

## К 110-летию со дня рождения Б. И. Степанова

В 2023 году исполняется 110 лет со дня рождения Бориса Ивановича Степанова — основателя “Журнала прикладной спектроскопии” и Института физики Национальной академии наук Беларусь, имя которого он сейчас носит. Представленные в настоящем выпуске работы отражают изменения, которые произошли в оптике и спектроскопии со времени создания первых лазеров и последующего их развития, и подчеркивают значительный вклад Б. И. Степанова в мировую науку.

Научная биография Б. И. Степанова началась с работы, опубликованной в 1936 г. в “Журнале экспериментальной и теоретической физики” [1], которая была связана с применением недавно созданной квантовой теории спектров атомов и молекул к объяснению тонкого расщепления метастабильных уровней азота на основе экспериментальных данных В. М. Чулановского. Эта и последующие две работы относятся к ленинградскому периоду деятельности Бориса Ивановича в Государственном оптическом институте. Важнейшими направлениями его исследований в то время были разработка теории и расчет колебательных спектров многоатомных молекул (совместно с М. В. Волькенштейном и М. А. Ельяшевичем) [2], а также анализ проявлений водородной связи в структуре спектров оптического поглощения [3]. Работы по теории колебательных спектров многоатомных молекул были отмечены Государственной премией СССР 1950 г.

Последующие работы [4—7], относящиеся уже к минскому периоду деятельности Б. И. Степанова, связаны с теорией люминесценции и поглощения света. Отталкиваясь от работ С. И. Вавилова как основополагающих и содержащих большое количество постановочных и проблемных вопросов, Б. И. Степанов делает ряд принципиальных выводов о свойствах люминесценции и поглощения света на основе широкого использования вероятностного (балансного) метода расчета распределения населенности энергетических уровней люминесцирующих объектов и учета процессов термализации. Так, в работе [4] (совместно с В. В. Антоновым-Романовским, М. В. Фоком и А. П. Хапалюком) впервые показано, что энергетический выход люминесценции может быть больше единицы, и установлено, что при определенных условиях на фоне широкополосного равновесного теплового излучения могут наблюдаться спектральные “провалы”, другими словами, возможна отрицательная люминесценция — явление, предсказанное в работе [5]. Обобщая результаты, Б. И. Степанов наряду с отрицательной люминесценцией вводит понятие отрицательного фотоэффекта и развивает основы спектроскопии отрицательных световых потоков. Используя метод балансного равновесия и предполагая, что в сложных молекулах процесс восстановления термодинамического равновесия в системе колебательных состояний происходит за очень короткие промежутки времени ( $10^{-10}$ — $10^{-12}$  с), Б. И. Степанов получает универсальное соотношение между спектрами поглощения и люминесценции сложных молекул [6], названное впоследствии “соотношением Степанова”<sup>1</sup>.

Обращаясь к еще одному кругу вопросов, инициированных работами С. И. Вавилова, — классификации вторичного свечения, т. е. установлению принципиального различия между люминесценцией и рассеянием, — Б. И. Степанов совместно с П. А. Апанасевичем обосновывают [7] принцип такой классификации как наличие (люминесценция) или отсутствие (рассеяние) промежуточных процессов между актами “исчезновения первичных фотонов” и “возникновения вторичных”.

Работы [8—13] связаны с эпохой возникновения и развития лазерной физики, нелинейной и когерентной оптики. В 1960 году, в год появления работы Т. Маймана по результатам первого наблюдения лазерного эффекта, Б. И. Степанов совместно с В. П. Грибковским публикуют статью [8], в которой представляют расчет нелинейной зависимости параметров поглощения и люминесценции от интенсивности падающего излучения — нелинейно-оптических эффектов, играющих важную роль в работе лазеров. Работа 1961 г. [9] содержит расчет одного из основных элементов лазера — открытого плоскопараллельного резонатора. Наряду с [10] она стала основой для разработки инженерных методов расчета лазерных систем, получивших широкое применение и отмеченных Государственной премией БССР. В работе [11] Б. И. Степанов совместно с П. А. Апанасевичем публикуют развитый ими вариант теории вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР), обнаруженного в США в 1962 г. Данная статья заложила основы большой серии теоретических и экспериментальных исследований ВКР, которые интенсивно проводятся

<sup>1</sup> В англоязычной литературе это соотношение называют соотношением Кеннарда–Степанова (Kennard–Stepanov relation), отмечая работу американского ученого Е. Кеннарда (1918 г.), обратившего внимание на проблему термодинамики флуоресценции. Аналогичное соотношение рассматривалось в работах Кубо (R. Kubo) 1957 г., Мартина и Швингера (P. C. Martin, J. Schwinger) 1959 г., а также ван Русброка и Шокли (W. van Roosbroeck, Shockley) 1954 г., поэтому применительно к полупроводникам универсальное соотношение называют соотношением Кубо–Мартина–Швингера или Русброка–Шокли.

в Институте физики НАН Беларуси в настоящее время. Работа [12] содержит результаты первого наблюдения оптической генерации в растворах сложных молекул (красителей). Выполненное совместно с А. Н. Рубиновым и В. А. Мостовниковым, данное исследование заложило основы разработки нового типа лазеров — перестраиваемых лазеров на красителях. Работы авторского коллектива были отмечены Государственной премией СССР 1972 г. В статье [13] Б. И. Степанов, Е. В. Ивакин и А. С. Рубанов впервые описали новый когерентно-оптический эффект — динамическое обращение волнового фронта, которое стало основой для нового направления динамической голограмии. За эти работы Б. И. Степанову в составе коллектива была присуждена Государственная премия СССР 1982 г.

Наряду с активной научной деятельностью большое внимание Б. И. Степанов уделял популяризации научных достижений и истории науки. Примером служит опубликованная статья “Оптика” Ньютона” [14]. Точность в выборе материала, доказательное изложение исторических фактов и предположений и, несомненно, эмоциональность, с которой Борис Иванович писал о науке и ученых, их влиянии на историю и современность, заставляют читателя вспомнить значительный вклад, который внес Б. И. Степанов в развитие оптической науки.

Редакция благодарит авторов представленных работ за активное участие в подготовке данного выпуска журнала.

*Главный редактор “Журнала прикладной спектроскопии”,  
академик С. Я. Килин*

- [1] Б. Степанов. Тонкое строение метастабильных уровней азота, ЖЭТФ, **6**, № 2 (1936) 99—100
- [2] М. Волькенштейн, М. Ельяшевич, Б. Степанов. Теория колебательных спектров многоатомных молекул, ЖЭТФ, **15**, № 2 (1945) 35—41
- [3] Б. И. Степанов. Закономерности в спектрах молекул, образующих водородную связь, Изв. АН СССР. Сер. физ., **IX**, № 3 (1945) 201—202
- [4] В. Антонов-Романовский, Б. И. Степанов, М. В. Фок, А. П. Хапалюк. Выход люминесценции системы с тремя уровнями энергии, Докл. АН СССР, **105**, № 1 (1955) 50—53
- [5] Б. И. Степанов. Отрицательная люминесценция и отрицательный фотоеффект, Опт. и спектр., **1**, № 2 (1956) 125—130
- [6] Б. И. Степанов. Универсальное соотношение между спектрами поглощения и люминесценции сложных молекул, Докл. АН СССР, **112**, № 5 (1957) 839—841
- [7] Б. И. Степанов, П. А. Апанасевич. Классификация вторичного свечения, Опт. и спектр., **VII**, № 4 (1959) 437—445
- [8] Б. И. Степанов, В. П. Грибковский. Нелинейные оптические явления в системе частиц с тремя уровнями энергии, Изв. АН СССР, **XXIV**, № 5 (1960) 534—538
- [9] Б. И. Степанов. Накопление и расход радиации внутри плоскопараллельного слоя, Докл. АН БССР, **V**, № 12 (1961) 541—544
- [10] Б. И. Сцяпанаў. Аптычныя ўласцівасці квантавых генератарав і ўзмацняльнікаў, Весці Акадэміі навук Беларускай ССР. Сер. фіз.-тэхн. навук, № 2 (1962) 17—25
- [11] Б. И. Степанов, П. А. Апанасевич. Вынужденное комбинационное рассеяние внутри резонатора первичного ОКГ, Журн. прикл. спектр., **11**, № 1 (1965) 37—44
- [12] Б. И. Степанов, А. Н. Рубинов, В. А. Мостовников. Оптическая генерация в растворах сложных молекул, Письма в ЖЭТФ, **5**, № 5 (1967) 144—148
- [13] Б. И. Степанов, Е. В. Ивакин, А. С. Рубанов. О регистрации плоских и объемных динамических голограмм в просветляющихся веществах, Докл. АН СССР, **196**, № 3 (1971) 567—569
- [14] Б. И. Степанов. “Оптика” Ньютона, Журн. прикл. спектр., **XXVI**, № 3 (1977) 387—396



Редколлегия “Журнала прикладной спектроскопии” в день 20-летия журнала.  
Б. И. Степанов (третий справа в первом ряду) — организатор и первый главный редактор.  
Ноябрь 1984 г.