HORIBA JOBIN YVON – 200 ЛЕТ ИННОВАЦИЙ

УДК 681.2
ВАК 02.00.02

Гудилин Д.Ю., к.т.н., ООО "ЛабПро Медиа"

В 2019 году исполнилось 200 лет французской фирме Jobin Yvon, которая по праву считается одним из пионеров оптической промышленности и аналитического приборостроения. С 1997 года она принадлежит корпорации HORIBA Scientific – ведущему мировому разработчику, производителю и поставщику аналитических приборов и оптических компонентов. Именно на базе Jobin Yvon было создано французское подразделение корпорации – HORIBA France. Юбилей прославленной фирмы – прекрасный повод вспомнить об основных вехах ее развития и отдать должное ее вкладу в научно-технический прогресс.

MAISON SOLEIL: СОТРУДНИЧЕСТВО С ВЫДАЮЩИМИСЯ ФИЗИКАМИ

Начало истории Jobin Yvon тесно связано с деятельностью известнейшего французского физика, одного из создателей волновой теории света Огюстена Жана Френеля. Но обо всем по порядку.

Линза Френеля для маяков – первая инновация компании

В течение XVII–XVIII веков сильнейшие европейские страны приобрели огромные заокеанские владения. Сопутствующий развитию торговли рост судоходства требовал совершенствования средств навигации, в частности, оптического оборудования. В 1819 году Френель, назначенный в комиссию по маякам, изобрел линзу, состоящую из элементов с криволинейным профилем, которые образуют кольцевые зоны. Лучи источника света, помещенного в фокусе такой линзы, после преломления в кольцах выходят практически параллельным пучком. Френель поручил изготовление линз для маяков на побережье Атлантики инженеру-оптику Жану-Батисту Солею, который основал компанию по производству оптического оборудования под названием Maison Soleil. Это предприятие и стало "предком" Jobin Yvon и HORIBA France. Стоит отметить, что линзы Френеля до сих пор используются в маяках, а также многих других оптических и технических устройствах, вплоть до шлемов виртуальной реальности.

В течение XIX века компания отметилась сотрудничеством с еще несколькими выдающимися учеными. Так, в 1839 году был изготовлен гониометр, изобретенный физиком и астрономом Жаком Бабинэ для измерения показателя преломления кристаллов и кристаллографической ориентации.

DOI: 10.32757/2619-0923.2020.1.11.50.56

Для Доминика Франсуа Араго в 1841 году был создан поляриметр, представленный во Французской академии наук. Этот прибор использовался для измерения угла вращения плоскости поляризации света при его прохождении через жидкое или твердое вещество. С помощью изготовленного в Maison Soleil поляриметра Араго установил, что Солнце состоит из раскаленного газа.

В сотрудничестве с физиком Жаном Тибо Зильберманом в 1841 году была значительно упрощена конструкция гелиостата – инструмента, проецирующего солнечные лучи в постоянном, несмотря на суточное движение светила, направлении. Принцип действия прибора состоит в компенсации вращения Земли с помощью часового механизма. Версия гелиостата, разработанная Солеем и Зильберманом, широко использовалась более 50 лет – до начала XX века.

Собственным изобретением Солея является сахариметр, выпущенный в 1848 году и также представленный в национальной академии наук. Применение новой оптической схемы и усовершенствованного кварцевого клинового компенсатора позволили повысить точность измерения угла вращения плоскости поляризации и, соответственно, определения концентрации сахара в растворе. Такие приборы нашли применение в производстве продуктов питания и напитков, а позднее – в медицине.

В 1849 году предприятие было разделено между сыном и зятем Жана-Батиста – Анри Солеем и Жюлем Дубоском. Анри Солей отметился в истории разработкой метода получения высокоточных оптических элементов, позволявшей использовать даже деформированные кристаллы, за что получил награду Французской академии наук. В 1872 году он уступил руководство компанией своему племяннику Леону Лорану, при котором вновь стали появляться громкие новации.

В частности, в 1874 году был создан поляриметр, в котором источником монохроматического желтого света служила натриевая лампа, а также применялся двоякопреломляющий кварцевый компенсатор. Прибор широко использовался фармацевтами при проведении количественного и качественного анализа субстанций.

В медицине для анализа мочи диабетиков применялся разработанный компанией усовершенствованный сахариметр. Он был существенно проще в обслуживании, чем предшествующая модель, поскольку не требовал сжигания натрия. Также для медицины предназначался офтальмометр – прибор для измерения радиусов кривизны и астигматизма роговицы путем проецирования на нее двух тестовых изображений. Эта модель была разработана в офтальмологической лаборатории Сорбонны и выпускалась компанией с незначительными доработками в течение примерно 60 лет до 1940-х годов.

СОЗДАНИЕ JOBIN YVON

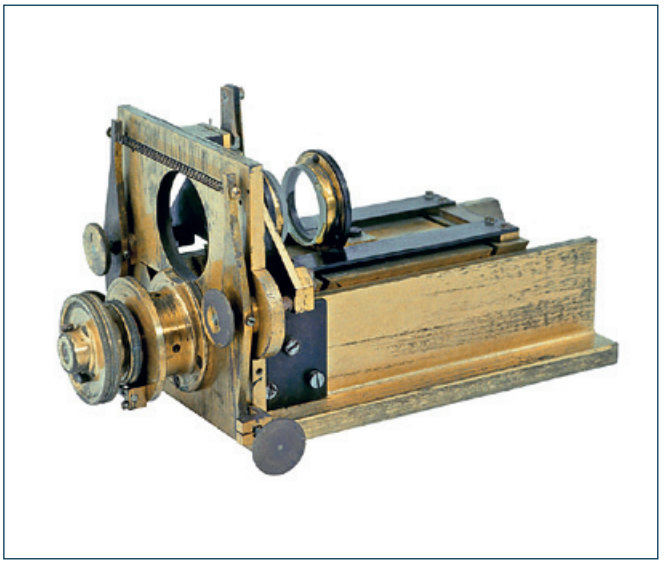
В 1898 году Лоран продал компанию Амеди Жобену – отставному лейтенанту артиллерии, который до службы в армии закончил Политехническую школу в Палезо – округе к югу от Парижа, а затем работал инженером в машиностроительной компании. При Жобене продолжилась традиция сотрудничества с ведущими французскими физиками, в числе которых были открыватели озонового слоя атмосферы Шарль Фабри и Анри Буассон, исследователь эффекта красного смещения Альфред Перо, один из основателей Централь-

Приборы первой половины XIX века: гониометр Бабинэ, гелиостат Зильбермана и сахариметр Солея

Амеди Жобен

ной высшей школы Марселя Жюль де Лепинэ, а также изобретатель усовершенствованного оптического телескопа Анри Кретьен.

В 1900 году на Всемирной выставке в Париже был представлен изготовленный фирмой Жобена интерферометр Фабри–Перо. В этом приборе в качестве светоделителей были впервые использованы две расположенные параллельно на небольшом расстоянии друг от друга частично посеребренные стеклянные пластины – так называемый эталон Фабри–Перо. Такой интерферометр позволил существенно повысить разрешение спектральных измерений. В первой половине XX века интерферометры Фабри-Перо использовались в метрологии, исследовании структуры вещества, а также для контроля положения режущего алмазного инструмента в производстве гравированных дифракционных решеток. Примерно через 60 лет после своего изобретения эталон Фабри–Перо получил новую жизнь в качестве резонатора для оптического квантового генератора – лазера.



Интерферометр Фабри–Перо

Также в 1900 году по инструкциям де Лепинэ был изготовлен анализатор полутени, позволявший оценивать степень поляризации светового пучка, измерять оптическое вращение и двойное лучепреломление. Прибор имел высокую точность, в том числе, при использовании монохроматического излучения.

В 1905 году была изготовлена призменная астролябия, разработанная Огюстом Клодом и Людовиком Дринкуром для использования во флоте при определении географических координат методом Гаусса. Прибор, снабженный системой точной настройки и осветителем, широко использовался геодезистами и путешественниками.

В 1911 году Жобен передал управление предприятием своему зятю Густаву Ивону, а в 1923 году компания была переименована в Jobin Yvon. Ивон занимал пост директора 50 лет – до 1961 года.

ПОЛВЕКА ПОД РУКОВОДСТВОМ ИВОНА

Одной из первых важных разработок компании под руководством Ивона стал выпущенный в 1920 году универсальный фотометр Буассона и Фабри, способный измерять интенсивность источника света без помех от других источников или окружающих рассеивающих тел. Благодаря этому прибор мог измерять интенсивность источников с низкой светимостью или расположенных на очень большом расстоянии, а также позволял оценивать потери света в оптических системах.

В 1931 году был создан промышленный оптический пирометр для дистанционного измерения температуры горячего объекта или пламени на основе оценки его яркости. В частности, он использовался для определения температуры в нефтеперегонных аппаратах.

Спустя шесть лет начал выпускаться разработанный биохимиком Полом Менье электрофотометр, в котором впервые применялись фотоэлементы с запирающим слоем для измерения поглощения и флуоресценции в видимом спектре. Компания продала более 3000 таких приборов, использовавшихся в биологии, например для определения небольших количеств витамина D, в океанографии для измерения

содержания фосфатов, нитратов и кремнезема в морской воде, а также во многих других областях.

В 1955 году компания начала осваивать производство дифракционных решеток для собственных приборов и сторонних заказчиков. Началось все с приобретения разработанной Роландом Гули машины, способной гравировать до 600 канавок на миллиметр. Уже к 1960 году Jobin Yvon стал одним из лидеров в производстве этих оптических компонентов. Забегая вперед, скажем, что в 1968 году важной вехой стало внедрение изобретенного компанией голографического метода изготовления решеток, который позволил повысить плотность до недостижимых ранее 4200 штрихов на миллиметр.

Эпоха руководства Ивона завершилась в год начала производства интерференционного спектрометра, построенного по схеме Фабри–Перо. Два плоских параллельных светоделителя с высокими коэффициентами отражения обеспечивали высокое спектральное разрешение. Прибор использовался для задач, связанных с разделением очень близких длин волн, создания высокоселективных интерференционных фильтров и лазерных резонаторов, а также для контроля длин волн в телекоммуникационных технологиях.

ИЗ 1960-х В 1990-е: НОВАТОР И ЗАКОНОДАТЕЛЬ МОД

1960-е годы закончились для Jobin Yvon приобретением фирмы Société Générale d›Optique, обладавшей уникальными компетенциями в разработке инфракрасных спектроскопов и ряда других приборов.

Спектрометр постоянного отклонения

Густав Ивон

1972 год ознаменовался сразу тремя важными новинками, укрепившими технологическое лидерство Jobin Yvon в области спектроскопического оборудования. В сотрудничестве с Жаком Бадосом из парижской Высшей школы промышленной физики и химии был разработан дихрограф – спектрометр кругового дихроизма, измерявший изменение поляризации света при его взаимодействии с образцом химического вещества. Примечательно, что явление кругового дихроизма было открыто в XIX веке французскими физиками, в числе которых был Френель, в свое время обеспечивший компанию первым серьезным заказом. Дихрографы нашли применение в фармацевтической промышленности для определения структуры пептидов и белков.

Второй новинкой стал спектрофлуориметр, измеряющий флуоресцентные свойства твердых и жидких проб химических соединений. Такие приборы используются для проведения количественного анализа, определения концентрации раствора, а также для проверки чистоты ДНК в молекулярной биологии.

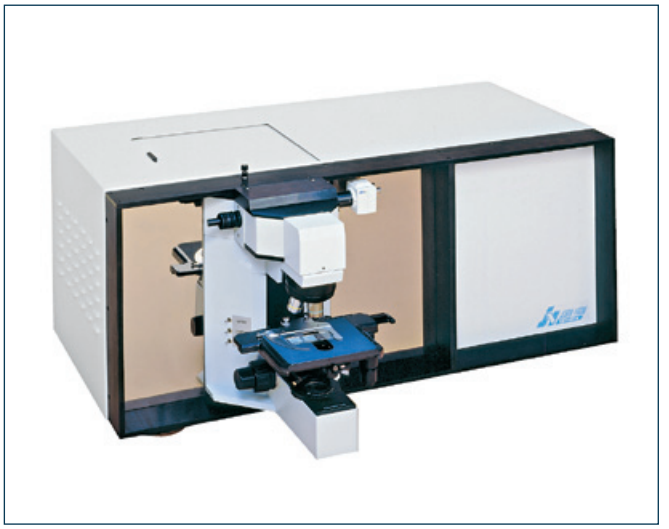
И наконец, был представлен спектрофотометр, измеряющий оптическую плотность растворов в УФ- и видимой областях. Принцип работы прибора основывался на свойствах молекул поглощать оптическое излучение определенных длин волн.

В 1977 году специалисты Jobin Yvon в сотрудничестве с большой группой ученых из Франции и США закончили разработку первого в мире серийного рамановского лазерного микроскопа – MOLE (Molecular optical laser examiner). Прибор произвел революцию в ИК-спек-

Центр исследований и разработок в Париж-Сакле

троскопии, став первым устройством, позволившим проводить молекулярные измерения в микронном масштабе, что особенно востребовано в материаловедении.

Не менее громкой премьерой стало появление в следующем году первого аналитического спектрометра с индуктивно связанной плазмой (ИСП) JY38. Спектрометрия с ИСП – метод химического анализа, основанный на измерении интенсивности излучения атомизированных и возбужденных воздействием плазмы элементов. Компания продала несколько тысяч приборов модели JY38, которые применялись в самых разных областях анализа, например, в мониторинге загрязнения окружающей среды.



Лабораторный рамановский микроспектрофотометр LabRAM

Совместно с Клемсонским университетом в Южной Каролине (США) и компанией Renault в 1984 году был создан оптический эмиссионный спектрометр с тлеющим разрядом. В этом устройстве плазма разрушает поверхностный слой твердого образца и одновременно возбуждает его частицы, что позволяет исследовать химический состав не только на поверхности, но и в глубине образца. Такие приборы нашли применение, например, для оценки качества и изучения свойств покрытий.

Новым словом в рамановской спектрометрии стало появление в 1988 году модели T64000 с запатентованной голографической решеткой PACHTM, которая корректирует оптические аберрации и обеспечивает очень высокое спектральное разрешение. Благодаря этому, а также реализации гибкой модульной конфигурации, T64000 стал своего рода эталоном, на который многие годы ориентировались разработчики рамановских спектрометров.

Конец 1980-х годов ознаменовался также созданием спектрального эллипсометра Uvisel, измеряющего параметры эллипса поляризованного оптического излучения в заданном интервале спектра при его отражении на плоскую поверхность. Прибор применяется в обширной области: от изучения фотоупругости, кристаллооптики и сахариметрии до измерения эффекта

Фарадея в магнетизме или эффектов Керра в электрооптике.

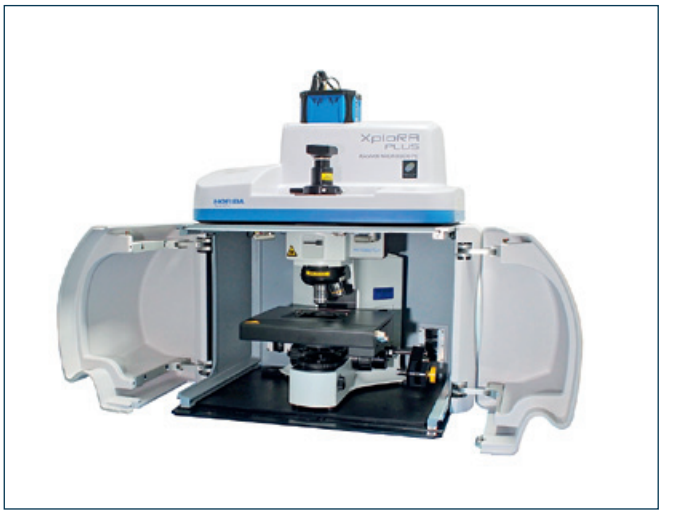
Настоящей революцией в мире спектроскопии на рубеже десятилетий стало появление детекторов на базе линеек ПЗС. В 1990 году инженеры Jobin Yvon создали фотодиодные линейки Quickscan/Quickview, состоявшие из 512 или 1024 чувствительных элементов, охлаждаемых с использованием термоэлектрического эффекта Пельтье. Многоканальные детекторы впервые позволили измерять весь спектр света за несколько миллисекунд. Впоследствии на их основе начали создаваться 2D-матрицы, что открыло путь к спектроскопической визуализации.

Одним из первых приборов, в котором использовался ПЗС-детектор, стал лабораторный рамановский микроспектрофотометр LabRAM, который пришел на смену модели T64000. Важной инновацией стало применение фильтров рэлеевского рассеяния. Прибор был адаптирован к задачам микроанализа и применению в геологии.

В 1997 году была открыта новая страница в истории компании после ее приобретения японской корпорацией HORIBA.

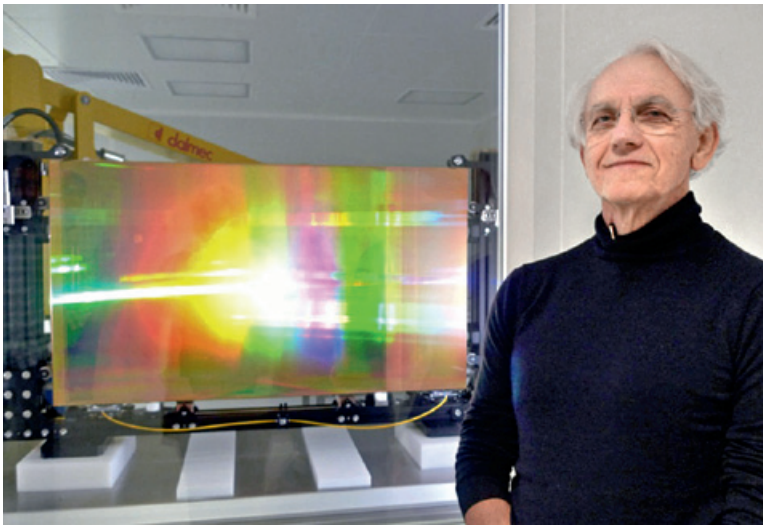
НОВЕЙШАЯ ИСТОРИЯ В СОСТАВЕ HORIBA GROUP

Включение в состав HORIBA обеспечило Jobin Yvon новые ресурсы для развития и доступ к обширной мировой сети дистрибьюции. В 2004 году компания была переименована в HORIBA Jobin Yvon, а в 2017 году – в HORIBA France. Были открыты новые заводы в Шийи-Мазарен (Франция) и Пискатауэй (США), а также центр исследований и разработок в Париж-Сакле – пригороде французской столицы. Расширение компетенций обеспечила покупка компаний IBH, специализировавшейся в области флуоресцентной спектроскопии и создания пикосекундных лазеров с подсчетом одиночных фотонов с корреляцией по времени (TCSPC), Genoptics, Photon Technology International, выпускавшей спектрофлуориметры, а также AIST-NT – разработчика атомных силовых микроскопов. Последним по времени приобретением стала компания MANTA – специалист в области систем для измерения параметров частиц.



Настольный конфокальный рамановский микроскоп XploRA

В числе наиболее интересных новых приборов следует отметить представленный в 2005 году спектрометр/спектрограф iHR, который на новом уровне обеспе-



Лауреат Нобелевской премии Жерар Муру (на фото справа) использовал дифракционные решетки производства HORIBA France в своих исследованиях в области лазерной оптики. Слева – голографическая дифракционная решетка в Музее Нобелевской премии

чил сочетание надежности, эффективности и простоты использования. В этой модели реализована оптическая схема Черни–Тернера и предусмотрено два порта для детекторов.

В 2008 году появился настольный конфокальный рамановский микроскоп XploRA – исключительно простой в использовании и вместе с тем достаточно мощный инструмент химического анализа и визуализации образца. Рамановский микроскоп имеет небольшой вес и может легко перемещаться между помещениями, а также использоваться в полевых условиях, например, в археологии и криминалистике.

В 2014 году был представлен уникальный спектрофлуориметр для измерения времени жизни флуоресценции, разработанный на базе технологий компании IBH. Время жизни флуоресценции – среднее время, в течение которого молекулы флуорофоров находятся в возбужденном состоянии перед испусканием фотонов. Этот параметр специфичен для различных молекул.

И наконец, в 2018 году состоялась премьера спектрального флуориметра Duetta, сочетающего абсорбционный и флуоресцентный методы оптической спектроскопии и предназначенного для рутинных лабораторных задач. Использование двух методов в одном приборе позволило не только сократить затраты, но и повысить точность результатов измерений.

Выдающиеся результаты достигнуты в области производства дифракционных решеток. Эти оптические компоненты производства HORIBA Jobin Yvon использовались в оборудовании более чем 50 космических проектов, включая зонды JUNO, Rosetta и New Horizons, спутники Sentinel-3A и Sentinel-5P, а также телескоп IRIS. В 2000 и 2006 гг. заслуги компании в данной области были отмечены наградами NASA.

В настоящее время HORIBA France – единственная в мире компания, которая способна изготавливать голографические дифракционные решетки длиной до одного метра. В их производстве используются импульсные CPA-лазеры мощностью несколько петаватт, созданные на основе разработок лауреатов Нобелевской премии по физике 2018 года Жерара Муру и Донны Стрикленд.

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

В настоящее время в HORIBA France работают около 400 сотрудников, а ее годовой доход составляет 110 млн евро, 75% которого приходится на продажи за пределами Франции через глобальную дистрибьюторскую сеть.

Джеймс Тепо, генеральный директор компании (до конца 2019 года), связывает перспективы дальнейшего развития с расширением линейки решений для промышленных лабораторий, а также для таких областей, как нанотехнологии, экология, фармацевтика, биотехнологии и медицина. "Мы должны диверсифицировать нашу деятельность, чтобы отвечать новым тенденциям, – считает Тепо. – В сфере нанотехнологий, которые станут объектом значительных инвестиций в связи с необходимостью разработки компьютеров нового поколения и увеличения емкости накопителей информации, решающими должны стать компетенции в области полупроводников. Тем более что электроника все больше будет проникать не только в дома, но даже и в тела людей... Фармацевтическая промышленность и медицина также находятся на пороге больших изменений, в частности, ведется работа над созданием индивидуальных лекарств для каждого человека. Здесь мы должны помочь обеспечить безопасность пациентов, так как права на ошибку в таких вопросах быть не может! И совершенно очевидно, что загрязнение окружающей среды, в частности, из-за пластика, будет требовать все более масштабных исследований и контрольных мероприятий, для которых потребуются технологии и измерительные приборы нового уровня".

Джеймс Тепо

Руководитель HORIBA France не сомневается, что компания будет успешно отвечать вызовам времени. Этому способствуют налаженное сотрудничество с научными и промышленными организациями, а также высочайшая квалификация специалистов компании. ■

1st Russian-Chinese Symposium on Organoelement Chemistry

Moscow, 18-21 May 2020

Институт элементоорганических соединений имени А.Н. Несмеянова РАН

www.ineos.ac.ru

Первый российско-китайский симпозиум ПО ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН совместно с Государственной целевой лабораторией по элементоорганической химии Нанкайского университета (г.Тяньцзинь, Китай) приглашает Вас принять участие в Первом российско-китайском симпозиуме по элементоорганической химии. Симпозиум направлен на развитие устойчивого долгосрочного российско-китайского сотрудничества, расширение научного взаимодействия и обмена информацией о результатах исследований в различных областях элементоорганической химии; развитие внутрироссийской и международной коммуникации между научным, образовательным, и бизнес-сообществами, обсуждение возможности выполнения совместных проектов и создания совместной российско-китайской лаборатории по проблемам элементоорганической химии.

ТЕМАТИКА

- элементоорганическая и координационная химия
- гомогенный и гетерогенный катализ
- элементоорганические полимеры и функциональные материалы
- супрамолекулярная химия
- элементоорганические и макромолекулярные соединения для химии материалов

Программой конференции предусмотрены пленарные доклады ведущих российских и китайских ученых, устные сообщения и стендовые сессии.

Актуальная информация о Симпозиуме и условиях участия: www.ineos.ac.ru