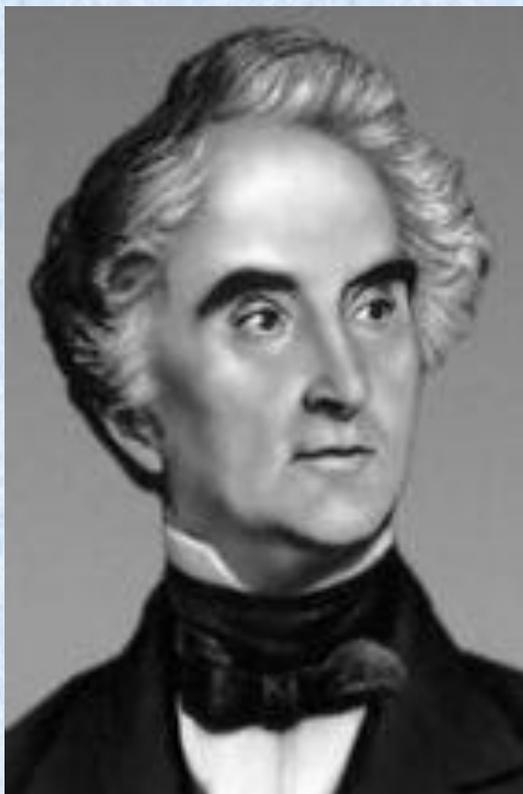


ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ХИМИИ

Лектор:
проф. кафедры
материаловедения и
индустрии наносистем
Самойлов А.М.

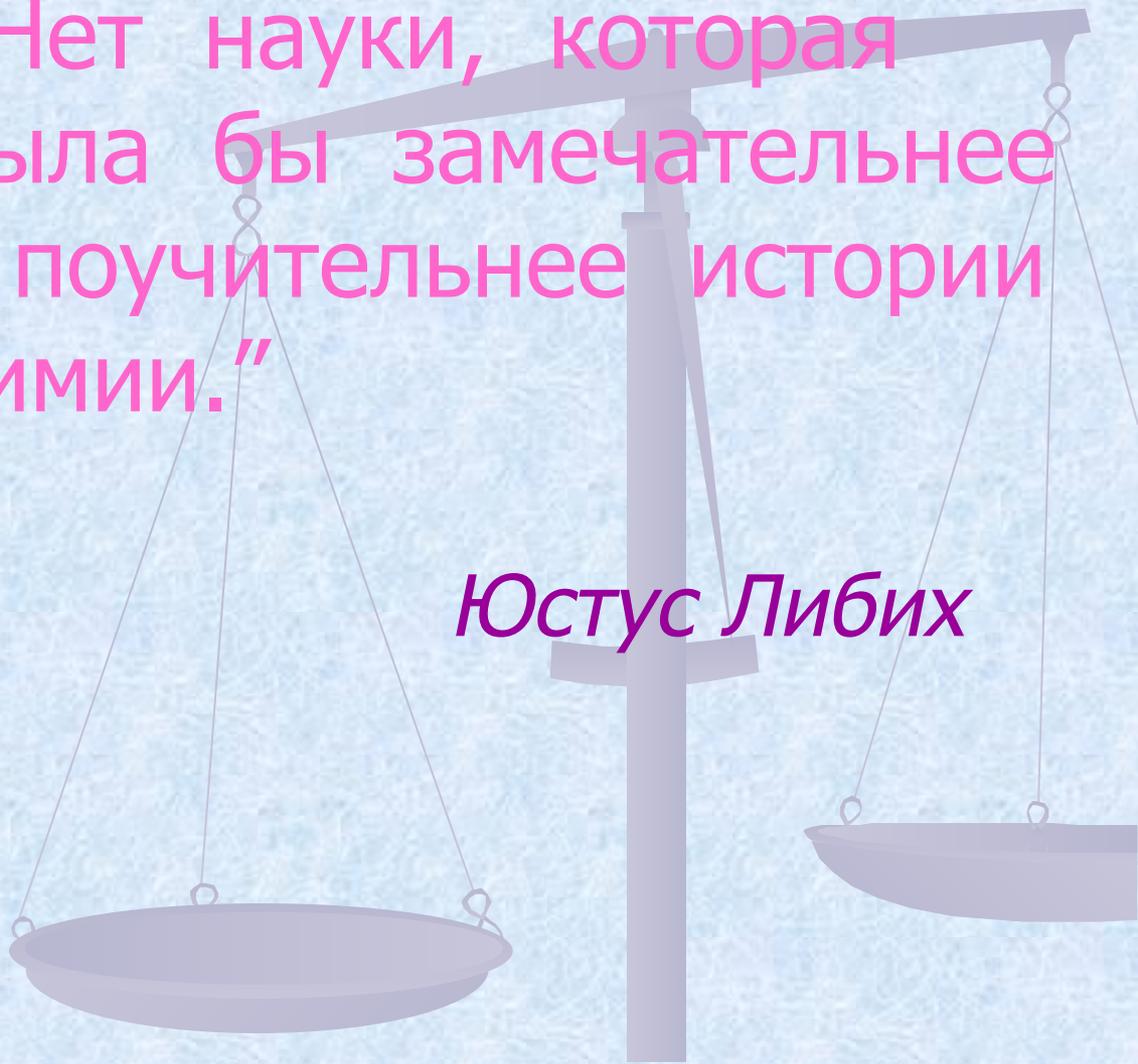


Введение

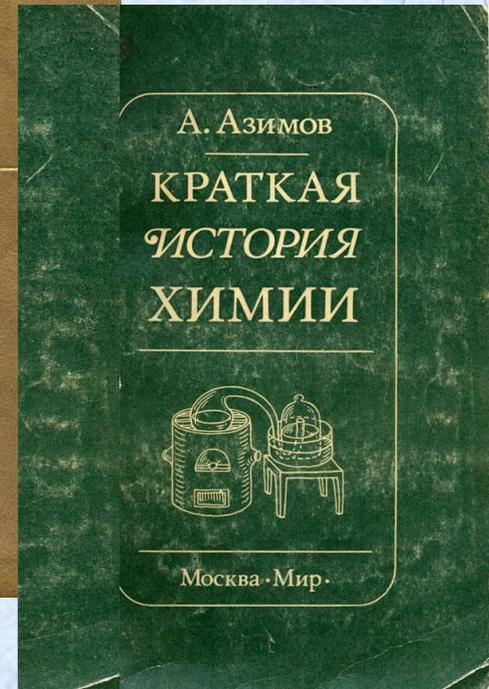
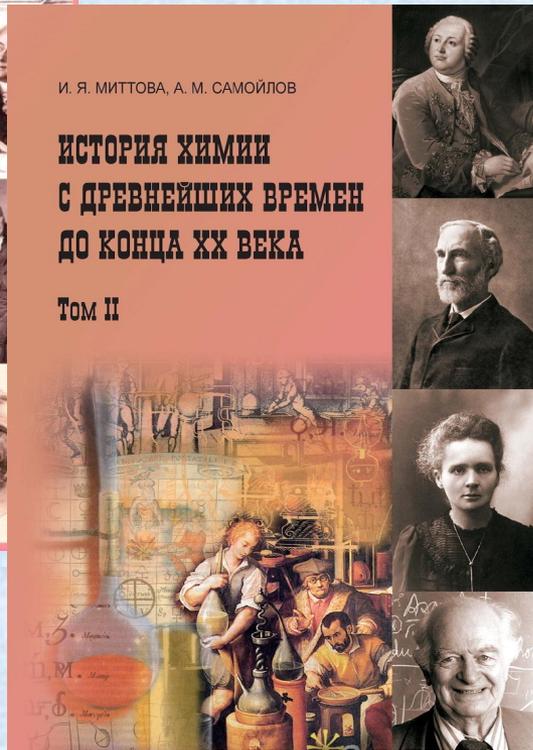
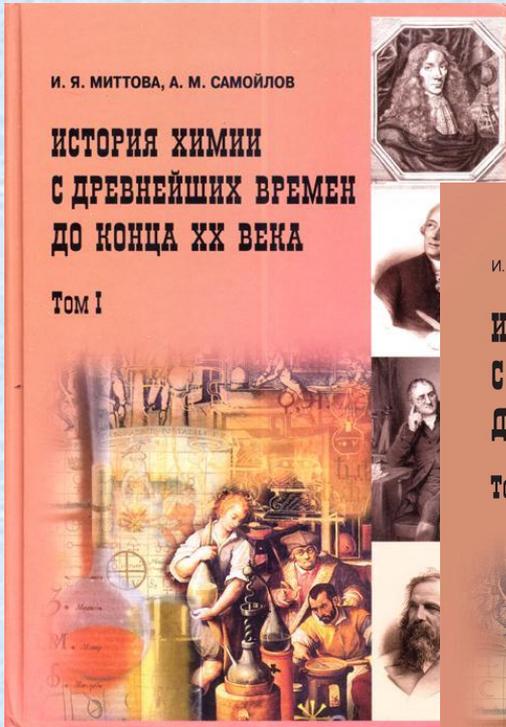


“...Нет науки, которая была бы замечательнее и поучительнее истории химии.”

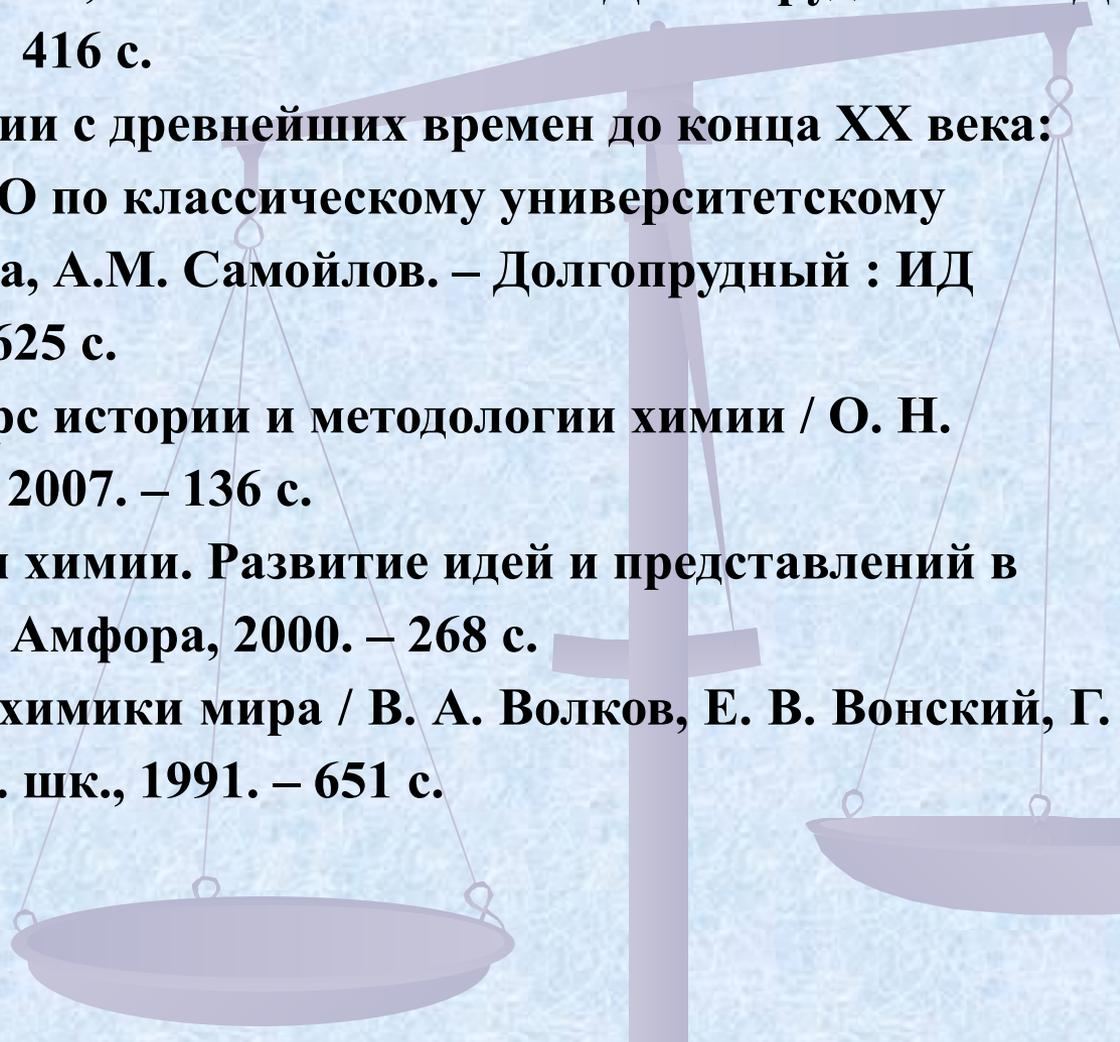
Юстус Либих



Литература



ЛИТЕРАТУРА

1. Миттова И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века: учеб. пособие с грифом УМО по классическому университетскому образованию / И.Я. Миттова, А.М. Самойлов. – Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2009 – Т. 1. – 416 с.
 2. Миттова И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века: учеб. пособие с грифом УМО по классическому университетскому образованию / И.Я. Миттова, А.М. Самойлов. – Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2011 – Т. 2. – 625 с.
 3. Зефирова О.Н. Краткий курс истории и методологии химии / О. Н. Зефирова. – М. : Анабазис, 2007. – 136 с.
 4. Азимов А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии / А. Азимов. – СПб. : Амфора, 2000. – 268 с.
 5. Волков В. А. Выдающиеся химики мира / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова. – М. : Высш. шк., 1991. – 651 с.
- 

Учебно-методические пособия



ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ХИМИИ

История становления и эволюции представлений о элементности и химической связи

Учебно-методическое пособие для студентов специальности 011000 – Химия шифр по учебному плану ГСЭ Ф.07

1044

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Пособие для студентов

Специальность 020101 (011000) – Химия

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ХИМИИ

Самойлов, В.А. Шапошник
ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ
Учебно-методическое пособие для студентов специальности 011000 – Химия шифр по учебному плану ГСЭ Ф.07

1. История химии как часть общей истории человеческой цивилизации

«Не деяниями могущественных князей или прославленных полководцев, а бессмертными именами Колумба, Коперника, Кеплера, Галилея, Ньютона связана история прогресса в естествознании и состояние духовного развития в наше время».

Юстус Либих

1.1. Роль химии в развитии человеческой цивилизации

Как говорили древние: “*Historia est magistra vitae*” или “*История - учитель жизни*”. Однако большинство книг, написанных профессиональными историками, способно убедить читателя в том, что летопись человечества написана не чернилами, а кровью. Между тем специалисту с университетским дипломом должно быть очевидно, что **наука** является важнейшим компонентом культуры,

обеспечивающим не только *интеллектуальное*, но и *материальное* богатство общества и, следовательно, должна быть в центре внимания истории.

Роль истории науки, прежде всего, связана с ее *самосознанием*. Она необходима ученым, чтобы лучше понять происходящие перемены, правильно оценить место любого направления в сложнейшей и *постоянно развивающейся* системе знаний. Даже среди виднейших ученых с мировым именем нет полного единодушия в оценке роли науки в развитии человеческой цивилизации.

Есть, по меньшей мере, *три точки зрения*.

Первая из них принадлежит **Роберту Оппенгеймеру**, который ее сформулировал так: «Исследования по истории науки смогут внести самосогласованность в общую интеллектуальную и культурную жизнь нашего времени». Эту точку зрения можно назвать *принципом* *дополнительности* истории науки к общей истории.

Вторая точка зрения была сформулирована **Джеральдом Холтоном** на XIII Международном конгрессе по истории науки в 1971 г., где он сказал: «Наблюдатель, находящийся в системе, называемой «историей науки», получает такое понимание событий, которое по своему качеству и значимости равноценно пониманию, полученному наблюдателями, находящимися в системах «политическая теория», «социально-экономическая теория». Этот принцип он назвал принципом относительности. В действительности это *принцип эквивалентности*.

Третья точка зрения принадлежит немецкому математику и историку науки **Ван дер Вардену**, который сформулировал ее в виде вопроса: «Кто отдает себе отчет в том, что с исторической точки зрения Ньютон является самой значительной фигурой XVII века?». Этот принцип можно назвать *принципом доминантности* истории науки.

Истории науки имеет и прямое *дидактическое значение*. Знание фактов из истории науки служит путеводной нитью при продвижении ученого по сложному и неизведанному лабиринту процесса познания.

Существуют два основополагающих труда по истории науки:

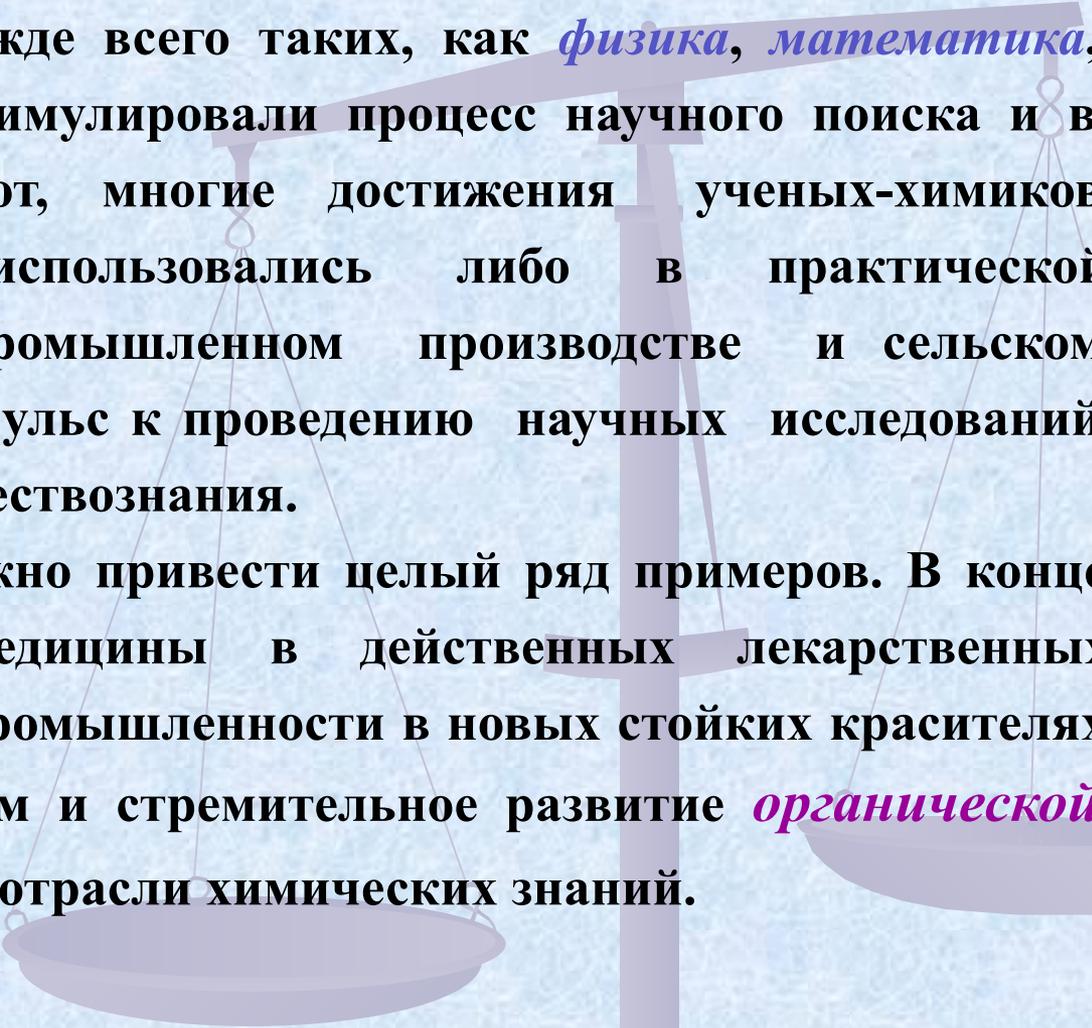
1. Джон Десмонд Бернал “Наука в истории общества”;
2. Вильгельм Фридрих Оствальд “Путеводные нити химии”.



Джон Десмонд Бернал



Вильгельм Фридрих Оствальд

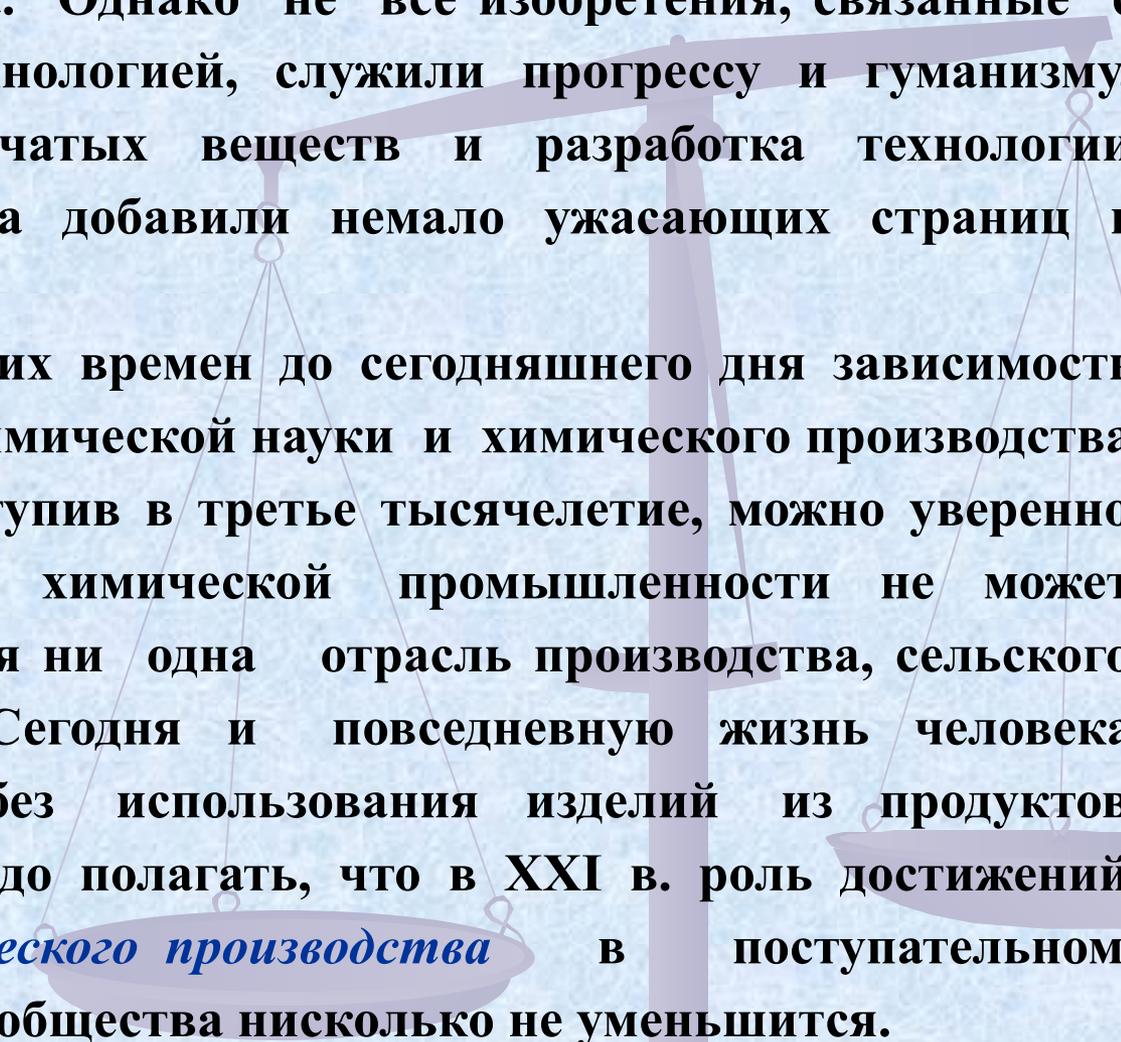


Достижения химии, которая является одной из ветвей естественных наук, на всех стадиях развития человеческого общества были неразрывно связаны с общим уровнем **научно-технического прогресса**. Успехи и выдающиеся открытия в других сферах материальной деятельности человека, прежде всего таких, как **физика, математика, биология и медицина**, стимулировали процесс научного поиска и в области химии. И наоборот, многие достижения ученых-химиков практически мгновенно использовались либо в практической деятельности человека, промышленном производстве и сельском хозяйстве, либо давали импульс к проведению научных исследований в сопредельных разделах естествознания.

В подтверждение можно привести целый ряд примеров. В конце XVIII в. потребности медицины в действенных лекарственных препаратах и текстильной промышленности в новых стойких красителях вызвали зарождение, а затем и стремительное развитие **органической химии** как самостоятельной отрасли химических знаний.

Изобретение паровой машины и широкомасштабное внедрение ее в промышленное производство послужило побудительным мотивом к развитию *химической термодинамики*. Есть еще более яркие примеры, свидетельствующие о влиянии достижений химии на скорость развития цивилизации в целом.

Не случайно целые эпохи в развитии человеческого общества называют по имени тех материалов, которые являлись основными в производстве орудий труда. И если *каменный век* еще не связан напрямую с применением химических знаний в изготовлении оружия и орудий труда, то в *бронзовый век*, а тем более в *век железа*, обойтись в их производстве без химических процессов было уже просто невозможно. Не стоит думать, что практика название целых периодов в истории общества по имени какого-либо химического вещества безнадежно устарела. Многие ученые считают, что со второй половины XX века по настоящий день человечество живет в *век кремния*, поскольку именно этот материал пока еще является основным в производстве приборов микроэлектронной промышленности.



В поступательном развитии человеческой цивилизации не поддается оценке роль тех открытий, благодаря которым люди научились изготавливать *бумагу, стекло, фарфор, пластмассы* и другие материалы, без которых практически невозможно представить жизнь и быт современного человека. Однако не все изобретения, связанные с химией и химической технологией, служили прогрессу и гуманизму. Открытие пороха, взрывчатых веществ и разработка технологии разделения изотопов урана добавили немало ужасающих страниц в историю человечества.

От доисторических времен до сегодняшнего дня зависимость человека от достижений химической науки и химического производства *постоянно возрастает*. Вступив в третье тысячелетие, можно уверенно сказать, что без продукции химической промышленности не может существовать и развиваться ни одна отрасль производства, сельского хозяйства и медицины. Сегодня и повседневную жизнь человека невозможно представить без использования изделий из продуктов химической индустрии. Надо полагать, что в XXI в. роль достижений *химической науки и химического производства* в поступательном развитии человеческого общества несколько не уменьшится.

1.2. История химии как часть истории культуры

История химии является неотъемлемой частью *истории культуры человечества*. Существует несколько определений понятия *культура*.

Культура – специфический способ организации и развития жизнедеятельности человека, представленный в продуктах материального и духовного труда, в системе социальных норм и духовных ценностей.

Можно привести и другие определения культуры. В частности, немецкий просветитель **Иоганн Годфрид Гердер** определял культуру как *историческую ступень совершенствования человечества* и связывал ее с уровнем развития наук и просвещения. Но, несмотря на множество определений, все они рассматривают две составляющие жизни человечества - *материальную* и *духовную*. Большинство отраслей науки относятся именно к материальной составляющей культуры. Не будут большим преувеличением слова о том, что в настоящее время вся материальная культура человечества опирается на достижения науки и что материально-техническая составляющая

культуры сильно влияет на *духовный, интеллектуальный* и *социальный* уровень развития общества в целом.

В историографии химии долгое время обсуждался принципиальный вопрос о непрерывности химических знаний. Многие авторы склонялись к мнению, что «истинно» научная химия возникла лишь в конце XVIII в. Такая постановка вопроса разрушает культурные, исторически сложившиеся связи и, прежде всего, игнорирует тот факт, что человек стал использовать химические превращения веществ с той поры, как он стал *homo sapiens – человеком разумным*. Во все исторические эпохи человек стремился осуществить химические превращения веществ. Все дело лишь в том, что отдельные периоды эволюции химии различались лишь *глубиной понимания* законов этих превращений.

Духовная деятельность человека, прежде всего, связана с осознанием *ценности процесса познания* окружающего мира, человека и его разносторонней деятельности, а также человечества в целом.

Духовную компоненту культуры помимо различных видов искусства составляют т. н. *гуманитарные науки*: философия, психология, филология, социология и многие другие.

Еще на заре человеческой эры использование химических процессов в ремесленном производстве способствовало расширению ассортимента производимых изделий. Поэтому благодаря первому естественному разделению труда произошло возникновение *торгового обмена*. В дальнейшем, принимая все более регулярные формы, торговля расширялась, поначалу охватывая соседние племена, а затем и народы различных частей света.

Всемерное расширение торговли стимулировало потребность людей в новых более качественных товарах, а также способствовало появлению *всеобщего эквивалента – денег*. Химические ремесла способствовали общению различных племен и народностей, возникновению *культурного обмена*, совершенствованию *языка* и *письменности*, расцвету поэзии и искусства.

Представленное разделение на две составляющие культуры не отражает всей сложности их переплетения в истории человечества. В процессе научных изысканий увлеченный исследователь зачастую находится в состоянии *эмоционального подъема*. Такую же гамму чувств: прилив сил и энергии, хорошее настроение, упоение и наслаждение может испытывать человек под действием произведений искусства. Процесс познания гармонии и красоты Природы зачастую способен развиться в важнейшую потребность духовной жизни человека. К сожалению, эмоциональное восприятие красоты науки, так же как и отдельных видов искусства, даны далеко не всем. Однако в любом случае стремление к возвышенному и прекрасному должно быть свойственно человеку, поэтому любовь к процессу познания следует воспитывать и развивать. Можно сказать, что процесс научного познания мира совершенствует не только *разум*, но и *душу* человека. Великие научные открытия Н. Коперника, И. Ньютона, Ч. Дарвина, Л. Пастера, К. Циолковского, А. Эйнштейна изменяли человеческое

мировоззрение, приводя к скачкообразным изменениям всей культуры в целом. Миропонимание людей теснейшим образом связано с наукой, но оно неотделимо от других видов деятельности человека, и, прежде всего, от искусства.

Достижения науки влияют на развитие языка как средства общения людей. Большую роль в проникновении научных терминов в литературный язык играет научно-популярная литература. Только отражение окружающего мира средствами научного познания совместно с различными формами духовного творчества позволяют сформировать адекватное мировоззрение человека. Труд ученых и деятелей искусства объединяет людей в сообщество, которое мы и называем человечеством.

1.3. Зарождение и становление истории химии

Становление химии как самостоятельной отрасли естествознания вызвало интерес к пониманию путей ее исторического развития. Появление самых первых признаков целостности системы

химических знаний породили *химическую историографию*. В дальнейшем анализ эволюции химической науки стал предметом специальной дисциплины – *истории химии*.

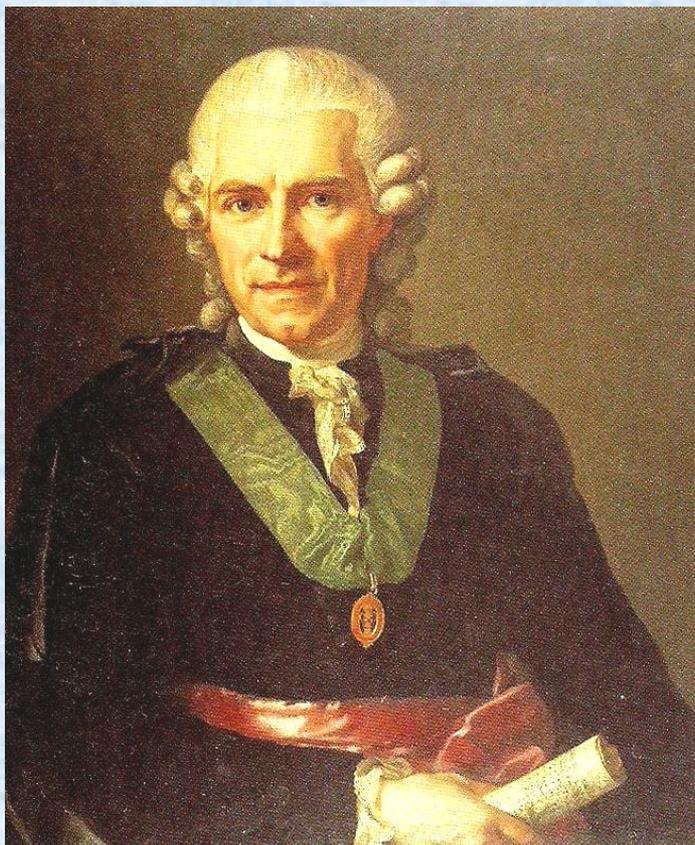
Первые попытки дать исторический обзор процесса поступательного развития химических знаний были предприняты уже в эпоху позднего Средневековья.

XVI век - **Р. Валленсиус**;

XVII век - немецкий алхимик **Иоганн Кункель**;

XVIII век - автор первой химической теории *флогистона* **Георг Шталь**;
- шведский ученый **Торберн Бергман** опубликовал книги «О происхождении химии» и «Истории химии в средние, или темные, века от середины VII в. до середины XVII в.».

В конце **XVIII столетия** вышла книга немецкого ученого **Иоганна Виглеба** «Историко-критическое исследование алхимии...» (1777 г.), которая завершила начальный период создания историографии химии. Эта работа послужила началом создания подлинно *научной историографии химии*.



Торберн Олаф Бергман



Иоганн Христиан Виглеб

На рубеже XVIII – XIX вв. немецкий ученый **Иоганн Фридрих Гмелин** опубликовал капитальный трехтомный труд «История химии со времен становления науки до конца XVIII столетия». В этой книге обсуждались некоторые *методологические проблемы*

истории химии, в частности, влияние на процесс накопления и систематизации химических знаний других отраслей науки, таких как философия и медицина. Трехтомник И. Ф. Гмелина послужил важным источником сведений грядущим поколениям исследователей истории химии.



Иоганн Фридрих Гмелин



Герман Франц Мориц Копп

XIX век - центральной фигурой среди историков химии стал **Герман Франц Мориц Копп**, посвятивший изучению историко-химических проблем практически 50 лет своей жизни. Его по праву считают классиком современной научной истории химии. Все работы немецкого ученого не утратили своей актуальности и до настоящего времени.

В России первым изданием по истории химии стала книга **Николая Александровича Меншуткина** «Очерк развития химических воззрений» (1883 г.), посвященная в основном проблемам становления теоретической химии.

Николай Александрович Меншуткин



В **XX в.** объем химических знаний неизмеримо возрос. Объектом исторического анализа все чаще становились либо отдельные периоды эволюции химических знаний, либо анализ развития определенных ее отраслей с момента возникновения. Одному автору становилось уже не под силу провести детальное исследование возникновения и прогресса всей химической науки, доводя изложение до современной ему эпохи.

Единственной попыткой такого рода в XX столетии можно считать монументальный труд английского ученого **Джеймса Партингтона** «История химии», насчитывающий четыре тома общим объемом около трех тысяч страниц. К огромному сожалению, это ценнейшее исследование до настоящего времени не переведено на русский язык.

Джеймс Риддик Партингтон



1.4. Периодизация истории химии

Единый, целостный подход к истории химии с самых отдаленных времен до современной эпохи окажется более плодотворным, если прибегнуть к подразделению ее на *периоды*. Такая периодизация имеет как мнемонический, так и дидактический смысл, и поэтому ее целесообразность принята всеми историками науки. В первых работах по историографии химии весь процесс эволюции химических знаний и теорий делили на два основных периода:

- а) *эмпирический*;
- б) *теоретический*.

Такой подход кажется вполне оправданным, поскольку на рубеже XVIII - XIX веков химия пережила процесс глубоких, поистине революционных преобразований. До этого момента решающую роль в процессе познания играл эксперимент, в подавляющем большинстве случаев не одухотворенный никакой научной теорией. В XVIII столетии все большее внимание ученые стали уделять осмыслению

полученных опытных данных, попыткам объяснить их при помощи единой умозрительной концепции.

По мнению многих историографов, только с развитием теоретических представлений химия стала **наукой**. Произошло это в течение двухсотлетнего периода – с середины XVI столетия и до середины XVIII века. С этого момента большинство ученых стали признавать критерием правильности химических теорий не только **качественное**, но, прежде всего, **количественное** доказательство. Лишь убедившись в необходимости предоставления точных доказательств в подтверждение теоретических воззрений, химия превратилась в современную науку.

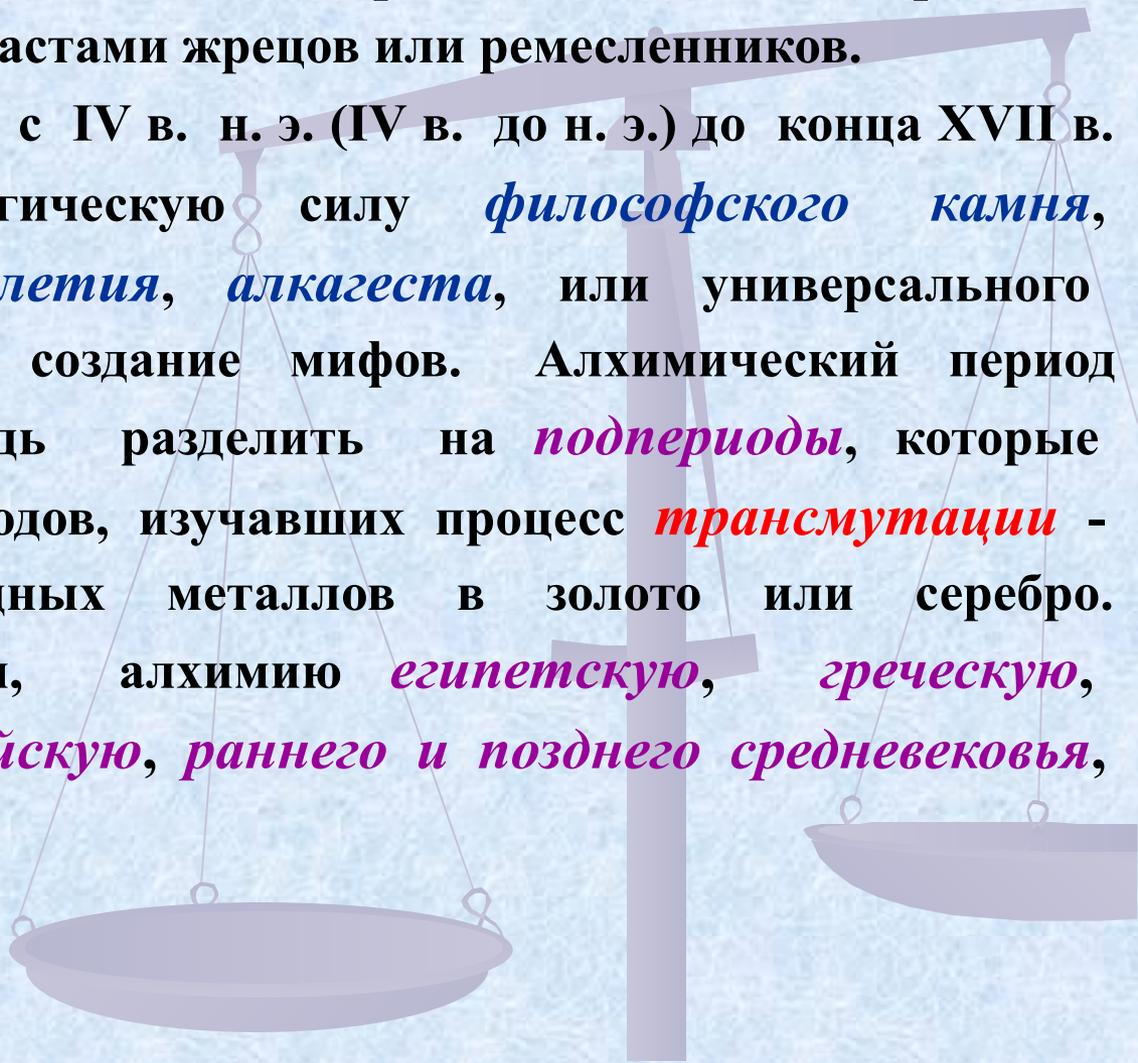
Об ограниченности такого подхода свидетельствует тот факт, что даже в период преимущественного развития теории эксперимент по-прежнему сохранил свое **особое значение**.

Целесообразность более подробной периодизации истории химии отстаивал в своих работах Дж. Партингтон. В соответствии с классификацией, принятой большей частью историков химии,

различают следующие эпохи:

1. *Период предалхимический* – от начала цивилизации до IV в. н. э. (IV в. до н. э.). Для него характерно отсутствие понятий, обобщающих приобретенные практические знания, передававшиеся по традиции из поколения в поколение кастами жрецов или ремесленников.

2. *Период алхимический* – с IV в. н. э. (IV в. до н. э.) до конца XVII в. Его отличает вера в магическую силу *философского камня*, поиски *эликсира долголетия*, *алкагеста*, или универсального растворителя, а также создание мифов. Алхимический период можно в свою очередь разделить на *подпериоды*, которые обозначаются именами народов, изучавших процесс *трансмутации* - «превращения» неблагородных металлов в золото или серебро. Различают, таким образом, алхимию *египетскую*, *греческую*, *арабскую*, *западноевропейскую*, *раннего и позднего средневековья*, *натуральной магии* и т.д.



3. *Период объединения химии* охватывает XVI, XVII и XVIII вв. и состоит из четырех подпериодов: *ятрохимии*, *пневматической химии* (химии газов), *теории флогистона* и *антифлогистической системы* Лавуазье.

Подпериод ятрохимии, заканчивающийся во второй половине XVIII в., характеризуется трудами Парацельса и идеей присоединения химии к «великой матери» – медицине, на которую смотрели как на универсальную науку. В течение этого подпериода родилась настоящая *прикладная химия*, которую можно рассматривать как начало современной промышленной химии, поскольку в это время развились металлургия, производство стекла и фарфора, искусство перегонки и т.д.

Подпериод пневматической химии характеризуется исследованием газов и открытием газообразных простых веществ и соединений. Кроме Р. Бойля, открывшего известный закон зависимости объема газа от давления, с пневматологией связаны имена Дж. Блэка, Г. Кавендиша, Дж. Пристли, Фонтаны и др. Все эти великие химики, за исключением Бойля, которого в известном отношении можно считать предвестником следующего периода, были приверженцами теории флогистона.

Подпериод теории флогистона характеризуется распространением флогистического учения, созданной на рубеже XVII и XVIII вв. Г.Э. Шталем для объяснения явлений горения и обжигания металлов. Представление о флогистоне быстро распространилась и почти в течение века господствовало при объяснении химических явлений. Люди выдающегося ума, как, например, Дж. Пристли и К.В. Шееле, были настолько захвачены идеей флогистона, что так и не осознали роли полученного и исследованного ими кислорода в явлениях горения и обжигания.

Подпериод антифлогистической системы характеризуется новаторскими трудами А. Л. Лавуазье, который, изучая горение и обжигание, не только выяснил и сделал очевидной для других роль кислорода в этих явлениях, разрушив тем самым основу теории флогистона, но также внес определенную четкость в понятие химического элемента и доказал экспериментально закон сохранения массы вещества.

Период объединения химии, охватывающий эти четыре подпериода, очень важен потому, что с ним связано зарождение и упрочнение

химии как науки, независимой от других естественных наук.

4. *Период количественных законов* охватывает первые шестьдесят лет XIX века и характеризуется возникновением и развитием атомистического учения Дж. Дальтона, молекулярной теории А. Авогадро, экспериментальными исследованиями по определению атомных масс, установлением и обоснованием правильных атомных масс, разработкой атомно-молекулярной реформы С. Канниццаро с его точными формулировками основных понятий: *атом, молекула, химический эквивалент.*

5. *Период классической химии* длился с 60-х годов XIX в. до начала XX в. Это золотой период химии, потому что в течение немногим более полувека были разработаны периодическая классификация химических элементов, представление о валентности, теория ароматических соединений и стереохимия, утвердилось физическая химия, углубились методы исследования строения вещества, были получены огромные успехи в синтетической органической химии, подготовлено уничтожение всяких преград между инертной и живой материей, а также многое другое.

6. *Современный период* продолжается с начала XX в. до наших дней. За этот период объем химических исследований значительно возрос, так что отдельные ветви химии – неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, техническая химия, фармацевтическая химия, химия пищевых продуктов, агрохимия, геохимия, биохимия, ядерная химия и т. д. – приобрели признаки независимых наук.

Следует признать, что разделение процесса эволюции химических знаний на периоды не следует переоценивать по двум основным причинам. Во-первых, потому, что науку нельзя расчленять в ее историческом развитии, поскольку этот процесс является единым и непрерывным. Во-вторых, потому, что отдельные периоды перекрываются либо предыдущими, либо последующими, а иногда сосуществуют и с теми, и другими одновременно.

