. Высказано предположение, что тушение связано с облегчением парамагнитными газами (O_2 , NO и др.) синглет-триплетных переходов и образованием лабильного перекисного комплекса.

Изучение концентрационного тушения и концентрационной деполяризации триптофана в водно-глицериновых растворах и различие скорости этих процессов в растворах разной вязкости навели С. В. Копева, М. А. Катбиноква и Т. И. Лыскову (Лаб. биофиз. и изотоп. АН БССР, Минск) на мысль о значительной роли обмена энергией возбуждения при кинетических соударениях в концентрационных эффектах.

Заслушанные на биологических секциях доклады, а также обсуждение результатов исследований показали перспективность применения спектрально-люминесцентных методов исследования к решению биологических проблем.

11. Молекулярная люминесценция и химические процессы. На XI Совещании было заслушано несколько докладов по хемилуминесценции, представленных от Института химической физики АН СССР (Москва). В докладе Р. Ф. Васильева и А. А. Вичутинского «Исследование хемилуминесценции в реакциях жидкофазного окисления» дано объяснение усиления хемилуминесценции кислородом для случая радикальных реакций, суть которого сводится к тому, что при введении O_2 свободные радикалы химической системы превращаются в перекисные. При рекомбинации образуются хорошо люминесцирующие кислородсодержащие продукты. В другом докладе Р. Ф. Васильева и А. А. Вичутинского «Роль процессов передачи энергии в хемилуминесценции» показано, что хемилуминесценция, сопровождающая окисление углеводородов, усиливается при введении в систему малых концентраций активаторов (хлорофилл, антрацен и др.), что объясняется, по-видимому, передачей энергии к активатору. Доклад Л. М. Постникова, В. Ф. Шувалова и В. Я. Шляпникова «Природа хемилуминесценции в реакции низкотемпературного окисления ацетальдегида» продемонстрировал возможность измерять скорость реакции и ее зависимость от различных параметров по кинетике хемилуминесценции. Исследованию сверхслабой хемилуминесценции в видимой области с помощью фотоумножителя, работающего в режиме счетчика фотонов, был посвящен доклад «Изучение сверхслабых свечений (хемилуминесценции) при ферментативных процессах» Ю. А. Владимирова, Ф. Ф. Литвина и Тань Мань-цзи (МГУ).

Значительное число докладов было посвящено проблеме связи люминесценции со структурой молекул. Среди них следует отметить доклады, представленные Институтом монокристаллов (Харьков) и Физико-химическим институтом им. Карпова (Москва), а также доклад Я. А. Терского, Б. М. Болотинской, В. Г. Брудзя и Д. А. Драпкиной (ИРЕА, Москва) «Влияние заместителей на люминесцентные свойства азометинов». Представляет интерес изучение внутримолекулярного фотопереноса протона в мостике с водородной связью в азометиновых соединениях, о котором было сообщено в докладе Ю. И. Козлова, Р. Н. Нурмухаметова, Д. Н. Шигорина и В. А. Пучкова (НИФХИ им. Карпова).

Данные о связи оптических свойств тетрабензопорфина и его комплексов с магнием, цинком и кадмием с их структурой были приведены в докладе К. Н. Соловьева, С. Ф. Шкирман и Т. Ф. Качуры (ИФАН БССР) «Спектрально-люминесцентные свойства бензопорфиринов». В частности, авторами показано, что включение бензольных колец в сопряженную систему порфиринового кольца практически не влияет на величину синглет-триплетного интервала, составляющего около 3000 см^{-1} .

К вопросам о связи люминесценции со структурой молекул примыкает интересный доклад А. С. Черкасова и К. Г. Волдайкиной (ГОИ) «Люминесценция винилантрацена и изменение конфигурации молекул в возбужденном состоянии», в котором показана связь между спектрами и существованием изомерии 2-винилантрацена (обусловленной частичной двусвязностью простой связи, соединяющей винильную группу с антраценовым кольцом), а также доказано изменение равновесного содержания изомеров при переходе в возбужденное состояние.

II. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

1. Люминесцентный анализ в химии. Люминесцентные методы благодаря своей чрезвычайно высокой чувствительности в настоящее время прочно вошли в арсенал аналитической химии. В современной технике все большую роль приобретают сверхчистые вещества, и в связи с этим возникают задачи определения ничтожных количеств примесей. Работа ведется как в направлении поисков новых люминесцентных реактивов, так и в направлении совершенствования уже известных методов.

На совещании был заслушан доклад Е. А. Божевольнова и Г. В. Серебряковой (ИРЕА, Москва), посвященный путям поисков люминесцентных реактивов (на катионы). Авторы показали, что некоторые принципы поиска колориметрических реактивов, установленные достаточно надежно, применимы и для люминесцентных реактивов. В частности, полезными оказываются представления о функционально-аналитических группировках, т. е. характерных комбинациях атомов в молекуле органического реактива, обуславливающих его взаимодействие с данным ионом, и гипотеза аналогий, согласно которой действие органических реактивов типа, например, $R-OH$, $R-SH$, $R-NH_2$ аналогично действию воды, сероводорода и аммиака соответственно. Существуют люминесцентные реактивы, приобретающие способность люминесцировать при присоединении катиона (их молекулы обладают нежесткой структурой). В этом случае поиск облегчает построение моделей молекул с целью выявления конформационных изомеров.

Работа Н. А. Горбачевой и М. А. Константиновой-Шлеингер (ФИАН) была посвящена определению урана по ширине люминесцентной зоны на хроматограмме. В работе установлено, что на колонке окиси алюминия ширина зоны нитрата уранила пропорциональна его концентрации. Исследовано влияние посторонних катионов и анионов, и разработана методика определения урана в горных породах.

В работе А. И. Ивановой, Д. П. Щербова и Б. Т. Таскарина (КазИМС, Алма-Ата) исследованы оптические свойства хлоридных и бромидных комплексов ряда металлов с родамином 6Ж и родамином С при различных значениях рН. Показана возможность люминесцентного определения ртути с помощью родамина С. В докладе Р. Н. Плотицкой, Д. П. Щербова, Е. А. Шиленко, С. А. Воинова и Э. Д. Корабельниковой (КазИМС, Алма-Ата) показано большое удобство использования для возбуждения люминесценции лампы накаливания при определении микрограммовых количеств металлов. Подобран состав жидкостных скрещенных светофильтров для этой цели из растворов солей меди и хрома. Простота метода делает его доступным в любой заводской лаборатории.

Исследованию свойств нового люминесцентного реактива на магний — биссалицилалэтилендиамина был посвящен доклад Г. В. Серебряковой и Е. А. Божевольнова (ИРЕА, Москва). Метод обладает высокой избирательностью и исключительной чувствительностью — $0,0001\text{ мкг}$ магния в 5 мл диметилформамида. Оказывается возможным определить люминесцентным методом субмикрограммовые количества меди (С. У. Крейнгольд и Е. А. Божевольнов — ИРЕА, Москва). Предложены два метода люминесцентного определения меди. Первый основан на тушении флуоресценции флуоресценциномплексона тяжелыми металлами. Второй,

более чувствительный метод основан на каталитическом действии меди в реакции щелочного разложения люмогена оранжево-красного.

Люминесцентному анализу некоторых видов сырья и продуктов редкометаллической промышленности был посвящен доклад В. М. Владимировой, Н. К. Давидович и Г. И. Кучмистой (ГИРЕДМЕТ, Москва). Разработаны методы определения селена и теллура в мышьяке. В работе обнаружена и исследована реакция одновалентного таллия с родамином 6Ж (в присутствии треххлористого титана). Реакция обладает высокой чувствительностью и избирательностью. На основании этой реакции были разработаны методики анализа руд, концентратов и минералов.

Л. Ф. Кузнецова сообщила, что внутрикомплексные соединения тетрациклина и тетраамицина с европием обладают люминесценцией со спектром испускания, характерным для европия. Описанная в докладе люминесценция европиевых комплексов, очевидно, обусловлена известным эффектом внутримолекулярной миграции энергии возбуждения.

В уже упоминавшемся докладе А. Н. Севченко, В. В. Кузнецовой и В. С. Хоменко, посвященном вопросу о внутримолекулярной миграции энергии, описаны также методики люминесцентного определения европия, тербия, самария и диспрозия. На основании исследования спектрально-люминесцентных характеристик большого числа редкоземельных комплексов авторы подобрали комплексобразователи для различных целей анализа.

2. Люминесцентный анализ в биологии, медицине, микробиологии и ветеринарии. Наряду с другими физическими методами, люминесценция в настоящее время широко входит в практику биологических исследований. Особенно широко развивается применение люминесцентной микроскопии в цитологии (учении о клетке), микробиологии и иммунологии. Следует отметить все большее внедрение точных объективных методов регистрации в биологии.

На пленарном заседании был заслушан обзорный доклад М. П. Мейселя, Е. М. Брумберга, Т. М. Кондратьевой, И. Я. Барского и А. В. Гуткиной (ИРФХБ АН СССР, Москва и ИЦ АН СССР, Ленинград) «Люминесцентная микроскопия в радиобиологических исследованиях». Люминесцентная микроскопия оказала неоценимую помощь в обнаружении начальных физико-химических и структурных повреждений в клетках, особенно в нуклеопротенных структурах ядра и цитоплазмы. Люминесцентная цитохимия позволила выявить сдвиги в обмене веществ облученных клеток, особенно в фосфорном, жировом и липоидном обмене. Особый интерес представляет ультрафиолетовая люминесцентная микроскопия, позволяющая регистрировать изменения собственной люминесценции клеток в ультрафиолетовой области спектра. Было отмечено также большое практическое значение использования люминесцентной микроскопии в радиобиологии для разработки средств и методов лечения и защиты от лучевых повреждений.

В докладе Р. И. Пинто (ИЦ АН СССР, Ленинград) были приведены данные об изменениях интенсивности вторичной флуоресценции клеток крови при рентгеновском облучении. О люминесцентно-микроскопическом исследовании лимфатических узлов при лучевом поражении было сообщено В. М. Маптейфель (ИРФХБ АН СССР).

А. В. Зеленин, Н. Г. Хрущов, Е. А. Ляпунова, Н. Е. Воронницкая и В. Е. Барский (ИРФХБ АН СССР) рассмотрели в своем докладе современные представления о природе комплексобразования акридинового оранжевого с цитоплазматическими структурами. В докладе показано, что при правильном подборе pH флуорохромирование акриновым оранжевым выявляет только РНК. Обсуждался вопрос о природе красных гранул, возникающих в клетках при флуорохромировании акриновым оранжевым, и сделано предположение о том, что эти гранулы возникают в результате взаимодействия красителя с транспортными фракциями РНК. В. Г. Кондратенко и М. Н. Малатян (ИРФХБ АН СССР) доложили о люминесцентно-микроскопическом выявлении митохондрий в живых клетках методом прижизненного флуорохромирования. В работе обнаружена собственная ультрафиолетовая люминесценция клеток костного мозга.

Ультрафиолетовой флуоресценции митохондрий сперматид некоторых саранчовых был посвящен доклад Е. М. Брумберга, И. Я. Барского, И. А. Черногорядской и М. С. Шудель (ИЦ АН СССР). Делается предположение, что ультрафиолетовая флуоресценция цитоплазмы клеток связана с коферментами митохондрий, возможно с фосфопримидинуклеотидами. В работе Е. М. Брумберга, И. Я. Барского, Е. М. Пильщик и М. В. Николаевой (ИЦ АН СССР) исследована ультрафиолетовая флуоресценция цитоплазмы печеночных клеток белых крыс на разных стадиях эмбриогенеза.

В. Е. Барский, А. В. Зеленин и Е. А. Ляпунова (ИРФХБ АН СССР) доложили, что ядра нормально функционирующих животных клеток обладают слабой ультрафиолетовой флуоресценцией в области 310—370 микрон (флуоресценция клеток обусловлена, в основном, свечением протоплазмы), однако интенсивность их флуоресценции может быть повышена путем удаления нуклеиновых кислот при

гидролизе кислотами, причем ядра опухолевых клеток флуоресцируют интенсивнее, чем ядра здоровых клеток. Авторы пришли к выводу, что ультрафиолетовая флуоресценция ядер, возникающая после удаления нуклеиновых кислот, обусловлена наличием циклических аминокислот, в основном триптофана, в ядерных белках.

В работе А. А. Зотикова (ИРФХБ АН СССР) была сделана попытка оценить количественно интенсивность люминесценции ядер простейших *Tetrahymena*, нормальных и облученных γ -лучами Co^{60} . Для этой цели был собран микроскоп-флуориметр на базе микроскопа МУФ-3м с фотоумножителем ФЭУ-29 и модуляционным фотометром. В качестве флуорохрома использовался акридиновый оранжевый. Выявлена зависимость между интенсивностью люминесценции ядер одноклеточных организмов и дозой облучения.

Интересное сообщение о биолюминесценции микроорганизмов планктона Тихого океана было сделано И. И. Гительзоном, Р. И. Чумаковой, О. Г. Баклановым, А. С. Артемкиным и В. Ф. Шатохиным (ИФ СО АН СССР, Красноярск). Авторы показали на основании большого числа батифотометрических измерений, производившихся с борта исследовательского судна АН СССР «Витязь», что биолюминесценция моря наблюдается во всем охваченном маршрутом районе. Биолюминесценция микроорганизмов планктона исследовалась также в лабораториях, причем показано, что не существует связи между биолюминесценцией и делением бактерий, а связь биолюминесценции с дыханием осуществляется лишь на ранних ступенях окислительной цепи. Оценка показала, что в биолюминесценции участвует всего 0,1% энергии, выделяемой клеткой в процессе метаболизма. Максимум спектра биолюминесценции лежит около 480 мкм.

В люминесцентной иммунохимии широко применяется метод люминесцентно-меченых антител*). Он состоит в флуорохромировании сыворотки, содержащей специфические антитела, и обработке этой сывороткой микроскопического препарата. Если в препарате есть искомые антигены, они легко выявляются благодаря люминесценции комплекса антигена с флуорохромированным антителом. Новый быстрый, простой и эффективный метод получения люминесцирующих конъюгатов из противочумных и холерных сывороток был предложен в докладе П. К. Табакова, Е. В. Чибриковой, И. И. Шуркиной и Е. И. Вельнер (НИИ микробиологии, Саратов). Подбором концентрации добавляемого к сыворотке спирта авторы смогли сократить время изготовления люминесцирующих конъюгатов с 3—4 недель до 3—4 дней. Метод осуществим в любой лаборатории. Авторы доклада «К вопросу о повышении чувствительности непрямого способа люминесцирующих антител» Н. А. Кузьмин, П. А. Емельяненко и Ю. Н. Степанич считают причиной частых неудач непрямого метода люминесцирующих антител применение антивидовых сывороток с иммунными глобулинами других видов животных. Более яркое свечение микробов наблюдается при применении иммунных глобулинов вместе с той антивидовой сывороткой, для получения которой они служили антигеном (парные сыворотки). В работе П. И. Пritулина метод люминесцирующих антител был применен для изучения изменений, претерпеваемых тифозными бактериями в организме животного на разных стадиях инфекционного процесса. Метод люминесцентно-меченых антител позволил исследовать патогенез (П. И. Пritулин) и иммуногенез (П. И. Пritулин и В. А. Комаров) паратифа животных. Прослежено распределение бактерий в различных частях организма на разных стадиях заболевания. В ходе инфекционного процесса антитела сначала взаимодействуют только с исходными микробами, а затем — также и с родственными микроорганизмами. По мнению авторов, эта полиспецифичность антител объясняется изменением антигенной структуры бактерий — возбудителей заболеваний. О разработке метода люминесцирующих антител для диагностики рожи свиней и листереллеза сельскохозяйственных животных сообщила О. А. Полякова (ВИЭсвет., ВАСХНИЛ, Москва). В. М. Карташева (ВНИИ ветсан., ВАСХНИЛ, Москва) сообщила об определении патогенных бактерий туберкулеза, тифа и бруцеллеза в молоке с помощью люминесцентно-меченых антител и другими люминесцентными методами.

Ряд докладов на совещании был посвящен люминесценции в медицине. (Я. Л. Раппопорт, Г. Д. Князева и М. А. Милаева (Инст. груд. хирург. АМН СССР, Москва) применили люминесцентные методы для исследований нарушений гемато-энцефалического барьера при искусственном кровообращении, обратимости изменения различных органов при глубоком охлаждении организма для оценки степени кровоснабжения различных органов. Эти исследования позволили авторам значительно усовершенствовать методы хирургии сердца и магистральных сосудов. В лабораторных условиях на животных разрабатываются методы оперативного лечения инфаркта миокарда, причем зона ишемии выявляется люминесцентным методом.

*) Антитела — это специфические белковые вещества, вырабатываемые организмом при введении так называемых антигенов, например токсинов бактерий. Антитело образует комплекс с антигеном и лишает его биологической активности.

В докладе В. И. Ермолова (Инст. акуш. и педиатр., Ростов-на-Дону) было показано, что люминесцентная микроскопия имеет значительное преимущество перед обычной бактериоскопией при анализе спинномозговой жидкости в целях диагностики туберкулезного менингита. Отмечается важность этого в связи с тем, что применение мощных лекарственных препаратов понижает жизнеспособность и содержание бактерий и затрудняет диагностику. В работах В. Х. Анестиади и Е. Г. Зота (Мединститут, Кишинев) показано, что при патолого-анатомических исследованиях люминесцентные методы значительно облегчают диагностику атеросклероза, особенно на его ранних стадиях. Применению люминесценции в гинекологии для диагностики раковых заболеваний был посвящен доклад И. А. Макаренко (Мединститут, Минск). Автор отметил практическую ценность люминесцентного метода, в особенности для массовых профилактических осмотров.

Спектрально-люминесцентному исследованию растворов антибиотика гризеофульвина был посвящен доклад А. В. Марковича, А. А. Невинского и Н. М. Иванова (НИИ антибиотиков, Ленинград). Авторы применили люминесценцию для определения концентрации гризеофульвина в сыроворотке крови людей после приема его внутрь. Э. Баумянис, И. Витолс, З. Орвид, Я. Попенс, Э. Силиньш и Я. Эйдус (ИЭМ ЛатССР, Рига) сделали сообщение о спектрофлуорометрическом определении некоторых циклических гормонов в биологических средах. Методика уже используется в лабораторно-клинической практике. В работе Е. А. Галашина и В. В. Филипповского «Флуоресцентный метод определения зон ароматических аминокислот на бумажных хроматограммах» для проявления хроматограмм использовалась как ультрафиолетовая флуоресценция ароматических аминокислот, так и их фосфоресценция в видимой области спектра (применялась фотографическая регистрация свечения с использованием интерференционных светофильтров).

3. Люминесцентный анализ в технике, промышленности и геологии. Люминесцентные методы контроля качества продукции различных отраслей промышленности в настоящее время имеют широкое распространение и успешно разрабатываются во многих лабораториях. Важное значение имеют методы люминесцентной дефектоскопии, получившие широкое распространение в СССР и за рубежом, которые позволяют сравнительно простыми путями обнаруживать дефекты деталей механизмов и машин, лишь с большим трудом обнаруживаемые другими методами. В содержательном докладе А. С. Боровикова (ГНИИ ГВФ) «Опыт и развитие люминесцентной дефектоскопии» подчеркнута настоятельная необходимость дальнейшего совершенствования люминесцентной дефектоскопии в связи с резким повышением роли жаропрочных неферромагнитных материалов в теплоэнергетике, авиатранспорте и др. Основное внимание уделено развитию люминесцентного и красочного вариантов цветного метода дефектоскопии с использованием пленкообразующих «проявителей». Даны конкретные рецепты и рекомендации.

Широкое применение для маркировки различных транспортных объектов (самолетов, аэродромных сооружений, маяков, буев, причалов, дорожных путевых знаков и указателей и т. д.), позволяющей повысить дальность их видимости в 3—4 раза и тем самым улучшить безопасность движения, получили дневные флуоресцентные краски. Содержательный обзорный доклад о химической природе этих красок и их применениях сделали В. К. Матвеев, Л. С. Карманова и Е. Д. Анорова (ИОХ АН СССР и ГНИИ ГВФ). В. К. Матвеевым было сообщено также о разработанном методе получения в чистом виде люмогена светло-зеленого, получившего широкое распространение в люминесцентном химическом анализе.

Использованию люминесцентных методов контроля в процессе резинового производства были посвящены два доклада В. Н. Проворова и В. Д. Зайцевой (НИИР, Москва). В одном из них люминесцентные методы контроля использовались для обнаружения неравномерности распределения пигментов в светлых резиновых смесях на основе натурального каучука. Во второй работе люминесцентными методами изучалась равномерность распределения фиксатора на форме, что является одним из основных факторов повышения качества изделий из латекса, получаемых методом ионного отложения.

Как известно, окраска тканей в текстильной промышленности определяется не только спектральными свойствами используемых при окраске красителей, но и чувствительностью спектров к различного рода межмолекулярным взаимодействиям. Этому вопросу был посвящен доклад Р. Н. Нурмухаметова и Л. В. Бопдаревой (НИФХИ им. Карпова, Москва) «Спектры люминесценции полициклических дикетонатов в волокнах лавсана и растворах».

Массовый характер исследований и определений при геологических изысканиях, требующих быстроты выполнения и надежности, делает люминесцентный анализ незаменимым в решении многих геологоразведочных задач. Это в первую очередь относится к изучению нефтяных запасов страны. Характерно, что нефть различного происхождения обладает различными спектро-люминесцентными характеристиками. Так, результаты изучения люминесценции примерно 300 проб, отобранных из месторождений

Татарии, Оренбургской, Куйбышевской, Саратовской, Волгоградской, Гурьевской и Астраханской областей и приуроченных к отложениям девонского, юрского и мелового возрастов, полученные Т. А. Ботневой (ВНИГНИ, Москва), наглядно демонстрируют все разнообразие спектрально-люминесцентных свойств нефтей и позволяют, по мнению докладчицы, систематизировать нефть и установить связь интенсивности и цвета свечения нефти с относительным содержанием в ней смолистых веществ, что, в свою очередь, связано с различным генезисом нефтей.

Вопрос о происхождении люминесценции нефтей обсуждался и в других докладах (А. А. Ильина, Р. И. Персонов, Т. А. Алексеева, Е. Б. Проскурякова — ГПИ им. Ленина и ВНИГНИ, Москва). Использование линейчатых спектров флуоресценции и фосфоресценции нафтоено-ароматических фракций природных битумов позволило идентифицировать ряд полос испускания с соответствующими полосами 1,12-бензоперилена в смеси с другими углеводородами подобного типа.

В. Н. Флоровская и Л. П. Овчинникова (МГУ) доложили об исследовании битумов из изверженных осадочных пород Ильменского массива Урала. Спектр люминесценции битума в *n*-гексане обнаруживает полосы индивидуальных углеводородов ароматического ряда. Наглядная картина распределения битумов в образцах имеет место при рассмотрении через микроскоп люминесценции образцов. Докладчики считают, что имеющиеся сведения о люминесценции битумов относятся в основном к свободному битуму.

Изучение состава и спектрально-люминесцентных свойств связанного битума составляет задачу будущих исследований. Первые результаты этих работ относятся к изучению органических веществ, определяющих окраску и люминесценцию минерала гакманита (В. Н. Флоровская, Р. Б. Зезин, Л. П. Овчинникова и Т. А. Теплицкая — МГУ). Свежеотбитый кусок гакманита имеет яркую малиновую окраску, которая исчезает в течение нескольких минут нахождения минерала на солнце и восстанавливается в темноте через несколько дней. Окрашенный образец минерала имеет оранжево-красную люминесценцию, а обесцвеченный — голубую. Авторы считают, что названные светочувствительные особенности гакманита могут быть объяснены наличием в минерале органических красителей, находящихся в связанном состоянии, которые и претерпевают фотохимические превращения. Т. А. Теплицкой (МГУ) был сделан также доклад «Некоторые результаты излучения люминесценции порфиринов в минералах».

В прениях по докладу Т. Э. Баранова сообщила дополнительные сведения по люминесцентно-битуминологическому анализу кристаллических пород. В. И. Тюрин сообщил о результатах изучения корреляции нефтеносных карбонатных пластов по термолюминесценции известняков. Термолюминесценция используется для определения возраста гранитов, корреляции известняков, для выявления рудопроводящих каналов при поисках золотоносных руд и т. д.

4. Приборы и методы люминесцентного анализа. Стало хорошей традицией на совещаниях по люминесценции обсуждать вопросы методики люминесцентных исследований и люминесцентного анализа. Большое внимание уделяется вопросам фотометрии, колориметрии, люминесцентной микроскопии.

В своем сообщении Р. Ф. Васильев (ИХФ АН СССР, Москва) рассказал о светосильной установке, собранной на базе монохроматора с репликой (рабочая площадь 150×140 мм², 600 шт./мм). Электронная часть установки собрана только из стандартных приборов, получивших широкое распространение. Высокая чувствительность ее обеспечивается большой светосилой монохроматора, собранного по схеме Фаста ($F=300$ мм), высокими щелями (70 мм), отбором и охлаждением фотоумножителя.

Развернувшиеся после доклада прения (З. М. Свердлов и др.) показали, что такого рода установки с использованием стандартной усилительной аппаратуры применяются и в ряде других лабораторий.

Для экспрессной и объективной оценки концентрации веществ в растворах, поглощающих в ультрафиолетовой области спектра, в Институте биохимии им. Баха разработаны и созданы два абсорбиметра, о которых сообщил М. С. Шипалов. Измерения производятся по изменению интенсивности люминесценции экрана, возбуждаемой специальной лампой бактерицидного типа. Проведенные на созданных приборах измерения показали вполне удовлетворительные воспроизводимость результатов и чувствительность. Такие вещества, как аденозинтрифосфорная кислота и уридин, надежно определяются в количествах порядка 0,3—0,5 мг/мл.

З. М. Свердлов сообщил о разработанном во ВСЕГЕИ фотоэлектрическом флуориметре-абсорбиметре со специальной приставкой для исследования люминесценции битумов (ФАС-1). Использование прибора для изучения различных битумов и нефти позволило получить ряд объективных характеристик, по которым нужно судить о составе исследованных растворов. ФАС-1 найдет также различные применения в клинических исследованиях. В ближайшее время прибор начнет выпускаться серийно на заводе «Геологоразведка». На совещании прибор ФАС-1 демонстрировался в действии.

Широко используется для люминесцентно-микроскопического изучения минералов в настоящее время бинокулярный микроскоп МБС-1. Вместе с тем хорошие источ-

ники возбуждения, удобные для геологической практики, до настоящего времени промышленностью не выпускаются. На Московском электроламповом заводе специально разработан по заданию ВСЕГЕИ низковольтный (18 в) маломощный источник ультрафиолетового излучения УФОВ-1, предназначенный для использования в люминесцентном осветителе. Испытание разработанного осветителя с использованием лампы УФОВ-1 в комплекте с МБС-1 показало его полную пригодность для исследования и идентификации многих важных минералов (З. М. С в е р д л о в).

Для исследования быстропеременных процессов в последнее время созданы в различных лабораториях специальные приборы — спектровизоры, позволяющие наблюдать и фиксировать с помощью осциллографической трубки спектры короткоживущих продуктов химических реакций. О таком приборе, приспособленном для контроля производства резин, доложили А. П. Ф а й д ы ш, Л. Е. Ч е ч и к, А. Д. Ч у г а н и П. И. Ш к о л я р (з-д «Красный резинщик», Киев).

Вопросам ошибок люминесцентных измерений и методам их устранения в случае «толстых» микрообъектов посвятил свой доклад Г. М. С в и щ е в. Предложена новая схема микроспектрометра с возбуждением исследуемого объекта микропучком света.

Значительный интерес для изучения люминесценции подвижных микрообъектов представляет установка с электроннооптическим преобразователем, предлагаемая М. Я. Корпом и др. для съемки быстро движущихся биологических микрообъектов под микроскопом. Применение электроннооптического преобразователя позволяет проводить киносъемки люминесцирующих микрообъектов в тех случаях, когда мощные осветители не могут быть использованы по тем или иным причинам.

На Совещании активно обсуждался вопрос о состоянии люминесцентного приборостроения в стране. Отмечено, что Совет по люминесценции до настоящего времени мало внимания уделял координации работ по приборостроению, в результате чего имеет место выпуск иногда целых серий неполноценных люминесцентных приборов. По решению совещания Совету поручено созвать совещание, посвященное обсуждению и координации работ по люминесцентному приборостроению.

Г. П. Гуринский, Н. Д. Александров, К. П. Соловьев

