

# МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ИСТОРИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ

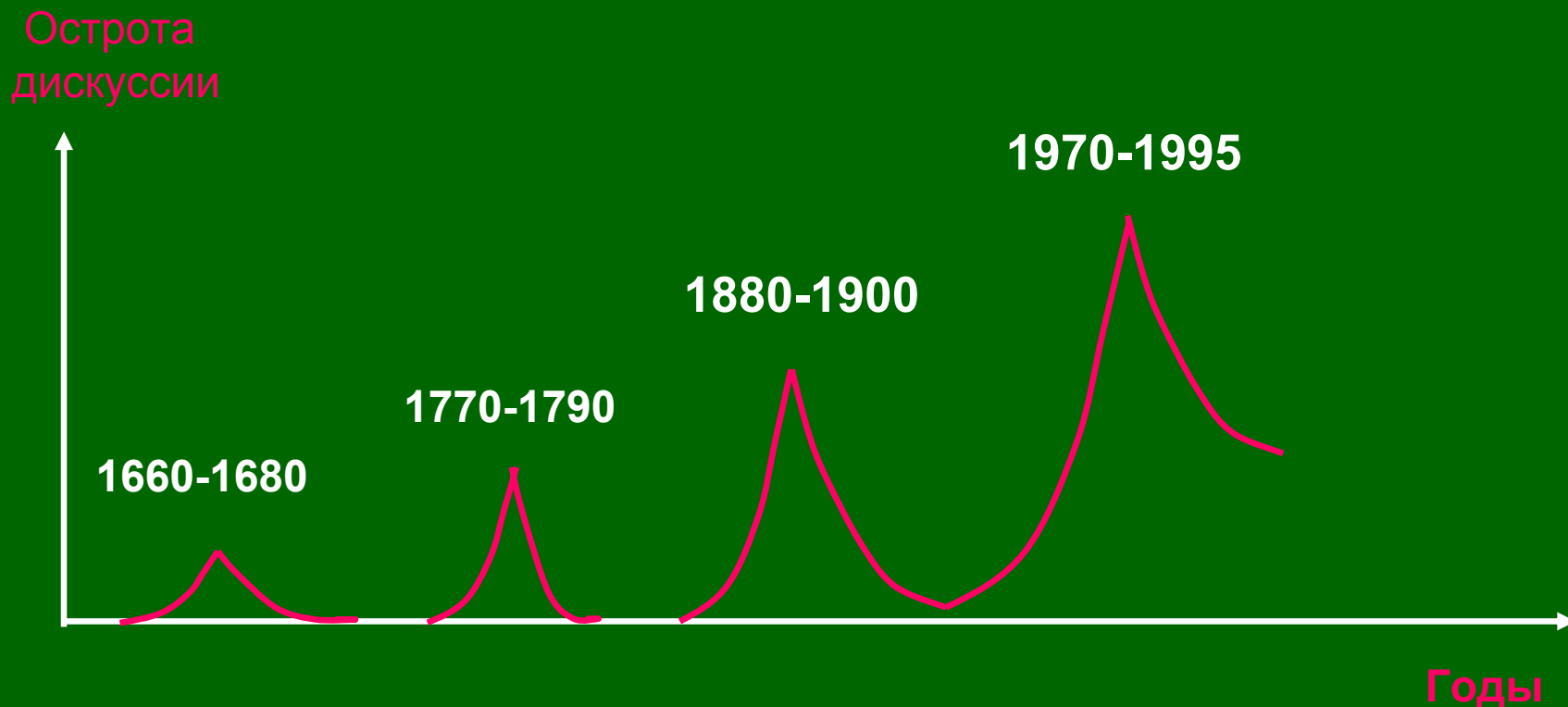
**В. И. Вершинин**

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского

## **Содержание:**

- 1. Дискуссии по методологическим вопросам в истории нашей науки**
- 2. Логическая и историческая последовательность разных уровней исследований**
- 3. Периодизация истории аналитической химии**

Для истории аналитической химии как науки характерны периодически возникающие острые дискуссии методологического характера



Дискуссии обычно разгораются в периоды резких изменений в содержании науки

# Содержание дискуссий

Век	Обсуждаемые вопросы	Участники	Отдаленные последствия
XX	<p>Что такое аналитическая химия?            Какое место она занимает в общей системе наук?            Чему учить студентов?</p>	<p>Малисса            Массар            Алимарин            Москвин            Золотов</p>	<p>Осознание единства всех методов. Рост исследований общего характера. Освоение достижений хемометрики и метрологии. Изменение содержания курса АХ</p>
XIX	<p>Имеют ли методы анализа теоретическую основу?            Как найти реагент и оптимальные условия путем расчетов?</p>	<p>Фрезениус            Оствальд</p>	<p>Осознание единства химических методов, развитие их теоретической базы. Творческое освоение достижений физической химии</p>
XVIII	<p>Какие реакции идут в ходе анализа?            Как проводить анализы?            Как вести исследования в области анализа?</p>	<p>Лавуазье            Бергман</p>	<p>Осознание важности точных измерений. Создание общехимических законов и их применение в анализе.</p>
XVII	<p>Что такое анализ, зачем он нужен?            Что такое химический элемент?</p>	<p>Бойль</p>	<p>Возникновение аналитической химии как науки</p>

## Острота и периодический характер «методологических» дискуссий отличают АХ от других химических наук. Причины этого:

1. Основной предмет исследования для АХ как науки - не объекты анализа, а сам процесс анализа любых объектов с применением любых методов. Науки о процессах и методах (генетика, кибернетика, педагогика) труднее формируют теоретические основы и чаще вызывают дискуссии, чем науки о конкретных объектах (ботаника, химия полимеров, океанология).
2. Для АХ, в отличие от других наук, характерна постоянная смена приоритетных объектов анализа, решаемых задач и, соответственно, применяемых методов. Постоянное изменение содержания науки ведет к необходимости пересмотра ее основ и повторному рассмотрению методологических проблем.
3. Аналитики занимаются как фундаментальными, так и прикладными проблемами, их предметы и методы исследований весьма разнообразны. Это вырабатывает у отдельных групп аналитиков разную методологию исследований и связывает их с разными смежными науками. Такие группы плохо понимают друг друга, что обостряет дискуссии.

## МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

- общая характеристика АХ как науки (дефиниция, объект и предмет, цели и задачи исследований );
- внутренняя структура АХ, ее положение в системе наук и ее связи с другими науками;
- уровни научных исследований; специфические особенности и приемы исследований на каждом уровне;
- система основных понятий и специфическая терминология;
- классификация и взаимосвязь разных методов анализа;
- связь методов и объектов анализа с решаемыми проблемами;
- фундаментальные и прикладные аспекты нашей науки, ее взаимосвязь с аналитической службой.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

**ОБЪЕКТ НАУКИ** - все вещества и процесс их химического анализа

**ПРЕДМЕТ ЭТОЙ НАУКИ** многоаспектен. Он включает:

- Химический состав (на разных уровнях структурной организации) и молекулярную структуру объектов анализа;
- Характеристические свойства объектов обнаружения и определения;
- Методы и методики установления состава и структуры;
- Организацию аналитической службы и обеспечение качества анализа.

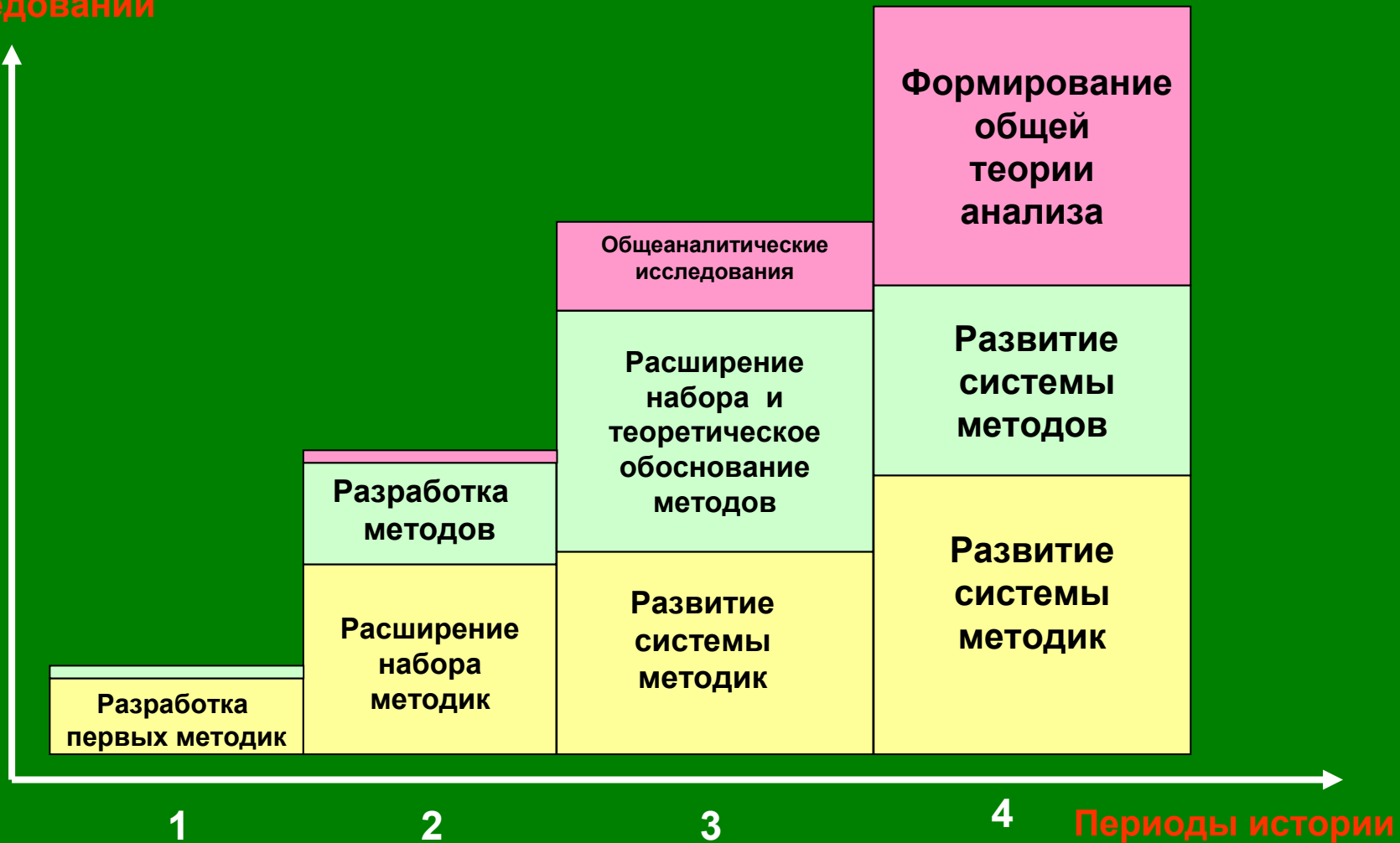
**ЦЕЛИ** - получение достоверной информации о химическом составе (а также о структуре) изучаемых веществ, получение новых знаний о процессе анализа и совершенствование этого процесса.

# УРОВНИ ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Уровень	Основная проблематика	Примеры
<b>3</b> <b>РЕШЕНИЕ ОБЩИХ ПРОБЛЕМ</b>	Теоретические основы анализа группы объектов или применения группы реагентов, химическая метрология, теория пробоотбора, теория идентификации, хемометрические алгоритмы обработки данных, автоматизация и компьютеризация анализа, оптимальная организация аналитической службы, история и методология АХ.	Работы Бойля, Оствальда, Комаря, Золотова
<b>2</b> <b>РАЗВИТИЕ ОТДЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ</b>	Физические и химические явления, лежащие в основе метода; зависимости «состав-свойство»; характеристические свойства разных аналитов; новые приборы; выявление источников погрешностей, расширение границ применимости данного метода.	Работы Бунзена, Гейровского, Цвета, Бабко, Львова
<b>1</b> <b>РЕШЕНИЕ ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ</b>	Разработка или подбор методики для решения задачи; изучение химизма реакции и оптимизация ее условий, выявление источников погрешностей и расширение границ применимости данной методики	Работы Архимеда, Маргеритта, Вентера


# Историческое развитие исследований на разных уровнях

Объем исследований



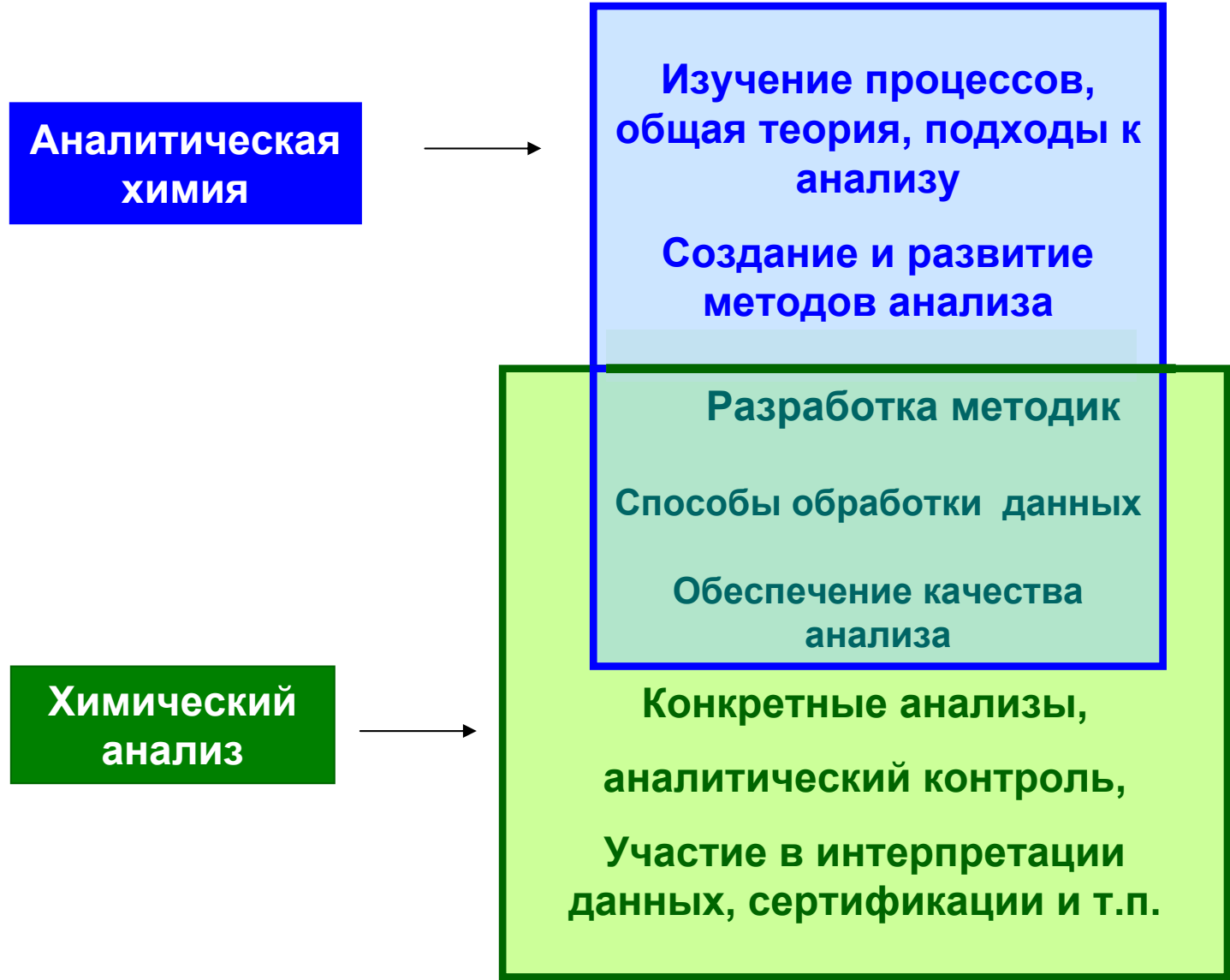
 - уровень методик

 - уровень методов

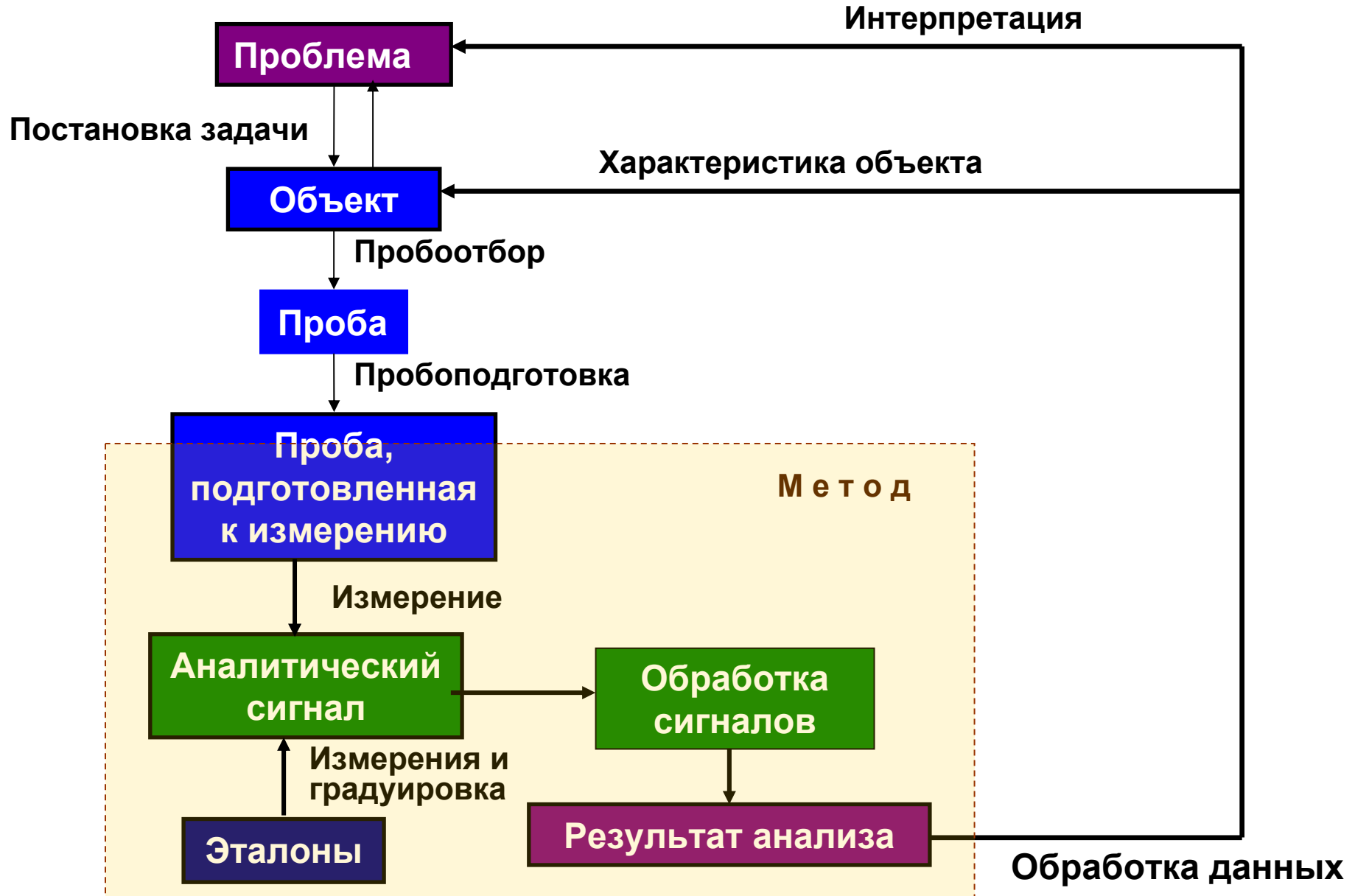
 - общеаналитический уровень



# Взаимосвязь между аналитической химией как наукой и химическим анализом как областью практической деятельности

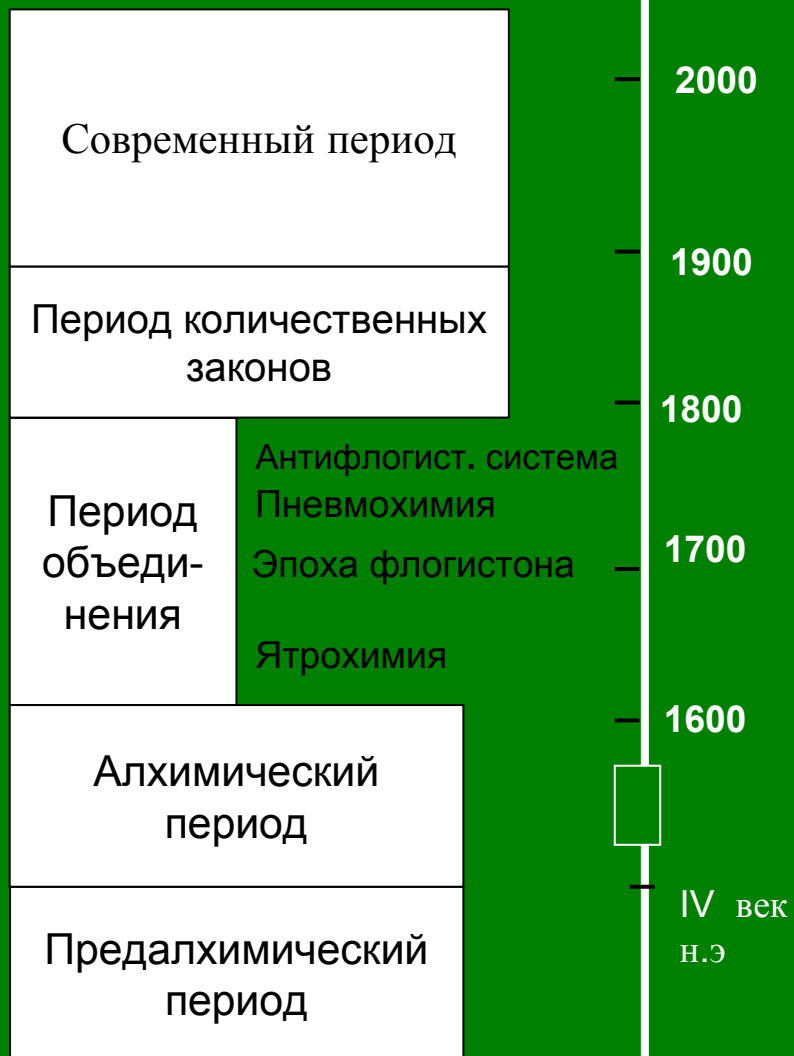


# Логическая схема анализа



# ХИМИЯ В ЦЕЛОМ

( по М. Джуа )



# АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ



# Периодизация истории химического анализа

<b>Период</b>	<b>Основные задачи</b>	<b>Главные методы</b>
<b>4 – Современный период</b> Торжество инструментальных методов	Анализ биообъектов и органических веществ. Структурный и локальный анализ. Мониторинг среды.	Хроматография. Масс-спектрометрия Ферментные методы. Иммуноанализ и др.
<b>3 - Создание            инструментальных            методов            (до 1970-х гг.)</b>	Элементный и молекулярный анализ. Аналитический контроль производства. Определение микропримесей	Спектральный анализ. Фотометрия. Потенциометрия, полярография и др.
<b>2 - Создание            химических методов            (до 1870-х гг.)</b>	Элементный анализ неорганических веществ	Качественные реакции. Весовой и объемный анализ.
<b>1- Пробирное искусство            (до 1660-х гг.)</b>	Проверка качества руд и металлов	Пробирная плавка, паяльная трубка

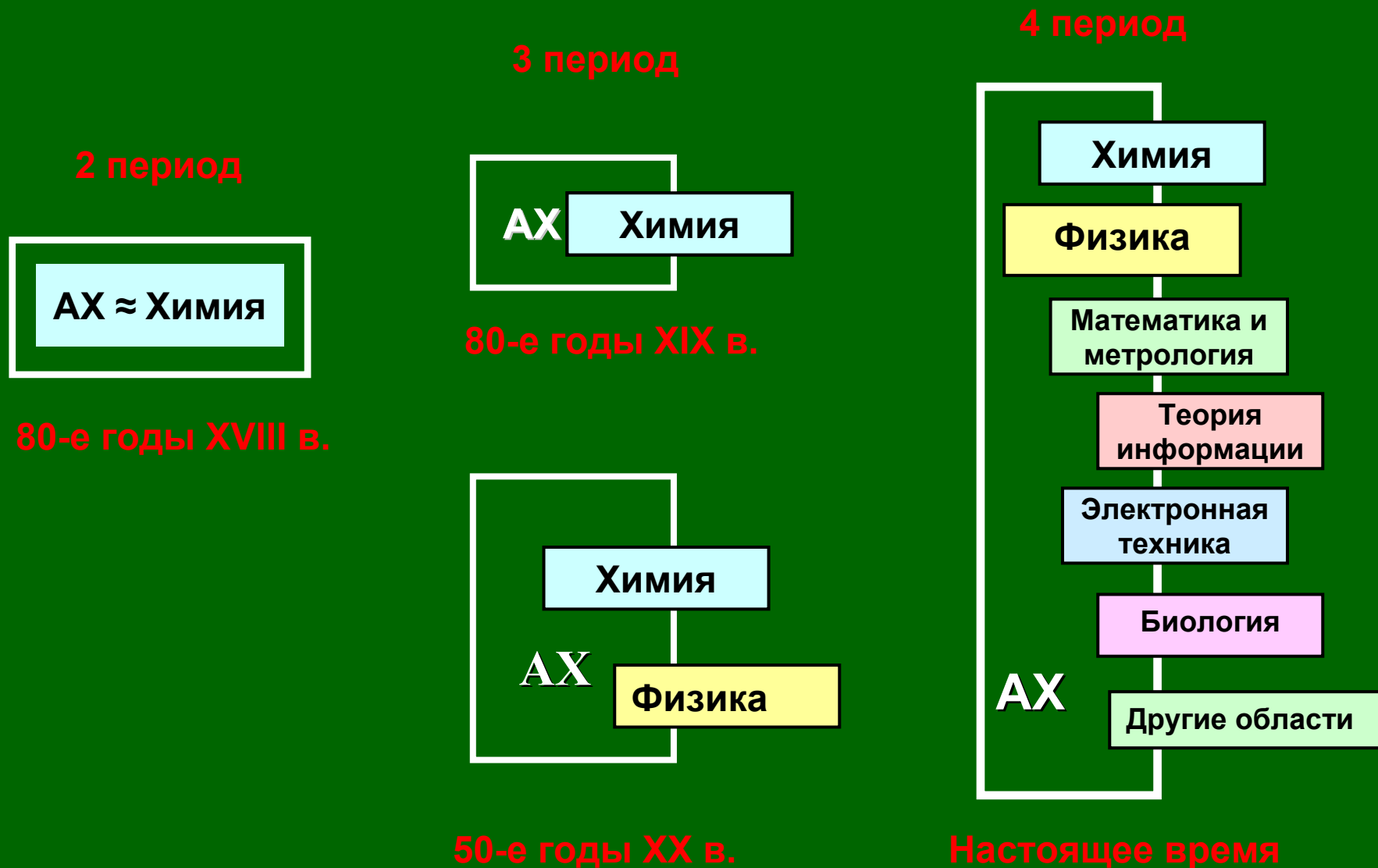
# Периодизация развития аналитической химии как науки

Период истории анализа	Стадия развития АХ	Теоретические достижения	Виднейшие аналитики
4-Современный период	Междисциплинарная наука	Начало формирования теории, обобщающей все методы. Развитие метрологии и хемометрики	Наши современники
3 - Создание инструментальных методов	Одна из химических наук	Создание теоретических основ химических и ряда физических методов. Теория органических реагентов. Формирование курса АХ	Бунзен, Прегль, Файгль, Гейровский, Цвет, Шварценбах, Тананаев, Бабко, Кольтгоф, Алимарин
2 - Создание химических методов	Формирование науки	Открытие элементов и их характеристических свойств. Систематизация знаний о методах и объектах анализа. Специальная терминология	Бойль, Шееле, Бергман, Лавуазье, Гей-Люссак, Либих, Берцелиус, Мор, Фрезениус
1 - Пробирное искусство	Предыстория	Накопление знаний о веществах. Появление базовых понятий	Агрикола, Либавий, Глаубер

# Стадии формирования АХ



# Взаимосвязь АХ со смежными областями знаний в разные периоды ее истории



**Ю.А.Золотов, В.И.Вершинин**

## **ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Москва: ACADEMIA, 2006. Около 500 страниц.

**Введение. Периодизация истории аналитической химии**

**Глава 1. Возникновение и развитие химического анализа**

**Глава 2. Развитие классических методов химического анализа в XVIII-XIX веках**

**Глава 3. Формирование аналитической химии как науки. Теоретические аспекты химических методов анализа и развитие их Оствальдом**

**Глава 4. Развитие инструментальных методов анализа**

**Глава 5. История анализа важнейших объектов и решения крупных прикладных задач**

**Глава 6. Обеспечение химического анализа**

**Глава 7. Организационные формы совместной деятельности аналитиков**

**Глава 8. Аналитическая химия в России**

**Глава 9. История аналитической химии как учебной дисциплины. Подготовка химиков-аналитиков в высшей школе**

**Глава 10. Методологические проблемы аналитической химии.**

**Глава 11. Нерешенные проблемы и приоритетные направления развития аналитической химии и химического анализа.**

**Систематизированная библиография по истории аналитической химии (около 300 источников)**



# КУРС «ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ» КАК СРЕДСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

**В.И. Вершинин**

*Омский государственный университет, Россия*



## Зачем изучать?

Как правило, студенты-старшекурсники, специализирующиеся в области аналитической химии (АХ), не изучают ни историю, ни методологию этой науки. Наш опыт показывает, что изучение этого материала улучшает подготовку выпускников, повышает их заинтересованность и компетентность, развивает профессиональное мышление. Курс «История и методология аналитической химии» (ИМАХ) особенно важен для студентов, которые собираются работать в научных учреждениях или преподавать химические дисциплины, а также для аспирантов-аналитиков.

Небольшие курсы ИМАХ входят в программу обучения студентов в ряде университетов США и Германии [1]. В России курс ИМАХ поставлен в ОмГУ (Омск, в Сибири).



## Когда изучать?

**В ОмГУ специализация «АХ» включает:**

**спецкурсы по методам анализа:**

- электрохимические методы,
- спектроскопические методы,
- хроматографический анализ.

**спецкурсы по объектам анализа**

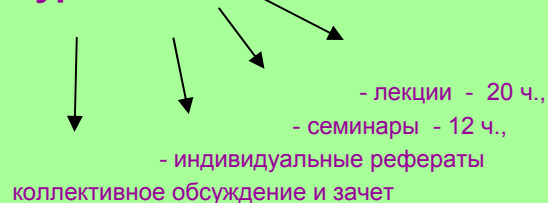
- объекты окружающей среды,
- анализ нефтепродуктов,

**спецкурсы общего характера**

- планирование и обработка результатов эксперимента,
- организация и метрология аналитического контроля.

Курс ИМАХ изучают после всех этих дисциплин, в 9 семестре. В программе специализации общим объемом 576 ч. (примерно 30 кредитов за два последних года обучения) ИМАХ составляет около 5 %.

## Курс ИМАХ



## Что изучать?

**(лекционный план курса ИМАХ в ОмГУ)**

1. Возникновение химического анализа («пробирное искусство»).
2. Развитие классических методов – качественного, гравиметрического и титриметрического анализа. Развитие теории этих методов.
- 3-4. Возникновение и развитие электрохимических, спектроскопических и других инструментальных методов анализа.
5. История химического анализа и аналитической химии в России и СССР. Формирование основных научных школ.
6. Отечественные и международные объединения аналитиков. Журналы и конференции. Аналитическое приборостроение.
- 7-8. Философские и методологические проблемы АХ. Подготовка профессиональных аналитиков.
9. Нерешенные проблемы и перспективы будущего развития АХ и химического анализа.

**Спасибо за внимание!**

**Контакт - [vershin @ univer.omsk.su](mailto:vershin@univer.omsk.su)**



# Методологические проблемы науки

## Что такое методология?

*В общепhilosophическом плане:* учение о структуре, логической организации, методах и средствах какой-либо деятельности

*В науковедческом плане:* учение о путях приращения и упорядочивания знаний, о способах научной деятельности и средствах ее рационализации

**Общая методология науки** - часть философии. Здесь рассматриваются:

- существование и достижимость объективной научной истины,
- критерии истинности знаний; абсолютные и истинные знания;
- методы познания: индуктивный (от частного к общему) и дедуктивный (от общего к частному).
- общие способы исследования (анализ и синтез, наблюдение, моделирование, эксперимент);
- уровни научных знаний (эмпирический и теоретический);
- принципы создания и проверки научных гипотез;
- способы систематизации научных знаний, и т.п.

**Методология отдельной науки** - часть этой науки. Здесь рассматриваются:

- ❑ общая характеристика данной науки (ее дефиниция, объект и предмет, цели и задачи);
- ❑ внутренняя структура этой науки и ее положение в системе наук;
- ❑ система основных понятий и специфическая терминология,
- ❑ уровни научных исследований, их фундаментальные и прикладные аспекты,
- ❑ особенности и приемы научных исследований на каждом уровне, а также другие методологические проблемы, специфические для данной науки.

# Признаки самостоятельной научной дисциплины

- Наличие сфер человеческой деятельности или явлений природы, общепризнанных в качестве объекта исследований данной науки.
  - Достаточно большой объем специфических знаний, полученных и осмысленных данной наукой, составляющих ее исключительную принадлежность.
  - Специфика подхода к объекту и средствам исследования, особое соотношение между разными средствами, например, экспериментом, наблюдением и расчетом
  - Собственный понятийный аппарат и, если возможно, особый математический аппарат.
  - Образование международного сообщества ученых, считающих себя членами единого сообщества. Собственные средства и каналы коммуникации (журналы).
  - Появление и развитие научных школ, появление и смена гипотез. Специфическая профессиональная подготовка исследователей.
  - Сложившаяся и записанная история данной науки, возможность прогноза ее дальнейшего развития.
  - Нередко – появление особых организационных структур (институты, кафедры) и одноименной учебной дисциплины

# Что такое аналитическая химия?

Возможные аспекты: социальный феномен, учебная дисциплина, область исследований, совокупность результатов исследований (система научных знаний).

Десятки известных определений АХ как области исследований сводятся к пяти базовым:

Базовая дефиниция	Отличия и преимущества	Некоторые сторонники	Недостатки
Наука об определении химического состава	Обобщенность	Шаевич, Фритц и Шенк	Неполнота (структура?). Избыточность (аналитическая служба?)
Наука о теоретических основах анализа и характеристических свойствах веществ	Фундаментальный характер	Баталин, Алимарин, Москвин	Неполнота (прикладная составляющая?)
Наука о методах химического анализа	Прикладной характер	Клячко, Золотов	Неполнота (фундаментальная составляющая?)
Наука о получении и формировании сигналов, несущих информацию о химическом составе	Современность, конкретность, перспективность	Данцер, Беляев, Марке	Непривычность для химиков. Неполнота (дешифровка и интерпретация сигналов?)
Наука об измерении химической формы движения материи	Философский характер, связь с метрологией	Комарь, Малисса	Неконкретность. Неполнота (качеств.анализ?) Ошибочность (измерение формы?)

## **Компромиссное определение АХ как области исследований**

Предложено Фрезениусом, Грассербауером, Кельнером, Малиссой, Ниинисто и Пунгором  
Принято на конференции Евроанализ VII в Эдинбурге, 1993 г.

Одобрено Отделением аналитической химии Федерации европейских химических обществ

***«Analytical chemistry is a scientific discipline which develops and applies methods, instruments and strategies to obtain information on the composition and nature of matter in space and time».***

**«Аналитическая химия – научная дисциплина, которая развивает и применяет методы, средства и общую методологию получения информации о составе и природе вещества (в пространстве и времени)».**

Перевод Ю.А.Золотова

**Аналитическая химия - это наука, развивающая общую методологию, методы и средства изучения химического состава вещества и разрабатывающая способы анализа различных объектов.**