

УДК 543.42

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОКЛАДОВ ПИТТСБУРГСКИХ КОНФЕРЕНЦИЙ ЗА 1975-1999 ГГ.

© Д.Б. Архипов

Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 30 июня 1999 г.

Наукометрически обработаны названия докладов на Питтсбургских конференциях за последние 25 лет. Выделены наиболее перспективные направления аналитического приборостроения.

Питтсбургские конференции по аналитической химии и прикладной спектроскопии проводятся раз в год (обычно в марте) и считаются наиболее представительными конференциями по аналитическому приборостроению. На Первой Питтсбургской конференции (1950 г.) было всего 56 докладов, но уже в 1984 г. число докладов перевалило за тысячу. Информация по Питтсбургским конференциям вполне доступна: названия докладов публикуются в февральских номерах журнала *Analytical Chemistry*. Доклады объединены по секциям, что значительно облегчает обработку информации. 20-25% докладов посвящены описанию новых приборов, 2-3% — проблемам маркетинга, остальные три четверти докладов — методикам. Треть методических статей посвящены применению в промышленности, треть — в экологии, треть — в биологии и медицине.

Типичные кривые распределения числа докладов во времени приведены на рис. 1.

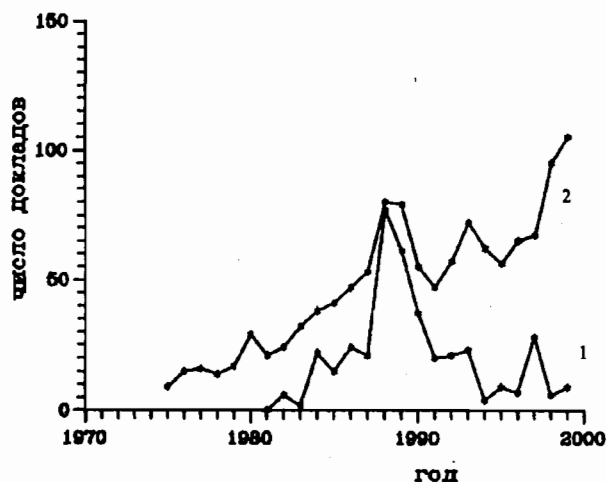


Рис. 1. Число докладов на Питтсбургских конференциях по сверхкритической флюидной хроматографии (кривая 1) и хромато-масс-спектрометрии (кривая 2)

Из рисунка видно, что сверхкритическая флюидная хроматография (СФХ) была модным направлением анализа в конце 80-х годов. А вот о хромато-масс-спектрометрии можно говорить как о самостоятельном методе анализа, обладающем аналитическими возможностями, превышающими простую сумму возможностей обоих входящих в комплекс методов, и являющимся единственно возможным путём решения многих сложных задач. Благодаря тому, что капиллярная колонка из гибкого кварца, используемая в газовой хроматографии (ГХ) и высокоэффективном капиллярном электрофорезе (ВЭКЭ), легко и естественно сочетается с масс-спектрометром, сочетание ГХ и масс-спектрометрии (МС) является сегодня главным методом анализа летучих соединений, а комбинация высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) или ВЭКЭ с масс-спектрометром — основным методом определения первичной структуры (последовательности аминокислот) белковых макромолекул. Перспективность направления подтверждается анализом среднего возраста хромато-масс-спектрометров, который мал. Коммерческие приборы ВЭКЭ-МС on-line появились на рынке лишь в 1996 г. [1]. В самом конце 90-х гг. резко упал средний возраст приборов ГХ-МС. Это связано с успехами быстрой ГХ (рис. 2) — метода анализа продолжительностью несколько десятков секунд на капиллярных колонках с внутренним диаметром меньше 0,1 мм. Создание быстрой хромато-масс-спектрометрии потребовало новых технических решений, в первую очередь, — переходу от квадрупольных масс-анализаторов к времяпролётным. А вот в СФХ, по-прежнему, работают на аппаратуре первого поколения, разработанной фирмами Hewlett-Packard (насадочные колонки) и Dionex/Lee Scientific (полые капиллярные колонки) в середине 80-х годов. Методика изучения тенденций, основанная на анализе среднего возраста используемой аппаратуры подробно описана в работах [2, 3]. Ключевая упрощаю-

щая идея была заимствована у Пригожина, доказавшего связь среднего возраста нелинейной системы с оператором внутреннего времени [4].

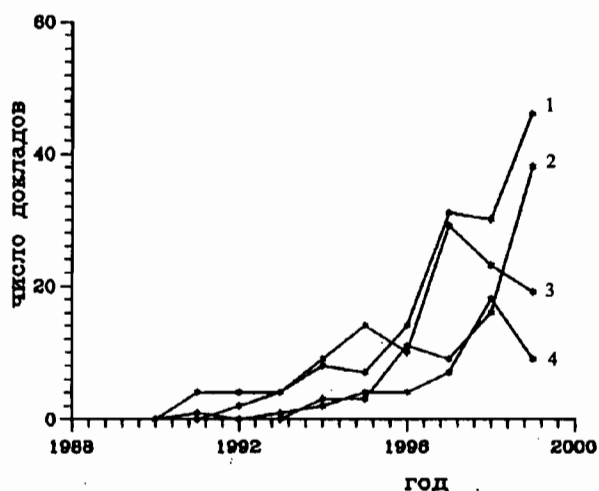


Рис. 2. Число докладов на Питтсбургских конференциях по быстрой газовой хроматографии (кривая 1), линейкам из сенсоров (кривая 2), твердофазной микроэкстракции (кривая 3) и электрофорезу на микрочипах (кривая 4)

Таблица 1 показывает распределение количества докладов по методам анализа. Из таблицы видно, что несколько упала доля сообщений по спектроскопии, но зато возросла доля сообщений по сочетанию спектроскопии и микроскопии (spectroscopic imaging). Первые такие приборы — флуоресцентные микроскопы — появились в конце 40-х годов, но широкое применение спектро-микроскопы (microspectroscopes) получили лишь в 90-е годы, что связано с успехами оптоэлектроники, в первую очередь, — с появлением приборов с зарядовой связью. Для создания в 1991 г. инфракрасного (ИК) телескопа/спектрометра "Хаббл", работающего в автоматическом режиме на орбите Земли, была создана новая технология получения изображений, которая быстро нашла применение в аналитических приборах. В конце 90-х годов была решена проблема получения изображений с помощью методов, никогда ранее не использовавшихся в микроскопии, таких как атомная абсорбционная спектроскопия или вторично-ионная масс-спектрометрия. Чтобы получить тенденции, необходимо отойти от общепринятых классификаций и оценить средний возраст аппаратуры. Достоинством изучения названий докладов является высокая скорость обработки информации, недостатком — отсутствие подробных сведений об используемых аналитических приборах.

Таблица 1.

Распределение числа докладов на Питтсбургских конференциях по методам анализа (в процентах)

Название метода	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99
СПЕКТРОСКОПИЯ ОПТИЧЕСКАЯ					
радиоспектроскопия	1,4	0,9	1,1	0,8	0,7
ИК-спектроскопия	10,4	10,1	10,1	12,1	10,7
УФ-видимая спектроскопия	23,0	20,0	16,6	14,9	12,3
гамма-, рентген, электрон.	5,6	3,1	1,8	0,9	0,7
спектромикроскопия	0,5	0,3	1,2	2,8	4,5
МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ					
электрофорез	0	0,2	1,1	3,9	5,8
газовая хроматография	11,4	11,8	10,0	11,2	11,3
ВЭЖХ	13,8	20,0	18,6	13,1	9,2
прочие методы разделения	1,6	2,6	4,5	3,1	2,4
МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ	6,3	7,3	9,3	10,2	12,9
ЭЛЕКТРОХИМИЯ	4,5	5,7	6,8	6,7	7,5
ПРОЧИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА					
ПРОБОПОДГОТОВКА	3,3	4,1	5,8	11,1	11,3
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА и АВТОМАТИЗАЦИЯ					
	12,5	12,3	10,4	7,9	6,3

Тем не менее, даже из названий видно, какую аппаратуру использовали: новую или старую.

Особенно много новых приборов приходится на хемо- и биосенсоры. В таблице 1 нет отдельной графы "сенсоры", поскольку часть попала в раздел "электрохимия", другая часть — в раздел "флуоресценция", третья часть — в "разное". Однако, если объединить все сенсоры в один класс, то получится тенденция к росту числа статей этого класса приборов (табл. 2). Больше того, именно благодаря сенсорам наблюдается рост количества докладов по электрохимии (табл. 1), особенно по амперометрии. Выделим доклад A.Heller и D.S.Schmidtke (1999 г.), в котором предложен метод непрерывного определения глюкозы *in vivo* больных диабетом с помощью вшитого биосенсора. Внутри сенсоров наиболее активно развивается конструирование матриц (агаус) из сенсоров. Такие приборы ("электронные носы") наиболее активно используются в анализе пищи.

Структура распределения числа докладов по тематике зависит от развития физики, химии, биологии. Десять лет назад было много докладов по изучению керамики, обладающей высокотемпературной сверхпроводимостью, а теперь таких докладов мало. Зато много сообщений по изучению нанотрубок. Резко возросло количество докладов

по исследованию ДНК. При этом, по-прежнему, слабым местом является недостаточно высокая скорость определения последовательности нуклеотидных пар. Маловероятно, что появится альтернатива гель-электрофорезу, но совершенно неясно где проводить разделение: на пластинах с гелем, в капиллярах или микроканалах чипов. Пока повышение скорости анализа ДНК связано не с улучшением качества гелей — уже 40 (!) лет используют полиакриламидные гели, — а с изобретением многоканального детектирования с помощью двухлазерного конфокального флуоресцентного микроскопа, оборудованного ПЗС-матрицей.

В 1999 г. группа Янга сообщила о разработке многоканального ДНК-секвенатора, состоящего из 96 капилляров с гелем и конфокального микроскопа. Успехи экологии связаны не столько с совершенствованием аналитических приборов, сколько с пробоподготовкой. В 80-е гг. появились новые эффективные виды пробоподготовки — сверхкритическая флюидная экстракция, твердофазная экстракция и *microwave-assisted extraction*. В методе твердофазной экстракции можно выделить твердофазную микроэкстракцию, имеющую очень хорошие тенденции развития (рис. 2).

Таблица 2.

Среднегодовое число докладов на Питтсбургских конференциях по различным методам анализа и пробоподготовки

Название метода	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99
Общее число докладов	604	1021	1461	1398	1419
Масс-спектроскопия	38	74	136	143	183
Атомный абсорбционный анализ	40	45	41	31	20
Атомный эмиссионный анализ	37	70	79	54	52
Абсорбц. молекул. спектроскоп.	25	38	49	43	31
Флуоресц. молекул. спектроскоп.	28	40	44	40	38
Рамановская спектроскопия	10	11	33	34	36
ИК-спектромикроскопия	0	0	6	16	41
Силовая микроскопия	0	0	3	7	7
Сенсоры	1	5	17	29	84
Капиллярный электрофорез	0	1	13	53	79
Ионная хроматография	5	16	34	16	14
Сверхкрит. флюидная экстракция	0	1	7	40	25
Биоспецифические методы	3	4	9	13	16
Термический анализ	14	15	20	17	14
Твердофазная экстракция	0	1	6	21	40
Микроволновая экстракция	0	0	4	8	19
Хемометрика	0	0	8	14	21

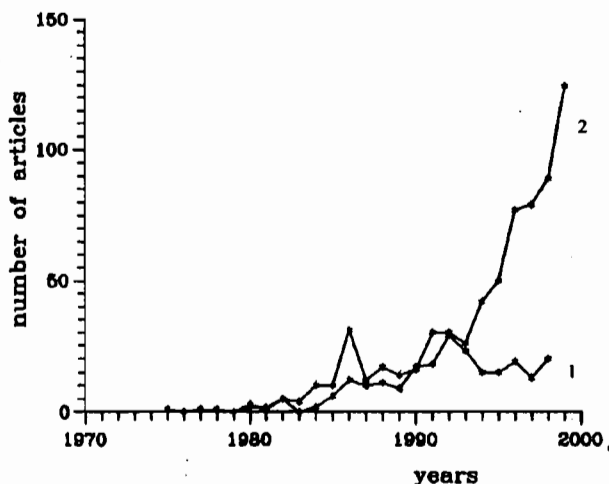


Рис. 3. Количество сообщений по хемо- и биосенсорам в журнале Nature (кривая 1) и на Питтсбургских конференциях (кривая 2)

Среди новых методов, используемых для мониторинга окружающей среды, выделим дистанционную спектроскопию (обычно — в ИК диапазоне спектра). 3

Предыдущую работу по наукометрическому анализу журнала Nature [5] можно назвать "аналитические приборы для фундаментальных научных исследований", тогда как наукометрический анализ Питтсбургских конференций даёт информацию о рынке новейших аналитических приборов. И в Nature, и в материалах Питтсбургских конференций много сообщений по определению первичной структуры биополимеров. Как следствие, подтверждается рост числа статей по масс-спектрометрии с мягкой ионизацией, особенно, — по электроспрею [6]. С другой стороны, в Nature много работ по определению вторичной структуры белков, для чего обычно применяется рентгеноструктурный анализ, а на Питтсбургских конференциях даже нет такой секции.

Есть и противоположные примеры: на Питтсбургских конференциях заметную роль играют доклады по анализу пищевых продуктов, отсюда — большое число работ по сенсорам (рис. 3), а в Nature сообщения на эту тему отсутствуют. Как видно из рис. 4, общей тенденцией является быстрое совершенствование методов

получения высококачественного изображения с помощью спектромикроскопов.

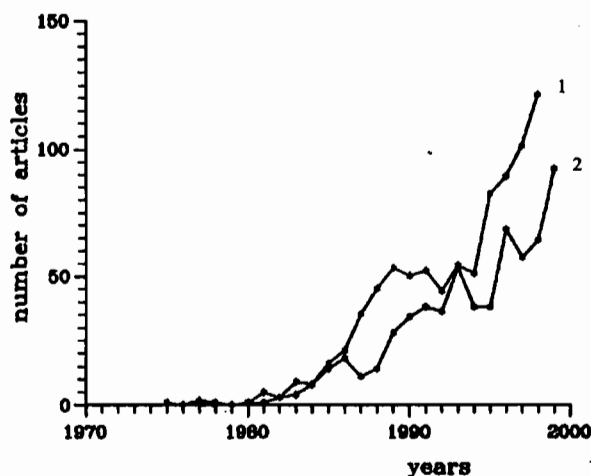


Рис. 4. Количество сообщений по спектромикроскопии в журнале Nature (кривая 1) и на Питтсбургских конференциях (кривая 2)

Автор благодарит Л.В. Новикова за идею проанализировать материалы Питтсбургских конференций. Работа частично поддержана Федеральной целевой программой "Интеграция" (проект № 670).

ЛИТЕРАТУРА

1. Henry C. // *Anal. Chem.* 1996. V. 68, N. 23. P.747A-750A.
2. Arkhipov D.B., Belenkii V.G. // *LC-GC Inter.* 1993. V. 6, N. 6. P.370-376.
3. Архипов Д.Б., Бельский Б.Г. // *Ж. аналит. химии.* 1995. Т. 50, N. 8. С.806-817.
4. Пригожин И. *От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках.* 1985. М.: Наука. 328 с.
5. Архипов Д.Б., Кучеренко Л.А., Птицына И.Б. // *Научное приборостроение.* 1998. Т. 8, N. 1-2. С.60-64.
6. Архипов Д.Б., Галль Л.Н. // *Ж. аналит. химии.* 1999. Т. 54, N. 4. (принято к печати).

SCIENTOMETRICAL ANALYSIS OF REPORTS AT PITTSBURG CONFERENCES FOR 1975-1999

D.B. Arkhipov

Institute for Analytical Instrumentation RAS, Saint-Petersburg

Titles of reports at Pittsburgh Conferences for 1975-1999 were studied scientometrically. Groups of analytical instruments having the best development trends were extracted.