

## А. В. Тайченачев

### КАФЕДРА КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Заведующий кафедрой: акад. РАН, проф. С. Н. Багаев  
Направление подготовки: 510412 – Физика оптических явлений  
Базовый институт: Институт лазерной физики СО РАН  
Сервер кафедры: <http://www.laser.nsc.ru>

#### Кадровый состав

Тайченачев Алексей Владимирович, зам. зав. кафедрой, д-р физ.-мат. наук, доц.

Бакланов Евгений Васильевич, д-р физ.-мат. наук, проф.

Твердохлеб Петр Емельянович, д-р физ.-мат. наук, проф.

Тумайкин Анатолий Михайлович, д-р физ.-мат. наук, проф.

Жмудь Вадим Аркадьевич, д-р техн. наук, проф.

Скворцов Михаил Николаевич, д-р физ.-мат. наук, доц.

Пестряков Ефим Викторович, канд. физ.-мат. наук, ассист.

Покасов Павел Викторович, канд. физ.-мат. наук, ассист.

#### Краткая характеристика кафедры, ее история и сегодняшний день

Кафедра квантовой электроники создана в 1999 г. акад. С. Н. Багаевым, который и в настоящее время является ее руководителем. Большую роль в становлении кафедры сыграл д-р физ.-мат. наук, проф. Е. А. Титов (зам. заведующего в 1999–2002 гг.).

Получение узких и стабильных по частоте резонансных линий в спектрах поглощения или излучения вещества в различных диапазонах электромагнитного излучения – важная проблема физики. Каждое открытие в этом направлении значительно увеличивает точность физического эксперимента и приводит к многочисленным применениям в самых различных областях науки и техники. Здесь можно привести два классических примера.

В 40–50-е гг. была разработана техника получения узких резонансов в радиодиапазоне, которые легли в основу квантовых стандартов частоты и принятой сейчас во всем мире атомной шкалы времени. Чрезвычайно узкие резонансы в гамма-диапазоне, которые были открыты Мессбауэром, обеспечивают наивысшую относительную точность физи-

ческого эксперимента порядка  $10^{-15}$ . В промежуточной, оптической области спектра до начала 70-х гг., относительная ширина резонансов из-за уширения их за счет эффекта Доплера была обычно не меньше  $10^{-6}$ . Благодаря фундаментальным исследованиям в области резонансного нелинейного взаимодействия лазерного излучения с газом атомов были получены очень узкие оптические резонансы, в которых доплеровское уширение было полностью устранено.

Наблюдение резонансов с относительной шириной  $10^{-10}$ – $10^{-11}$  позволило на 4–5 порядков увеличить разрешающую способность спектроскопии в оптическом диапазоне; наблюдать и исследовать целый ряд фундаментальных физических явлений, таких как нелинейное уширение и сдвиг спектральных линий, квадратичный эффект Доплера, эффект отдачи и др. Дальнейшее увеличение разрешающей способности спектроскопии (вплоть до  $10^{-17}$ ) связано с лазерным охлаждением и захватом атомов в электромагнитных ловушках. В качестве примера следует привести первичные стандарты частоты нового поколения, в которых используются запрещенные (интеркомбинационные) переходы в оптическом диапазоне частот.

#### Специализация

Учебная программа включает в себя теоретические курсы по основам лазерной физики и квантовой электроники («Теоретические основы квантовой электроники», «Статистическая оптика» и др.), курсы по экспериментальной лазерной физике («Принципиальные физические эксперименты в оптике», «Экспериментальные методы квантовой электроники» и др.) и ряд методических курсов («Электронные системы управления лазерным излучением», «Лазерные системы и методы измерения малых скоростей и перемещений» и др.).

Программа подготовки студентов третьего курса включает следующие учебные дис-

циплины: теоретические основы квантовой электроники, прикладная оптика, статистическая оптика (ч. 1).

Программа подготовки студентов четвертого курса включает: статистическую оптику (ч. 2), принципиальные физические эксперименты в оптике, экспериментальные методы квантовой электроники, электронные системы управления лазерным излучением.

Следующий уровень обучения – подготовка магистрантов. Он включает: введение в нелинейную оптику, экспериментальные методы лазерной физики, квантовую оптику, оптоэлектронику, лазерные системы и методы измерения малых скоростей и перемещений, современные проблемы атомной оптики.

На кафедре квантовой электроники работают выдающиеся ученые мирового уровня, являющиеся при этом талантливыми педагогами, что обеспечивает высокую степень подготовки бакалавров, магистров и аспирантов. Студенты кафедры с третьего курса в обязательном порядке проходят практику в лабораториях Института лазерной физики (ИЛФ), а также в других институтах СО РАН (ИАиЭ, ИФП, КТИ НП и др.).

Основной особенностью учебного процесса на кафедре квантовой электроники является тесная увязка читаемых теоретических курсов с реальной экспериментальной работой в лабораториях ИЛФ СО РАН. Уникальные лазерные системы, разработанные и действующие в Институте, обеспечивают студентам кафедры возможности приобретения навыков работы с современными лазерными установками и успешное усвоение ими методов квантовой электроники.

Перспективы развития кафедры связаны в основном с непрекращающимся бурным ростом исследований в области квантовой электроники и лазерной физики, с разнообразными применениями лазерных систем в смежных областях физики, геофизики, биологии, медицины. По всей видимости, в новом тысячелетии главными потребителями выпускников кафедры квантовой электроники будут институты СО РАН, в которых ведутся фундаментальные и прикладные физические исследования с использованием лазеров, в первую очередь ИЛФ СО РАН.

### Научные направления

Научная работа и специализация студентов, магистрантов и аспирантов кафедры тесно связаны с основными научными на-

правлениями ИЛФ СО РАН, который является одним из ведущих физических институтов РАН, где ведутся фундаментальные исследования по широкому кругу проблем лазерной физики и квантовой электроники. Основные разработки ИЛФ СО РАН связаны с лазерной спектроскопией сверхвысокого разрешения и ее фундаментальными применениями, твердотельными и полупроводниковыми лазерными системами и материалами квантовой электроники, генерацией фемтосекундных импульсов, взаимодействием лазерного излучения с веществом и энергетикой мощных лазеров для научных исследований и технологий.

В области лазерной спектроскопии сверхвысокого разрешения и лазерных стандартов частоты:

- развито новое направление спектроскопии – лазерная спектроскопия, свободная от квадратичного эффекта Доплера. Впервые проведены спектроскопические исследования с помощью холодных частиц с эффективной температурой  $10^{-2}$  К; получены самые узкие оптические резонансы с шириной  $\sim 50$  Гц;

- созданы первые в мире оптические часы, с помощью которых измерена частота реперной линии метана ( $\lambda = 3,39$  мкм) с точностью  $10^{-13}$ ;

- создан транспортируемый лазерный стандарт частоты со стабильностью частоты на уровне  $10^{-15}$ . С помощью этого стандарта в экспериментах по прецизионной лазерной спектроскопии атома водорода в Институте квантовой оптики Макса Планка (Германия) измерена постоянная Ридберга с наивысшей точностью;

- проведены совместные эксперименты в рамках международного проекта с участием Оксфордского и Гейдельбергского университетов по измерению частоты перехода атома мюония. Создана абсолютная частотная шкала в области 732 нм.

Институт имеет крупные экспериментальные установки мирового и федерального уровня, в том числе:

- уникальный лазерный спектрометр с разрешением  $5 \times 10^{-13}$ ;

- экспериментальный комплекс по абсолютному измерению частот в ближнем инфракрасном, видимом и ультрафиолетовом диапазонах.

Совместно с ИНХ СО РАН развивается уникальная база по выращиванию и спектроскопическому исследованию новых лазерных кристаллов.