

ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА  
КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Г.Ф. Мельникова

Роль химии в развитии естественнонаучных знаний

Учебно-методическое пособие

Казань 2022

Печатается по рекомендации Химического института им.А.М.Бутлерова  
Казанского (Приволжского) федерального университета

Рецензенты:

доктор педагогических наук, профессор А.Р. Камалеева  
кандидат химических наук, доцент И.Д. Низамов (К(П)ФУ)

Мельникова Гульнар Фаритовна

Роль химии в развитии естественнонаучных знаний: учебно-методическое пособие/Г.Ф. Мельникова.-Казань,2022.-40 с.

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению: 44.03.01 педагогическое образование (профиль-химия). Изложено краткое содержание данного курса, представлены вопросы для самоконтроля, комплекс письменных заданий.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2022  
Г.Ф. Мельникова, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема 1.Естествознание как отрасль научного познания	4
Тема 2.Естественнонаучные достижения арабской культуры	7
Тема 3.Научные революции в познании мира	17
Тема 4.Астрономическая картина мира	22
Тема 5. Эволюция и строение Земли	31
Тема 6. Физическая картина мира	37
Тема 7. Современная химическая картина мира	43
Тема 8. Современная биологическая картина мира	52
Тема 9. Экология и современная концепция биосферы	61
Литература	72

## **Тема 1. Естествознание как отрасль научного познания.**

1.Естествознание. Определение и содержание понятия. Предмет и задачи естествознания.

2.Наука как способ познания мира.

3. Методы естественнонаучного знания.

4.Структура современного естествознания.

1.Естествознание. Определение и содержание понятия. Предмет и задачи естествознания. Слово «естествознание» (<естество – природа) означает знание о природе, или природоведение. В латинском языке слову “природа” соответствует слово *natura*, поэтому в немецком языке, ставшем в 17-19 вв. языком науки, все о природе стали называться "Naturwissenschaft".

На этой же основе появился и термин «натурфилософия» – общая философия природы. В древнегреческом языке слову природа очень близко слово «физис» («фюзис»). Первоначально все знание о природе действительно относилось к физике (в древности – «физиология»). Так Аристотель (III в. до н.э.) называл своих предшественников «физиками» или физиологами. Физика, таким образом, стала основой всех наук о природе. В настоящее время имеются два определения естествознания.

1.Естествознание – наука о природе, как о единой целостности.

2.Естествознание – система наук о природе.

К естественным наукам относят физику, химию, биологию, космологию, астрономию, географию, геологию и частично психологию. Кроме того, существует множество наук, возникших на стыке названных (астрофизика, физическая химия, биофизика и т.д).

2.Наука как способ познания мира. Наука-особая система знаний, включающая в себя методы познания мира и способы мышления (умозаключения, концепции, законы), развивающиеся как по мере развития самой науки, так и всей человеческой цивилизации.

Процесс научного познания в самом общем виде представляет собой решение различного рода задач, возникающих в ходе практической деятельности. Решение

возникающих при этом проблем достигается путем использования особых приемов (методов), позволяющих перейти от того, что уже известно, к новому знанию. Такая система приемов обычно и называется методом. Метод есть совокупность приемов и операций практического и теоретического познания действительности.

Методы естественнонаучного знания. В основе методов естествознания лежит единство его эмпирической и теоретической сторон. Они взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Их разрыв, или преимущественное развитие одной за счет другой, закрывает путь к правильному познанию природы - теория становится беспредметной, опыт - слепым. Эмпирическая сторона предполагает необходимость сбора фактов и информации (установление фактов, их регистрацию, накопление), а также их описание (изложение фактов и их первичная систематизация). Теоретическая сторона связана с объяснением, обобщением, созданием новых теорий, выдвижением гипотез, открытием новых законов, предсказанием новых фактов в рамках этих теорий. С их помощью вырабатывается научная картина мира и тем самым осуществляется мировоззренческая функция науки.

Методы естествознания могут быть подразделены на группы:

а) общие методы, касающиеся всего естествознания, любого предмета природы, любой науки. Это различные формы метода, дающего возможность связывать воедино все стороны процесса познания, все его ступени, например, метод восхождения от абстрактного к конкретному, единства логического и исторического. Это, скорее, общепhilosophические методы познания.

б) особенные методы - специальные методы, касающиеся не предмета естествознания в целом, а лишь одной из его сторон или же определенного приема исследований: анализ, синтез, индукция, дедукция;

К числу особенных методов также относятся наблюдение, измерение, сравнение и эксперимент.

В естествознании различают науки фундаментальные и прикладные. Фундаментальные науки – физика, химия, астрономия – изучают базисные структуры мира, а прикладные занимаются применением результатов фундаментальных исследований для решения как познавательных, так и социально-практических задач.

Например, физика металлов и физика полупроводников являются теоретическими прикладными дисциплинами, а металловедение, полупроводниковая технология – практическими прикладными науками. Таким образом, познание законов природы и построение на этой основе картины мира – непосредственная, ближайшая цель естествознания. Содействие практическому использованию этих законов – конечная его задача.

От общественных и технических наук естествознание отличается по предмету, целям и методологии исследования. При этом естествознание рассматривается как эталон научной объективности, поскольку эта область знания раскрывает общезначимые истины, принимаемые всеми людьми. К примеру, другой крупный комплекс наук – обществознание – всегда был связан с групповыми ценностями и интересами, имеющимися как у самого ученого, так и в предмете исследования. Поэтому в методологии обществознания наряду с объективными методами исследования приобретает большое значение переживание изучаемого события, субъективное отношение к нему. Естествознание имеет существенные методологические отличия и от технических наук, обусловленные тем, что целью естествознания является познание природы, а целью технических наук – решение практических вопросов, связанных с преобразованием мира. Однако провести четкую грань между естественными, общественными и техническими науками на современном уровне их развития нельзя, поскольку существует целый ряд дисциплин, занимающих промежуточное положение или являющихся комплексными. Так, на стыке естественных и общественных наук находится экономическая география, на стыке естественных и технических – бионика. Комплексной дисциплиной, которая включает и естественные, и общественные, и технические разделы, является социальная экология.

Таким образом -современное естествознание представляет собой обширный развивающийся комплекс наук о природе, характеризующийся одновременно идущими процессами научной дифференциации и создания синтетических дисциплин и ориентированный на интеграцию научных знаний. Естествознание является ос-

новой для формирования научной картины мира. Естествознание представляет собой весьма разветвленную область научного знания, затрагивающего широкий спектр вопросов о самых разных аспектах жизнедеятельности природы. Природа как объект изучения естествознания сложна и многообразна в своих проявлениях: она непрерывно изменяется и находится в постоянном движении. Соответственно это многообразие нашло свое отражение в большом количестве концепций, посвященных практически всем природным процессам и явлениям. Внимательное их изучение показывает, что Вселенная регулярна и предсказуема; материя состоит из атомов и элементарных частиц; свойства материальных объектов зависят от того, какие атомы входят в их состав и как они там расположены; атомы состоят из кварков и лептонов; звезды рождаются и умирают, как и все остальное в мире; Вселенная возникла в далеком прошлом и с тех пор она расширяется; все живое состоит из клеток, а все организмы появились в результате естественного отбора; природные процессы на Земле происходят циклами; на ее поверхности постоянно происходят изменения и нет ничего вечного и др. В целом мир одновременно един и удивительно многообразен, он вечен и бесконечен в беспрестанном процессе взаимопревращения одних систем в другие, при этом каждая его часть относительно самостоятельна, будучи неизбежно зависимой от общих законов бытия.

### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Каковы особенности естествознания
2. Основные этапы истории развития естествознания.
3. Основные методы научного познания
4. Выбрать 2 научные статьи из журнала (2018-2022гг.). В области химии или химического образования. Указать выходные данные, выявить методы исследования, которыми воспользовался автор. Выявить какие задачи он решил при помощи этих методов.

## **Тема 2. Естественные научные достижения арабской культуры**

1. Развитие арабских естественных наук.

2. Естественнонаучные достижения арабской культуры в области философии, астрономии, математики, физики, химии и медицины.

1. Развитие арабских естественных наук. Арабская культура, средневековая культура, сложившаяся в Арабском халифате в 7—10 вв. в процессе культурного взаимодействия арабов и завоеванных ими народов Ближнего и Ср. Востока, Сев. Африки и Юго-Зап. Европы. В научной литературе термин «А. к.» употребляется как для обозначения культуры собственно арабских народов, так и в применении к средневековой арабоязычной культуре ряда других народов, входивших в состав Халифата. В последнем значении понятие «А. к.» иногда отождествляют с понятием «мусульманская культура» (т. е. культура мусульманских народов) и его употребление является условным. На территории Аравийского полуострова А. к. предшествовала культура доисламских арабов — кочевого и земледельческого населения, находившегося в стадии перехода к ранней форме классового общества. Носители ее были в основном политеистами. В 4—6 вв. она испытывала влияние древнеиудейской, сиро-эллинистической, иудейской, иранской культур. Характерным элементом доисламской культуры этого периода (т. н. джахилийя) была развитая устная народная словесность. Формирование собственно А. к. относится к периоду возникновения ислама (7 в.) и создания Халифата, который в результате арабских завоеваний превратился в огромное государство. Основанная арабами государственно-политическая общность, дополненная религиозной, а в большинстве районов и языковой общностью, создала условия для возникновения общих форм культурной жизни народов Халифата. На ранних этапах формирование А. к. представляло собой главным образом процесс освоения, переоценки и творческого развития в новых идеологических и социально-политических условиях (ислам и Халифат) наследия культур покоренных народов (древнегреческой, эллинистическо-римской, арамейской, иранской и др.). Сами арабы дали А. к. такие компоненты, как религия ислама, арабский язык и традиции бедуинской поэзии. Значительный вклад в А. к. внесли народы, которые, приняв ислам, сохранили национальную, а затем возродили и государственную самостоятельность (народы Ср. Азии, Ирана, Закавказья). Важную роль сыграла также часть населения Халифата, не принявшая

ислам (сирийцы-христиане, иудеи, персы-зороастрийцы, представители гностических сект Передней Азии); с их деятельностью (особенно сирийцев-несториан и сабиев г. Харрана) связано, в частности, распространение философско-этических идей и научного наследия античности и эллинизма. В 8—9 вв. на арабский язык были переведены многие научные и литературные памятники древности, в том числе греческие, сирийские, среднеперсидские и индийские. В переводах и обработках они вошли в состав арабской письменности и способствовали установлению преемственной связи с культурой эллинистического мира, а через нее — с античной и древневосточной цивилизацией.

2. Естественные научные достижения арабской культуры в области философии, астрономии, математики, физики, химии и медицины.

С конца 7 в. до середины 8 в. наряду с Дамаском, столицей Омейядов, главными центрами, определявшими формирование А. к., были Мекка и Медина в Аравии, Куфа и Басра в Ираке. Религиозные и философские идеи, первые достижения науки, каноны арабской поэзии, образцы архитектуры и т.п. получали распространение и дальнейшее развитие в провинциях Омейядского халифата, на обширной территории от Пиренеев до р. Инд.

С образованием халифата Аббасидов (750) центр А. к. на востоке Халифата переместился из Сирии в Ирак, в основанный в 762 Багдад, который почти три столетия был средоточием лучших культурных сил мусульманского Востока. В 9—10 вв. А. к. достигла наивысшего расцвета. Ее достижения обогатили культуру многих народов, в частности народов средневековой Европы, и составили выдающийся вклад в мировую культуру. Это относится прежде всего к развитию философии, медицины, математики, астрономии, географических знаний, филологических и исторических дисциплин, химии, минералогии. Замечательными памятниками отмечено развитие материальной культуры и искусства (архитектура, художественной ремесло).

Распад Аббасидского халифата (середина 10 в.) в связи с образованием на его территории самостоятельных государств привел к сужению сферы распростране-

ния А. к. и постепенному уменьшению ее роли в общем развитии мировой культуры. В мусульманской Испании, отделившейся от халифата Аббасидов еще в 8 в., начала самостоятельное развитие т. н. арабо-испанская культура. В восточных провинциях Халифата в конце 9 в. формируются очаги Иранского культурного и национального возрождения. Персидский язык вытесняет арабский язык сначала из литературы и поэзии, а затем и из некоторых гуманитарных наук (история, география и др.). Арабский язык сохранял здесь значение как язык Корана, религиозно-канонических (право, теология) и ряда естественнонаучных дисциплин (медицина, математика, астрономия, химия), а также философии. Центры А. к. перемещаются в Сирию, Египет, Испанию.

В Сев. Африке при Фатимидах (10—12 вв.) и Айюбидах (12—13 вв.) продолжалось развитие лучших традиций А. к. в области науки, литературы, искусства и материальной культуры, хотя и с меньшим влиянием на общий прогресс культуры народов мусульманского Востока, чем в 8 — 1-й половине 10 вв. К концу 10 в. Багдад уступил первенствующую роль Каиру.

Крупным достижением А. к. позднего средневековья явилось создание историком и социологом Ибн-Хальдуном (1332—1406) историко-философской теории общественного развития.

В 16 в. арабские страны превратились в провинции Османской империи. А. к. пришла в упадок, хотя и в этот период старые культурные центры Сирии, Ирака и Египта по традиции сохраняли притягательную силу для мусульманских ученых.

Качественно новый период развития А. к. начинается с 1-й половины 19 в. В обстановке экономического и политического возрождения арабских стран в новое время, в условиях начала развития национально-освободительного движения и, наконец, складывания независимых арабских государств происходит формирование современной А. к., преимущественно в рамках каждой из арабской стран.

Философия. На Западе большая часть греческого философского и научного наследия была утрачена в период между падением Римской империи и культурным ренессансом XIII—XIV веков. Однако в «темные века» греческая философия и наука были перенесены в другую культуру. Часто говорят, что западная философия и

наука «были сохранены» в арабо- исламской культуре. Это верно, но требует некоторых уточнений. Арабы не были пассивными хранителями греческой культуры и науки. Правильнее сказать, что они активно усвоили эллинистическое наследие и творчески развили его. Это усвоение стало источником новой научной арабоязычной традиции, которая до научной революции XVI–XVII веков доминировала в интеллектуальной культуре большей части мира.

После закрытия Юстинианом I (483–565) последней философской школы в восточной части Римской империи многие философы переместились дальше на восток. В Египте и Сирии, Ираке и Иране, которые ранее находились под римским владычеством и теперь попали под власть арабских династий, не было внезапного перерыва в интеллектуальной жизни. В Сирии, Иране и других местах сохранялась эллинистическая философская и научная традиция. Здесь рано были переведены на сирийский язык Аристотель и другие греческие философы. Однако настоящий прорыв в освоении греческой культуры начался с воцарением в Багдаде династии Аббасидов. Правление Харун ар-Рашида (763/766-809) ознаменовало собой начало первого всестороннего эллинистического ренессанса в арабском мире. Он начался с многочисленных переводов на сирийский язык, большая часть которых на ранней стадии делалась христианами. Аль-Рашид активно поддерживал ученых, которые изучали греческий язык и переводили греческие философские и научные труды. Он также посылал людей на Запад для приобретения греческих манускриптов.

Наибольший вклад арабов в историю науки связан с их достижениями в медицине, астрономии и оптике. Арабский врач и философ Ар-Рази (ar-Razi, 865–925/934) был первым врачом, лечившим такие детские болезни, как корь и ветряная оспа. Рази был сторонником аристотелевской практической мудрости (*phronesis*) и критически относился к религиозным спекуляциям. Он написал несколько учебников, которые были широко известны не только среди арабов, но и на Западе. Одна из его важнейших работ была переведена на латинский язык (*Книга объемлющая, Liber Almansoris*) и в дальнейшем тщательно изучалась Парацельсом и Гельмонтом (Jan/Joannes Baptista van Helmont, 1580–1644).

Ибн Сина, или Авиценна (980-1037), продолжил работу ар-Рази. Как врач Ибн Сина находился под сильным влиянием Галена. Его основной труд Канон врачебной науки (*The Canon of Medicine*) был широким синтезом лучшего в греческой и арабской медицине. В европейских университетах этот труд использовался до XVI в. в качестве основного учебника по медицине. Ибн Сина был также выдающимся философом. Он стремился сформулировать положения ислама с помощью понятий, заимствованных из аристотелевской логики и поздней греческой метафизики (неоплатонизма). Для Ибн Сины Бог являлся Первопричиной, или Создателем, но сотворенный мир понимался им как серия исходящих от Бога эманаций. Человеческая душа рождается из эманации Божественного Света, а человеческая жизнь является странствием назад к Свету, к Богу. Важным моментом философии Ибн Сины было его понимание материи. Придерживаясь взглядов Платона и Аристотеля, он, видимо, отвергает идею о творении Богом материи из ничего (*ex nihilo*). Эманация Божественного Света наполняет, но не порождает материю. Эта точка зрения вызвала острые споры в ранней исламской философии. Неоплатонизм Ибн Сины был атакован в нескольких трудах аль-Газали (*Al-Ghazali*, 1058–1111), одним из крупных исламских мистиков и теологов. Главное обвинение аль-Газали состояло в том, что Бог философов не является Богом Корана. Если философия приходит в столкновение с Кораном, то она должна отступить. Как известно, похожие конфликты в то же самое время происходили и в христианском мире.

Ибн Рушд, или Аверроэс, принял вызов аль-Газали. На Западе Аверроэс часто рассматривается как наиболее влиятельный арабский мыслитель. Ибн Рушд родился в Кордове и получил основательное по тем временам научное образование. Одно время он был судьей в Севилье и Кордове и завершил свою земную карьеру в качестве личного врача халифа Маракеша. В Европе Ибн Рушд особенно известен своими комментариями к трудам Платона и Аристотеля. Он оказал существенное влияние на Фому Аквинского, а до XVII в. термин «аверроизм» вообще обозначал западную схоластику. В противоположность аль-Газали Ибн Рушд утверждал, что не может быть никакого противоречия между философскими заключениями и словом Корана. «Так как эта религия является истинной и поощряет изучение, ведущее

к знанию, мы, мусульмане, знаем, что исследование с помощью разума не ведет к выводам, которые противоречат тому, чему учит Коран. Поскольку истина не противоречит истине, но гармонизирует с ней и свидетельствует о ней» [См. G.F.Hourani. *Averroes on the Harmony of Religion and Philosophy*. London, 1961, p. 50.].

Важную роль в передаче химических знаний, накопленных в греко-александрийский период, играли научные центры арабской Испании и Сицилии. После завоевания власти Аббасидами испанский эмират не признал новых халифов и выделился в самостоятельный испанский халифат (около 750 г.). Здесь также возникли крупные центры науки и культуры, получившие широкую известность в VIII–XII вв. Испанские арабы ушли далеко вперед в культурном развитии по сравнению со своими европейскими соседями. Среди испанских центров арабской культуры следует назвать прежде всего Кордовский центр. В Кордове была учреждена высшая школа (961 г.), в которой преподавались философия, математика, астрономия и астрология, медицина, алхимия и другие науки. Здесь имелась богатейшая библиотека, составленная из арабских, греческих и латинских рукописей по различным областям знания. В Кордове были также многочисленные общеобразовательные начальные школы. Подобные же учреждения были организованы и в других крупных городах Испании — Гренаде, Севилье и Толедо.

Ар-Рази приписывают много сочинений по различным вопросам, главным образом по медицине и алхимии. Среди его алхимических сочинений наиболее известны «Книга тайн» и «Книга тайны тайн» (или

«Секреты секретов»). Ар-Рази, очевидно, хорошо знал труды греческих философов и произведения александрийских авторов, имевшиеся в переводах на персидском и сирийском языках, а также частично на арабском языке. Он изучил и оригинальные сочинения арабских авторов VIII и IX вв.

Теоретические представления ар-Рази базируются на признании следующих пяти принципов всего существующего, которые он считал вечными: творец, душа, материя, время и пространство. Все вещи, по его мнению, состоят из неделимых элементов (атомов) и пустого пространства между ними. Эти элементы вечны,

неизменны и обладают определенными размерами. Свойства веществ, состоящих из четырех, начал Аристотеля, определяются размерами составляющих их атомов и пустот между ними. Величина пустого пространства между атомами самих четырех начал определяет их естественное движение. Так, вода и земля движутся вниз, в то время как огонь и воздух — вверх (7).

Ар-Рази верил, что трансмутация металлов вполне возможна. Целью алхимии, по его мнению, и является трансмутация металлов при помощи «эликсира», осуществляемая через операцию получения «основы» металла. Кроме того, алхимия должна заниматься получением из «обычных» камней (кварца и стекла) драгоценных камней. Основными элементами, составляющими металлы, ар-Рази, следуя Джабиру, считал ртуть и серу, однако он добавлял к ним еще третий компонент «соляной природы» (8). Это представление о составе металлов получило в дальнейшем широкое распространение в европейской алхимической литературе. В сочинениях ар-Рази говорится о множестве разнообразных веществ. Кроме этого, ар-Рази описывает различные химические аппараты и приборы и химические операции. В «Книге тайн» он делит весь материал алхимии на три раздела: 1) Познание вещества, 2) Познание приборов и 3) Познание операций.

Большой интерес для суждения об уровне химии и химической техники IX–X вв. представляет сочинение Ар-Рази «Книга тайны тайн», старейшая рукопись которой обнаружена У. И. Каримовым в Ташкенте (9). Здесь описываются приемы окраски металлов в различные цвета, «фиксация ртути», операции «удвоения» золота, «эликсиры», кальцинация (обжиг) металлов и других веществ, операции растворения, возгонки, размягчения, а также разнообразные минеральные, растительные и животные вещества и их обработка (10).

Ар-Рази впервые в истории химии предпринял попытку классифицировать все известные ему вещества. Он разделяет все вещества на три больших класса: 1) землистые (минеральные), 2) растительные и 3) животные. Минеральные вещества он делит на шесть групп: 1) «духи» (спирты, летучие вещества), к этой группе он относит ртуть, нашатырь, аурипигмент или реальгар (вероятно, и то и другое) и серу; 2) «тела» (т. е. металлы), всего их семь: золото, серебро, медь, железо, олово,

свинец, и «харасин» (вероятно, цинк[8]); 3) «камни», всего их тринадцать: марказит, марганцовая руда, бурый железняк, галмей, ляпис-лазурь, малахит, бирюза, красный железняк, белый мышьяк, сернистый свинец и сернистая сурьма, слюда, гипс и стекло; 4) купоросы, их шесть видов: черный купорос, квасцы, белый купорос (вероятно, цинковый), зеленый купорос, желтый ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), красный (вероятно, также сульфат железа); 5) «бораки» (бура?), их также шесть видов: хлебная бура (вероятно, поташ), натрон (сода) бура ювелиров, «тинкар» (род мыла, применявшегося при пайке металлов), зараванская бура, арабская бура; 6) «соли», 11 видов: хорошая соль (обычная), горькая (возможно, мирабилит или английская), каменная, белая, нефтяная, индийская, китайская соль, поташ, соль мочи, известь и соль золы (11).

Растительные вещества Ар-Рази не перечисляет, упоминая лишь о том, что они редко употребляются. Из животных веществ он выделяет 10: волосы, кости черепа, мозг, желчь, кровь, молоко, моча, яйца, раковины («мать перлов») и рог.

Кроме этих основных групп веществ ар-Рази выделяет группу так называемых производных веществ. К их числу он относит «тела» и «нетела» (т. е. металлы и неметаллы). К числу производных тел — металлов относятся сплавы: латунь, бронза, сплав семи металлов, сплав меди со свинцом (свинцовая бронза) и «муфраг». К числу неметаллов относятся: ярь-медянка, крокус, свинцовый глет, сурик, свинцовые белила, окись меди и др.

Из этого списка веществ и материалов, а также из перечня аппаратов и приборов, приведенного в сочинениях ар-Рази, следует, что его лаборатория была хорошо оснащена. В ней имелись, в частности, кубки, колбы, тазы, стеклянные блюда для кристаллизации, кувшины, кастрюли, горелки, нефтяные лампы, жаровни и печи (атанор), печи для плавки, напильники, шпатели, ковши, ножницы, молотки, щипцы, песчаные и водяные бани, фильтры из тканей и шерсти, аламбики, алудели, воронки, кукурбиты, ступки с пестиками, сита металлические, волосяные и шелковые и другие приборы и принадлежности .

Ар-Рази описал различные химические операции, в частности плавление тел, декантацию, фильтрование, дигерирование (настаивание при повышенной температуре), дистилляцию, сублимацию, амальгамацию, растворение, коагуляцию (сгущение) и др.

По традиции, установленной его предшественниками, ар-Рази считал занятия алхимией тайным делом и дал своим книгам соответствующие заглавия («Книга тайн», «Книга тайны тайн»). В «Книге тайны тайн» говорится: «Знай это и [да будет] запрещено тому, кому попадет эта наша книга, показывать ее тем, кто не принадлежит к нам или недостойн [этого], [да воспретится] осведомлять о ней всякого [человека] или делать ее достоянием негодяев, которые причисляют себя к нам, хотя и не принадлежат к нам и не [идут] по нашему пути; или [показывать ее] неучам и глупцам, которые воспользуются ею, чтобы грешить... Запрещено препятствовать [пользоваться нашей книгой] достойным людям, которыми являются наши братья или наши друзья, или тот, кто принадлежит к людям образованным и разумным...».

Сочинения Ар-Рази вскоре проникли в арабскую Испанию и в дальнейшем были переведены на латинский язык и особо почитались западноевропейскими алхимиками.

Деятельность значительного числа арабских химиков относится к более позднему времени развития арабской культуры. Однако они внесли мало нового в комплекс теоретических и практических знаний, нашедших уже отражение в произведениях арабских алхимиков раннего периода, особенно Джабира ибн Гайяна и ар-Рази. Теоретические представления позднейших арабских ученых эклектичны и в своей основе содержат идеи неоплатоников. Огромная арабская империя, весьма пестрая в этническом отношении, с различными уровнями экономики в отдельных частях, естественно, не могла оставаться прочной в течение длительного времени в условиях феодального уклада жизни. Уже в XI в. она стала распадаться. В некоторых ее частях возникли самостоятельные халифаты.

Политическая слабость халифатов, постоянные междоусобные войны привели к тому, что арабские государства не смогли противодействовать натиску с востока монгольских завоевателей — тюрков, которые стояли на значительно более низком уровне культурного развития. Тюрки особенно усилились в XI и XII вв., когда обосновались в Средней Азии. В 1258 г. они завладели Багдадом — столицей наиболее сильного арабского халифата.

В этих условиях наука у арабов постепенно отошла на второй план. Ученые, врачи и алхимики, лишившиеся благоприятных условий для своей деятельности, превратились в фанатиков-искателей способов изготовления эликсира и философского камня. В своей литературной деятельности они перешли от оригинальных сочинений к пересказам и комментированию старых авторов. Подобно ученым Александрийской академии позднейшего периода, они, не имея успеха в поисках «эликсиров» и «медикаментов», стали прибегать к мистификациям, зашифровывали непонятными символами и аллегориями точный смысл химических операций, а также названия применяемых веществ. Такое вырождение арабской алхимии очень напоминает подобные же явления в истории западноевропейской алхимии.

#### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Взаимоотношения исламской религии и науки в Арабском халифате.
2. Античная наука. Возникновение первых научных программ.
3. Естественнонаучные достижения средневековой арабской культуры.
4. Греческое наследие в арабо-мусульманской культуре
5. Достижения арабской науки: медицина, математика, химия, история.

#### **Тема 3. Научные революции в познании мира.**

1. Понятие научной картины мира.
2. Понятие научной революции.
3. Глобальные научные революции

1. Понятие научной картины мира. Научная картина мира – целостная система представлений об общих свойствах и закономерностях действительности, существующая на определенных этапах развития науки на основе обобщения фундаментальных научных концепций.

Революции в естествознании связаны с изменениями способов познания. Научная революция - это закономерный и периодически повторяющийся в истории науки процесс качественного перехода от одного способа познания к другому, который отражает более глубинные связи и отношения природы.

Первый этап научной революции - формирование непосредственных предпосылок (эмпирических, теоретических, ценностных) нового способа познания в недрах старого. Оно осуществляется в русле образования и попыток разрешения некоторой проблемной ситуации в науке. Развитие такой проблемной ситуации на этом этапе идет от осознания потребности в новом способе познания до формирования идеи о содержании основания такого способа познания.

Второй этап научной революции нацелен на непосредственное развитие оснований нового способа познания. Он начинается с выдвижения идеи (т.е. с того, чем заканчивается первый этап), продолжается ее развитием вплоть до формулирования принципов фундаментальной теории и завершается выработкой методологических установок познания.

Третий этап научной революции - это утверждение качественно нового способа познания. На этом этапе происходит преобразование предпосылок нового способа познания и их включение с этот новый способ познания. При этом старый, исходный способ познания превращается в подчиненный момент нового способа познания. В реальной практике научного познания этот этап связан с проверкой, применением, подтверждением новой фундаментальной теории, уточнением ее соответствия предшествующему теоретическому знанию и данным нового эмпирического базиса, а также новым методологическим установкам познания. На этом этапе формируется понимание объекта познания.

Научные революции по результатам и степени их влияния на развитие науки разделяются на глобальные научные революции и на «микрореволюции» в отдельных науках; последние приводят к созданию новых теорий только в той или иной области науки и меняют представления об определенном, сравнительно узком, круге явлений, не оказывая существенного влияния на научную картину мира и философские основания науки в целом.

3. Глобальные научные революции. Глобальные научные революции приводят к формированию совершенно нового видения мира и влекут за собой новые способы и методы познания. Глобальная научная революция может первоначально происходить в одной из фундаментальных наук (или даже формировать эту науку), превращая ее в лидера науки. Кроме того, следует учитывать и тот факт, что научные революции – событие не кратковременное, поскольку коренные изменения требуют определенного времени.

Началом естественнонаучной революции могут послужить достаточно радикальные изменения в любом из компонентов, например, открытие неизвестных ранее классов природных объектов, появление принципиально новых методов и средств исследования. Чаще всего, революции в естествознании начинаются с появления глубоких противоречий и парадоксов в сложившейся системе знания. Так, например, начало революционным преобразованиям современного естествознания положила революция в физике первой трети XX века. Ей же в свою очередь предшествовала полоса, когда сами физики пессимистически оценивали перспективы развития своей науки.

Естественнонаучные революции имеют еще одну важную черту. Новые теории, получившие свое обоснование в ходе естественнонаучной революции не опровергают прежние, если их справедливость была достаточно обоснована. В этих случаях действует так называемый принцип соответствия: старые теории сохраняют свое значение как предельный и в известном смысле частный случай новых, более общих и точных. Так, классическая механика Ньютона является предельным, частным случаем теории относительности, а современная теория эволюции не опровергает теорию Дарвина, но дополняет и развивает ее и т.п.

В современную эпоху мы являемся свидетелями новых радикальных изменений в основаниях науки. Эти изменения можно охарактеризовать как четвертую глобальную научную революцию, в ходе которой рождается новая постнеклассическая наука.

Четвертая научная революция произошла в последнюю треть XX в. означает появление постнеклассической науки. Данная революция связана с появлением особых объектов исследования, что привело к радикальным изменениям в основаниях науки. Объектами изучения становятся исторически развивающиеся системы (Земля как система взаимодействия геологических, биологических и техногенных процессов; Вселенная как система взаимодействия микро- и мега-мира и др.) В неклассической науке идеал исторической реконструкции использовался преимущественно в гуманитарных науках (история, археология, языкознание и т. д.), а также в ряде естественно-научных дисциплин (геология, биология). В постнеклассической науке историческая реконструкция как тип теоретического знания стала использоваться в космологии, астрофизике и даже в физике элементарных частиц. Физика вторгается в структуру элементарных частиц, входит в обращение понятие «кварки».

Интенсивное применение научных знаний практически во всех сферах социальной жизни, изменение самого характера научной деятельности, связанное с революцией в средствах хранения и получения знаний (компьютеризация науки, появление сложных и дорогостоящих приборных комплексов, которые обслуживают исследовательские коллективы и функционируют аналогично средствам промышленного производства и т.д.) меняет характер научной деятельности. Наряду с дисциплинарными исследованиями на передний план все более выдвигаются междисциплинарные и проблемно-ориентированные формы исследовательской деятельности. Если классическая наука была ориентирована на постижение все более сужающегося, изолированного фрагмента действительности, выступавшего в качестве предмета той или иной научной дисциплины, то специфику современной науки конца XX века определяют комплексные исследовательские программы, в

которых принимают участие специалисты различных областей знания. Организация таких исследований во многом зависит от определения приоритетных направлений, их финансирования, подготовки кадров и др. В самом же процессе определения научно-исследовательских приоритетов наряду с собственно познавательными целями все большую роль начинают играть цели экономического и социально-политического характера.

Реализация комплексных программ порождает особую ситуацию сращивания в единой системе деятельности теоретических и экспериментальных исследований, прикладных и фундаментальных знаний, интенсификации прямых и обратных связей между ними. В результате усиливаются процессы взаимодействия принципов и представлений картин реальности, формирующихся в различных науках. Все чаще изменения этих картин протекают не столько под влиянием внутридисциплинарных факторов, сколько путем "парадигмальной прививки" идей, транслируемых из других наук. В этом процессе постепенно стираются жесткие разграничительные линии между картинами реальности, определяющими видение предмета той или иной науки. Они становятся взаимозависимыми и предстают в качестве фрагментов целостной общенаучной картины мира.

На ее развитие оказывают влияние не только достижения фундаментальных наук, но и результаты междисциплинарных прикладных исследований. В междисциплинарных исследованиях наука, как правило, сталкивается с такими сложными системными объектами, которые в отдельных дисциплинах зачастую изучаются лишь фрагментарно, поэтому эффекты их системности могут быть вообще не обнаружены при узкодисциплинарном подходе, а выявляются только при синтезе фундаментальных и прикладных задач в проблемно-ориентированном поиске.

Ориентация современной науки на исследование сложных исторически развивающихся систем существенно перестраивает идеалы и нормы исследовательской деятельности.

#### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Концепции истинности знания.
2. Эволюция науки и проблема критериев научности.

4. Научные революции их краткая характеристика.
5. Особенности классической научной картины мира.
6. К каждой научной революции подобрать 3 научных открытия, совершенных в тот период (краткое описание научного открытия).

#### **Тема 4. Астрономическая картина мира**

1. Галактики.
2. Млечный путь.
3. Магнитные поля. Красное смещение.
4. Крупномасштабная структура Вселенной.

1. Галактики. После изобретения телескопа внимание наблюдателей привлекли многочисленные светлые пятна туманного вида, видимые в разных созвездиях неизменно в одних и тех же местах. С помощью сильных телескопов В. Гершель и его сын Джон открыли множество таких туманных пятен, а к концу XIX века было обнаружено, что некоторые из них имеют спиральную форму. Но долго оставалось загадкой, что представляют собой эти туманности. Только в 20-е годы XX века с помощью крупнейших в то время телескопов удалось разложить туманности на звезды. Галактики – это гигантские звездные системы (до 10<sup>13</sup> звезд). 6-ти метровый телескоп позволяет фотографировать миллиарды галактик. Наблюдаемая нами область Вселенной – это такие галактики, какими они были в далеком прошлом. Например, свет от ближайшей к нам галактики Андромеды, которую в состоянии увидеть человек с хорошим зрением в виде размытого пятна в созвездии, -достигает Земли через 1,5 млн. лет. Расстояние до самых дальних из наблюдаемых в настоящее время галактик – свыше 10 млрд. световых лет (в 2000 г. обнаружен квазар на расстоянии 24 млрд. световых лет от Земли). Большинство галактик входит в группы, в скопления галактик и в сверхскопления. Наблюдаются и одиночные галактики. Есть галактики- карлики в несколько десятков световых лет и галактики-великаны с поперечником до 18 млн. световых лет.

Классификация галактик. Многообразны формы галактик. Типология форм галактик разработана Э. Хабблом: Большинство галактик относят к нескольким основным типам (по характерным внешним признакам, а мелкие различия галактик помогают подразделить эти типы на отдельные подтипы).

1. Эллиптические - круглая или эллиптическая форма (обозначаются E, 25% от общего числа галактик) - наиболее простые галактики, не содержащие горячих звезд, сверхгигантов, пыли и газовых туманностей; нет ядра. Самые яркие звезды – красные гиганты, звезды движутся в произвольных направлениях с высокими скоростями. Делятся на 8 подтипов: от сферических систем E0 до чечевицеобразных E7 (цифра указывает степень сжатия).

2. Спиральные (S, 50%). Имеют два или более спиральных рукава, образующих плоский диск, в центральной области - сфероидальное вздутие (балдж), в котором находится ядро галактики. Богаты яркими газовыми туманностями, окружающими горячие звезды-сверхгиганты; облаками темной газовой-пылевой материи. Делятся на: а) обычные спиральные галактики (S) – ветви выходят из ядра; б) пересеченные (SB) – ядро пересечено широкой, яркой полосой (перемычка, бар), от концов ра закручиваются спиральные рукава.

По морфологическим свойствам галактики с нестационарными ядрами отличаются от нормальных галактик генерацией мощного рентгеновского, УФ-, ИК- и радиоизлучения, выбросами радиоизлучающей плазмы, ускорением газовых облаков и т. д. Принято подразделять на четыре основных типа:

1. Сейфертовские галактики (К. Сейферт, 1943 г., США). В большинстве своем – спиральные галактики с яркими ядрами. Они образуют наиболее многочисленный класс нестационарных галактик. Характерным свойством является присутствие в их оптических спектрах широких эмиссионных линий (газ движется с большими скоростями). К 1983 г. обнаружено около 200 таких галактик (»1%). Это, как правило, спиральные галактики типов Sa и Sb (»70%) Они часто входят в состав шар и групп галактик, но избегают областей, занятых богатыми скоплениями. (Эти особенности присущи всем галактикам с УФ-избытком). Большинство из них раз-

вернуты к нам плашмя, есть несколько случаев ярких сейфертовских галактик, развернутых к нам ребром (по-видимому, ядра обладают анизотропией излучения). Ядра сейфертовских галактик – одни из самых мощных источников нетеплового излучения. Их радиоизлучение в тысячи раз слабее, чем излучение радиогалактик. Ядро Нашей Галактики проявляет признаки активности и не исключено, что его по основным параметрам можно отнести к ядрам слабых сейфертовских галактик.

2. Радиогалактики обладают мощным электромагнитным излучением в радиодиапазоне, большинство из них – эллиптические галактики. К ним можно отнести радиоисточники с мощностью радиоизлучения, характерного для массивных эллиптических галактик. Радиогалактики делят дополнительно на несколько типов (D-галактики, E-галактики, N-галактики и другие). Эллиптические E-галактики бедны межзвездным газом. В радиогалактиках имеется два излучающих облака (компонента), располагающихся более или менее симметрично относительно галактики, видимой в оптических лучах. Радиоисточники образуются в результате выделения энергии в ядре галактики. Важную роль играет биполярный характер магнитного поля ядра галактики, из магнитных полюсов которого вдоль силовых линий поля вытекают струи релятивистской плазмы, расширяющиеся со временем, расстояние между ними увеличивается.

3. Лацертиды – немногочисленная группа галактик с активными ядрами, их основной признак – переменность блеска, относятся к внегалактическим объектам. Характеризуются оптической переменностью с большой амплитудой, переменным радиоизлучением и заметной поляризацией излучения. Она имеет вид звездоподобных объектов, окруженных туманными оболочками, похожими на квазары. В их оптических спектрах нет эмиссионных линий, по которым можно было бы измерить красное смещение и тем самым расстояние до объекта. Спектр слабой туманной оболочки вокруг яркого ядра содержит линии поглощения (они типичны для звездного компонента удаленной галактики), и тем самым соответствует спектрам обычных эллиптических галактик. В ядрах лацертидов отсутствует газовая оболочка. Излучение лацертидов – это излучение, идущее из самых внутренних частей

центрального источника. Характерные временами переменные излучения позволяют оценить размер радиоизлучающей области лацертидов. Возможно, лацертиды – далеко проэволюционировавшие массивные ядра гигантских массивных эллиптических галактик.

4. Квazarы – точечные источники излучения, как и лацертиды. У близких квазаров обнаружены слабые туманные оболочки, спектры которых позволяют считать квазары ядрами далеких галактик. В центрах галактик обычно сосредоточено огромное количество вещества (до 10% всей массы). Здесь происходят выбросы большинства количества вещества, что приводит к интенсивному движению от центра туч водорода. В отдельных галактиках ядро может представлять собой черную дыру. Современная астрофизика рассматривает черные дыры как реальные космические объекты, возникающие в результате гравитационного коллапса тяжелых звезд и часто присутствующие в центрах галактик. Наиболее четко они выделяются в спиральных галактиках. Ядро нашей Галактики имеет массу порядка несколько миллионов массы Солнца, оно окружено газовыми облаками, распространяющимися на расстояние до 150 пк от центра. Размер самого ядра меньше 10 пк, а его центральной части ~ 10-4 пк. Некоторые галактики (Магеллановы Облака) вообще не имеют ядро. У некоторых галактик в ядрах обнаружены мощные области ионизированного газа и горячие звезды («пекулярные ядра»). Для таких галактик характерны яркие эмиссионные линии в спектрах и мощное непрерывное УФ-излучение («галактики Маркаряна»). В отдельных случаях процессы, протекающие в ядрах, не могут быть объяснены свойствами только сконцентрированных в них звезд и газа. Таковы галактики с активными (нестационарными) ядрами, составляющими по численности около 1% нормальных галактик (с неактивными ядрами). По морфологическим свойствам галактики с нестационарными ядрами существенно отличаются от нормальных галактик. Из ядер галактик происходит непрерывное истечение водорода. Водород является самым простым «кирпичиком», из которого в недрах звезд образуются в процессе атомных реакций более сложные атомы. Наше Солнце, как обычная звезда, производит только гелий из водорода

(который дают ядра галактик), очень массивные звезды производят углерод – главный «кирпичик» живого вещества.

Для близких в нам систем иногда удастся подсчитать яркие звезды и по ним оценить

## 2. Млечный Путь.

Наша Галактика – это гигантская звездная система из 200 млрд. звезд (среди них и Солнце), газа и пыли. Галактика пронизана магнитными полями, заполнена частицами высоких энергий – космическими лучами. По форме звезды Галактики образует в пространстве сложную фигуру, которая выглядит как плоский диск с шарообразным утолщением (балдж) в центре.

От центральной области к периферии диска отходят спиральные рукава, в которых преимущественно концентрируются наиболее яркие звезды Галактики. Нашу Галактику относят к широко распространенному классу спиральных галактик.

Наша Галактика состоит из ядра и нескольких спиральных ветвей. Большая часть звезд сосредоточена в гигантском «диске». Диаметр Галактики около 100 000 световых лет (30 кпк), толщина ее в 10 – 15 раз, а масса Галактики  $2 \cdot 10^{11}$  масс Солнца. Около 1% этой массы составляет межзвездный водород, преимущественно нейтральный. Возраст Галактики около 15 млрд. лет. (По другим данным: возраст Нашей Галактики определяется по синтезу элементов и составляет 9-11 млрд. лет.) Земной наблюдатель видит диск «с ребра», и огромное количество удаленных звезд сливается для наблюдателя в одну размытую светящуюся полосу, пересекающую ночное небо - Млечный Путь. Солнечная система находится в Нашей на расстоянии около 30 тыс. световых лет от центра, лежит в плоскости его симметрии. И обращается вокруг центра со  $v \approx 220$  км/с, совершает один оборот вокруг центра галактики за 250 млн. световых лет (галактический год). Центр нашей Галактики лежит в направлении на созвездие Стрельца. Наша Галактика вращается вокруг центра Местной системы галактик (на 2/3 пути между нашей Галактикой и Туманностью Андромеды, на расстоянии 0,46 Мпк от Нашей Галактики). Большая часть

массы Галактики находится в короне (протяженной сфероидальной области за пределами гало). Звездный состав Нашей Галактики разнообразен по возрасту, химическому составу, характеру орбит и скоростей, пространственному расположению. В галактике отчетливо выделяются звездные подсистемы. Диапазон возрастов звезд очень велик. Химический состав вещества галактики менялся на протяжении ее эволюции. Звезд с первичным химическим составом (из водорода и гелия) не обнаружено. В галактике (за исключением ее центра) отдельные звезды практически не взаимодействуют друг с другом. Звезды Галактики по-разному распределены в пространстве: старые звезды заполняют сферический  $V$  с  $r \gg 20$  кпк (концентрация растет к центру); молодые (около 100 тыс. лет) концентрируются в гигантский тонкий диск толщиной, в десятки раз меньшей его радиуса. Некоторые звезды рождаются и в настоящее время. Большинство звезд имеет «средний» возраст – несколько млрд. лет.

Кроме диска и гало есть еще корона Галактики, природа населения которой не установлена. Отдельно рассматривают центральную область Галактики – балдж и находящееся в нем ядро. В ядре есть нейтральный водород, который растекается оттуда в плоскости Галактики со  $v \approx 50$  км/с. Создают излучение ядра оранжевые звезды-гиганты. В центре ядра находится сгущение звезд с малым, но компактным и сильным радиоисточником (Стрелец А). Возможно, что он является черной дырой (массой равной примерно миллиону солнечных масс).

Магнитные поля галактик В 1949 г. астрономы пришли к выводу, что в межзвездном пространстве существуют магнитные поля. Магнитное поле должно заполнять всю Нашу Галактику. В присутствии магнитного поля устанавливается динамическое равновесие между полем и движением вещества, происходит равномерное распределение энергий. Разряженный газ должен образовывать галактическую корону – сферическую подсистему толщиной в несколько тысяч парсек. В 1977 г. была разработана теория регулярного ускорения космических лучей на фронте ударной волны. Слабое магнитное поле может образоваться в небольшом объеме. Так, если в газе образовалось уплотнение, то электроны будут «рассасы-

ваться» быстрее, чем ионы, что приводит к возникновению слабых магнитных полей. Может происходить усиление поля (неоднородная температура вещества). В результате вращения Галактики конденсации межзвездного газа, пронизанные магнитными полями, вытягиваются, образуя спиральные ветви. Другое предположение: магнитное поле Галактики имеет внегалактическое происхождение. Слабое поле могло существовать в веществе, из которого сформировалась Галактика. В процессе эволюции нашей звездной системы оно усиливалось и закручивалось ее вращением. Первым признаком магнитного поля является поляризация света (открыта астрономами Домбровским и Хильтнером). Вторым свидетельством являются космические лучи – заряженные тяжелые элементарные частицы высоких энергий, влетающие со всех сторон в земную атмосферу, движение которых отклоняется от прямолинейного из-за взаимодействия с магнитным полем Галактики. Мощные потоки заряженных тяжелых элементарных частиц высоких энергий образуются при вспышках сверхновых звезд (Гинзбург и Шкловский). И тогда заряженные тяжелые частицы накапливаются в Галактике. Если в Галактике имеется магнитное поле, то эмиссионная линия нейтрального водорода должна обнаружить расщепление. Английский астроном Дэвис подтвердил это своим наблюдением. Магнитное поле удерживает космические лучи в галактике, влияет на движение межзвездного газа. Поляризация обусловлена взаимодействием света с пылинками удлиненной формы, которые ориентированы магнитным полем. Более сильные поля связаны с плотными облаками газа. В галактической окрестности Солнца известны области регулярного поля с усиленным синхротронным излучением (дугообразно выступают над плоскостью галактического диска и являются старыми остатками вспышек сверхновых звезд). В других спиральных галактиках обнаружены крупномасштабные магнитные поля, идущие вдоль спиральных ветвей. Они проявляются в повышенной интенсивности синхротронного излучения из области ветвей. В ветвях происходит сжатие газа, и магнитное поле, будучи «вмороженным» в газ, также сжимается. При этом оно «тянет» за собой релятивистские электроны. В результате увеличения напряженности поля и плотности релятивистских электронов интенсивность синхротронного излучения увеличивается во

много раз. Магнитное поле в спиральных рукавах Нашей Галактики направлено приблизительно вдоль рукавов. давление поля в направлении, перпендикулярном силовым линиям, оказывается достаточным, чтобы уравновесить силу тяжести, действующую на газ. Это не позволяет межзвездному газу стечь к плоскости Галактики и быстро сконденсироваться в звезды. Можно сказать, что межзвездный газ сохранился благодаря тому, что в нем есть магнитное поле.

#### **4. Крупномасштабная структура Вселенной.**

В конце XVIII в. Гершель В. построил первую модель Галактики. В XX в. Э. Хаббл начал работу по исследованию строения галактического мира. К 1943 г. он подсчитал количество галактик до 20-й звездной величины на 1238 участках, которые равномерно распределил на небесной сфере. И нашел, что на один квадратный градус в среднем приходится 131 галактика со звездной величиной до 20m. Галактики образуют группы скопления, в которые входят от десятка до десятков тысяч членов. Сейчас известно около 4000 таких скоплений (Волосы Вероники, расстояние 400 световых лет от нас, диаметр почти  $12^\circ$ , насчитывается около 40 тысяч галактик). Встречаются галактические скопления с общим количеством около 100 тысяч членов. Наша галактика имеет спутники: карликовые звездные системы (Магеллановы Облака, Туманность Андромеды и еще около 15 галактик- карликов), с которыми она образует Местную группу диаметром около 3 млн. световых лет. Обнаружено около 10 сверхскоплений – огромных систем размерами 50-150 Мпк, состоящих из нескольких скоплений, многих мелких групп и одиночных галактик. Все сверхскопления сильно сплюснуты или же сильно вытянуты и по форме напоминают цепочки. В направлении созвездия Персея на расстоянии от 24 до 80 Мпк галактик нет. «Черная область» обнаружена также в созвездиях Волосы Вероники, Геркулеса, Рыб. Вне указанных пределов наблюдается избыточная плотность галактик. Неоднородность в распределении галактик имеет локальный характер и в больших масштабах «в среднем» Вселенная однородна. Совокупность галактик всех типов, квазаров, межгалактической среды образует Метагалактику. Одно из свойств Метагалактики – ее постоянное расширение. В прошлом расстоя-

ния между галактиками были меньше. Миллиарды лет назад границы газовых облаков смыкались и образовывали однородное газовое облако, испытывавшее постоянное расширение. Свойство Метагалактики – равномерное распределение в ней вещества и галактик, она однородна и изотропна. Высказывается мысль о множественности «метегалактик», каждая из которых имеет свой набор фундаментальных физических свойств, пространства и времени, свой тип нестационарности, организации и др. Эти гипотезы не противоречат современным математическим и физико-теоретическим представлениям. Изучение пространственного распределения галактик выявляет крупномасштабную структуру вселенной. Средние расстояния между галактиками в группах и скоплениях составляют несколько сотен кпк; (это примерно в 10-20 раз больше размера крупнейших галактик). Средние расстояния между группами галактик, одиночными галактиками и кратными

системами составляют 1-2 Мпк, расстояния между скоплениями – десятки Мпк. Таким образом, галактики заполняют пространство с большей относительной плотностью, чем звезды внутригалактическое пространство (расстояния между звездами в среднем в 20 млн. раз больше их диаметров). Возраст доступной для наблюдения части Вселенной (Метагалактики) оценивается по закону расширения Метагалактики. Согласно закону Хаббла, галактики удаляются друг от друга со скоростью 50-100 км/с на Мпк. Если эта скорость мало изменилась с начала расширения, то величина, обратная скорости, дает оценку максимального возраста Метагалактики. Однако обычно предполагают, что расширение Метагалактики постепенно замедляется со временем, поэтому возраст ее должен быть несколько меньше. В соответствии с распространенными представлениями возраст Вселенной составляет 15 млрд. лет с каждым днем доступная земным телескопам область вселенной возрастает на 1018 кубических световых лет (по последним данным обнаружен квазар на расстоянии 24 млрд. световых лет от Земли). Оценка возраста сильной степени зависит от точности определения постоянной расширения и от величины замедления, т. е. предполагаемой модели мира.

По нашим человеческим меркам галактики невообразимо огромны. Изучение мира галактик является сейчас наиболее бурно развивающейся областью астрономии, которое требует мощных инструментов, а также новейших средств и методов исследований слабых объектов (радиоастрономии).

### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Особенности астрономии XX века.
2. Солнечная система и ее происхождение.
3. Звезды: их общая характеристика, эволюция звезд.
4. Происхождение химических элементов.

### **Тема 5. Эволюция и строение Земли.**

1. Принципы эволюции, воспроизводства и развития живых систем.

2. Теории возникновения жизни на Земле. Происхождение Земли.

3. Внутреннее строение Земли.

4. Литосфера. Геоэкологические функции литосферы.

1. Принципы эволюции, воспроизводства и развития живых систем Принцип эволюции живых систем вот уже более двухсот лет является господствующим. Но отдельные идеи, связанные с развитием животного и растительного мира, высказывались значительно раньше. Большое влияние на мировоззрение ученых современной эпохи оказали древнегреческие мыслители. Так, к примеру, Аристотель (384-322 до н.э.) в своей — Истории животных различал разнообразие живых организмов исходя из места обитания. Во многом благодаря ему в биологии укоренилось представление о целесообразности живых организмов и всех жизненных явлений. Аналогичные мысли высказывал Плиний Старший (23-79 н.э.) в его знаменитой — Естественной истории. Французский натуралист Жорж Бюффон (1707-1788) склонялся к мысли о постепенном совершенствовании живых организмов, а его последователь Жан Батист Ламарк (1744-1829) впервые попытался создать стройную теорию эволюции жизни на Земле.

Цикличность эволюционного процесса. Развитие живых систем осуществляется в процессе ряда последовательных циклов, которые можно представить следующим образом:

1)Повышается общая устойчивость особей во внешней среде (за счет оптимизации системы – подгонки и выбрасывания лишних элементов).

2)Повышается коэффициент размножения данного вида, достигая уровня, при котором они вступают в конкурентные отношения друг с другом за источники питания. Размножение происходит в ограниченных зонах, что означает распад ареала, зарождение новых популяций от небольшого числа выживших особей. Причем эти популяции получают разнообразные повреждения генетического материала. Вероятность выживания таких микропопуляций невелика.

3)Происходит разрастание и возвращение с периферии в центр ареала микропопуляций, несущих различные повреждения генетической информации. В процессе рекомбинации между особями разных микропопуляций как следствие существенных различий между ними возможно возникновение принципиально новых черт организации у —гибридов. В результате отбора —гибриды постепенно вытесняют родительские формы, благодаря чему создаются условия для перехода к первому этапу. Цикл, таким образом, повторяется. Этот элементарный цикл эволюции должен повториться много раз, прежде чем произойдет усложнение организации.

Целесообразность. В научной теории эволюции цель носит вполне осязаемый материальный характер, но она относительна, поскольку являет собой возможность, которая реализуется лишь в определенных условиях. Ибо в процессе эволюции не существует никакого автоматизма и механистического детерминизма. Здесь каждая ступень развития зависит от условий, благодаря которым возможность развития или осуществляется, или нет. Под целью в биологических системах подразумевается то конечное состояние, в которое они приходят в силу своей структурной организации, а также ожидаемый результат их функционирования.

2. Теории возникновения жизни на Земле Существует несколько теорий происхождения жизни на Земле, наиболее известные из которых:

- теория самопроизвольного (спонтанного) зарождения;
- теория креационизма (или сотворения);
- теория стационарного состояния;
- теория панспермии;
- теория биохимической эволюции (теория А.И. Опарина). Рассмотрим основ-

ные положения этих теорий.

3. Происхождение Земли  
 Происхождение жизни на Земле - один из наиболее трудных и в то же время актуальный и интересный вопрос в современном естествознании.

Земля сформировалась, вероятно, 4,5—5 млрд. лет назад из гигантского облака космической пыли. Частицы которой спрессовались в раскаленный шар. Из него в атмосферу выделялся водяной пар, а из атмосферы на медленно остывавшую Землю в течение миллионов лет в виде дождей выпадала вода. В углублениях земной поверхности образовался доисторический Океан. В нем примерно 3,8 млрд. лет назад зародилась первоначальная жизнь. Как произошла сама планета и как на ней появились моря? По этому поводу существует одна широко признанная теория. В соответствии с ней Земля образовалась из облаков космической пыли, содержащей все известные в природе химические элементы, которые спрессовались в шар. Горячий водяной пар вырывался с поверхности этого раскаленного докрасна шара, окутывая его сплошным облачным покровом. Водяной пар в облаках медленно охлаждался и превращался в воду, которая выпадала в виде обильных непрерывных дождей на еще раскаленную, пылающую Землю. На ее поверхности она снова превращалась в водяной пар и возвращалась в атмосферу. За миллионы лет Земля постепенно потеряла так много тепла, что ее жидкая поверхность, остывая, начала твердеть. Так образовалась земная кора. Прошли миллионы лет, и температура поверхности Земли еще больше понизилась. Ливневые воды перестали испаряться и стали стекать в огромные лужи. Так началось воздействие воды на земную поверхность. А потом из-за понижения температуры произошел настоящий потоп. Вода,

которая до этого испарялась в атмосферу и превратилась в ее составную часть, беспрерывно низвергалась на Землю, с громом и молниями обрушивались из облаков мощные ливни.

Мало-помалу в самых глубоких впадинах земной поверхности скапливалась вода, которая уже не успевала совсем испариться. Ее было так много, что постепенно на планете образовался доисторический Океан. Молнии рассекали небо. Но никто этого не видел. На Земле еще не было жизни. Непрерывный ливень начал размывать горы. Вода стекала с них шумными ручьями и бурными реками. За миллионы лет водные потоки глубоко разъели земную поверхность и кое-где появились долины. В атмосфере уменьшалось содержание воды, а на поверхности планеты ее скапливалось все больше.

Сплошной облачный покров становился тоньше, пока в один прекрасный день Земли не коснулся первый луч солнца. Непрерывный дождь кончился. Большую часть суши покрыл доисторический Океан. Из ее верхних слоев вода вымывала огромное количество растворимых минералов и солей, которые попадали в море. Вода из него непрерывно испарялась, образуя облака, а соли оседали, и с течением времени происходило постепенное засоление морской воды. По-видимому, при каких-то существовавших в древности условиях образовались вещества, из которых возникли особые кристаллические формы. Они росли, как и все кристаллы, и давали начало новым кристаллам, которые присоединяли к себе все новые вещества.

Солнечный свет и, возможно, очень сильные электрические разряды служили в этом процессе источником энергии. Может быть, из таких элементов зародились первые обитатели Земли — прокариоты, организмы без оформленного ядра, похожие на современных бактерий. Они были анаэробами, то есть не использовали для дыхания свободный кислород, которого тогда еще не было в атмосфере. Источником пищи для них служили органические соединения, возникшие на еще безжизненной Земле в результате воздействия ультрафиолетового излучения Солнца, грозных разрядов и тепла, образующегося при извержении вулканов.

Жизнь существовала тогда в тонкой бактериальной пленке на дне водоемов и во влажных местах. Эту эру развития жизни называют архейской. Из бактерий, а возможно, и совершенно независимым путем, возникли и крошечные одноклеточные организмы — древнейшие простейшие животные.

4. Внутреннее строение Земли. Астрономы изучают космос, получают информацию о планетах и звездах несмотря на их огромную удаленность.

При этом на самой Земле не меньше тайн, чем во Вселенной. И сегодня ученые не знают, что внутри нашей планеты. Наблюдая, как выливается лава при извержении вулкана, можно подумать, что внутри Земля тоже расплавленная. Но это не так. Ядро. Центральная часть земного шара называется ядром. Его радиус составляет около 3 500 км. Ученые полагают, что внешняя часть ядра находится в расплавленно-жидком состоянии, а внутренняя — в твердом. Температура в нем достигает +5 000 °С. От ядра к поверхности Земли температура и давление постепенно снижаются.

Мантия. Ядро Земли покрыто мантией. Ее толщина составляет приблизительно 2 900 км. Мантию, как и ядро, никто никогда не видел. Но предполагают, что чем ближе к центру Земли, тем давление в ней выше, а температура — от нескольких сотен до -2 500 С. Считают, что мантия твердая, но одновременно раскаленная.

Земная кора. Поверх мантии наша планета покрыта корой. Это верхний твердый слой Земли. По сравнению с ядром и мантией земная кора очень тонкая. Ее толщина составляет лишь 10-70 км. Но это та земная твердь, по которой мы ходим, текут реки, на ней построены города.

Земная кора образована различными веществами. Она состоит из минералов и горных пород. Некоторые из них вам уже известны (гранит, песок, глина, торф и др.). Минералы и горные породы различаются по цвету, твердости, строению, температуре плавления, растворимости в воде и другим свойствам. Многие из них человек широко использует, например как топливо, в строительстве, для получения металлов.

5. Литосфера. Геоэкологические функции литосферы. Литосфера представляет собой верхнюю твердую оболочку планеты толщиной от 50 до 200 км, имеющую большую прочность и переходящую без определенной резкой границы в нижележащую астеносферу. Сверху литосфера ограничивается гидросферой и атмосферой, частично проникающими в нее. Литосфера является геологической основой ландшафта, почв, средой обмена веществом и энергией с атмосферой и поверхностной гидросферой, через нее осуществляется круговорот воды в природе. Она служит накопителем пресных вод, входящих в структуру наземной биоты, обеспечивая процессы ее жизнедеятельности. Литосфера – среда сосредоточения природных минеральных ресурсов, необходимых для функционирования и развития человечества как общественной социальной структуры.

В связи с этими свойствами литосферы требуют особого рассмотрения в первую очередь с позиции ее геоэкологических функций, как продукта природного и техногенного развития верхней части земной коры.

Под геоэкологическими функциями литосферы понимается все многообразие функций, определяющих ее роль и значение, в жизнеобеспечении биоты и человеческого общества. Все геоэкологические функциональные зависимости между природной и техногенно преобразованной литосферой, с одной стороны, и биотой и человечеством, с другой, можно свести к четырем основным группам: ресурсной, геодинамической, геофизической и геохимической.

При этом следует учитывать, что геоэкологические функции литосферы и их современная выраженность обусловлены эволюционным развитием Земли под воздействием природных и техногенных факторов. На фоне эволюции природных сред в геологической истории Земли с рассматриваемых нами позиций (тенденции в развитии геоэкологических функций литосферы) можно выделить два основных временных этапа.

#### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Что изучает геология?
2. Что такое тектоника литосферных плит?
3. Каково строение Земли?

4. Развитие Земли с точки зрения литосферных плит?

5. Основные этапы геологической истории Земли?

## **Тема 6. Физическая картина мира**

1. Понятие физической картины мира.

2. Научные картины мира.

3. Материальный мир.

1. Понятие физической картины мира. История науки свидетельствует, что естествознание, возникшее в ходе научной революции XVI–XVII вв., было связано долгое время с развитием физики. Именно физика была и остается наиболее развитой и концепциям и аргументам, во многом определившим эту картину. Степень разработанности физики была настолько велика, что она могла создать собственную физическую картину мира, в отличие от других естественных наук, которые лишь в XX в. смогли поставить перед собой эту задачу (создание химической и биологической картин мира). Поэтому, начиная разговор о конкретных достижениях естествознания, мы начнем его с физики, с картины мира, созданной этой наукой.

Понятие "физическая картина мира" употребляется давно, но лишь в последнее время оно стало рассматриваться не только как итог развития физического знания, но и как особый самостоятельный вид знания - самое общее теоретическое знание в физике (система понятий, принципов и гипотез), служащее исходной основой для построения теорий. Физическая картина мира, с одной стороны, обобщает все ранее полученные знания о природе, а с другой - вводит в физику новые философские идеи и обусловленные ими понятия, принципы и гипотезы, которых до этого не было и которые коренным образом меняют основы физического теоретического знания: старые физические понятия и принципы ломаются, новые возникают, картина мира меняется.

Ключевым в физической картине мира служит понятие "материя", на которое выходят важнейшие проблемы физической науки. Поэтому смена физической кар-

тины мира связана со сменой представлений о материи. В истории физики это происходило два раза. Сначала был совершен переход от атомистических, корпускулярных представлений о материи к полевым - континуальным. Затем, в XX в., континуальные представления были заменены современными квантовыми. Поэтому можно говорить о трех последовательно сменявших друг друга физических картинах мира. Одной из первых возникла механистическая картина мира, поскольку изучение природы началось с анализа простейшей формы движения материи - механического перемещения тел.

## 2. Научные картины мира. Механическая картина мира

Она складывается в результате научной революции XVI-XVII вв. на основе работ Галилео Галилея, который установил законы движения свободно падающих тел и сформулировал механический принцип относительности. Но главная заслуга Галилея в том, что он впервые применил для исследования природы экспериментальный метод вместе с измерениями исследуемых величин и математической обработкой результатов измерений. Если эксперименты ставились и раньше, то математический их анализ впервые систематически стал применять именно Галилей.

Принципиальное отличие нового метода исследования природы от ранее существовавшего натурфилософского способа состояло, следовательно, в том, что в нем гипотезы систематически проверялись опытом. Эксперимент можно рассматривать как вопрос, обращенный к природе. Чтобы получить на него определенный ответ, необходимо так сформулировать вопрос, чтобы получить на него вполне однозначный и определенный ответ. Для этого следует так построить эксперимент, чтобы по возможности максимально изолироваться от воздействия посторонних факторов, которые мешают наблюдению изучаемого явления в "чистом виде". В свою очередь гипотеза, представляющая собой вопрос к природе, должна допускать эмпирическую проверку выводимых из нее некоторых следствий. В этих целях, начиная с Галилея, стали широко использовать математику для количественной оценки результатов экспериментов.

Таким образом, новое экспериментальное естествознание в отличие от натур-философских догадок и умозрений прошлого стало развиваться в тесном взаимодействии теории и опыта, когда каждая гипотеза или теоретическое предположение систематически проверяются опытом и измерениями. Ключевым понятием механистической картины мира было понятие движения. Именно законы движения Ньютон считал фундаментальными законами мироздания. Тела обладают внутренним врожденным свойством двигаться равномерно и прямолинейно, а отклонения от этого движения связаны с действием на тело внешней силы (инерции). Мерой инертности является масса, другое важнейшее понятие классической механики. Универсальным свойством тел является тяготение.

Электромагнитная картина мира.

В процессе длительных размышлений о сущности электрических и магнитных явлений М. Фарадей пришел к мысли о необходимости замены корпускулярных представлений о материи континуальными, непрерывными. Он сделал вывод, что электромагнитное поле сплошь непрерывно, заряды в нем являются точечными силовыми центрами. Тем самым отпал вопрос о построении механистической модели эфира, несовпадении механистических представлений об эфире с реальными опытными данными о свойствах света, электричества и магнетизма.

Одним из первых идеи Фарадея оценил Максвелл (1831-1879). При этом он подчеркивал, что Фарадей выдвинул новые философские взгляды на материю, пространство, время и силы, во многом изменявшие прежнюю механистическую картину мира. Взгляды на материю менялись кардинально:

совокупность неделимых атомов переставала быть конечным пределом делимости материи, в качестве такового принималось единое абсолютно непрерывное бесконечное поле с силовыми точечными центрами - электрическими зарядами и волновыми движениями в нем.

Движение понималось не только как простое механическое перемещение, первичным по отношению к этой форме движения становилось распространение колебаний в поле, которое описывалось не законами механики, а законами электродинамики. Хотя законы электродинамики, как и законы классической механики,

однозначно предопределяли события, и случайность все еще пытались исключить из физической картины мира, создание кинетической теории газов ввело в теорию, а затем и в электромагнитную картину мира понятие вероятности. Правда, пока физики не оставляли надежды найти за вероятностными характеристиками четкие однозначные законы, подобные законам Ньютона.

Новая электромагнитная картина мира объяснила большой круг явлений, непонятных с точки зрения прежней механистической картины мира. Она глубже вскрыла материальное единство мира, поскольку электричество и магнетизм объяснялись на основе одних и тех же законов. Однако и на этом пути вскоре стали возникать непреодолимые трудности. Так, согласно электромагнитной картине мира, заряд стал считаться точечным центром, а факты свидетельствовали о конечной протяженности частицы-заряда. Поэтому уже в электронной теории Лоренца частица-заряд вопреки новой картине мира рассматривалась в виде твердого заряженного шарика, обладающего массой. Непонятыми оказались результаты опытов Майкельсона 1881-1887 гг., где он пытался обнаружить движение тела по инерции при помощи приборов, находящихся на этом теле. По теории Максвелла, такое движение можно было обнаружить, но опыт не подтверждал этого.

#### Становление современной физической картины мира

В конце XIX в. и начале XX в. в естествознании были сделаны крупнейшие открытия, которые коренным образом изменили наши представления о картине мира. Прежде всего, это открытия, связанные со строением вещества, и открытия взаимосвязи вещества и энергии. Если раньше последними неделимыми частицами материи, из которых состоит природа, считались атомы, то в конце XIX в. были открыты электроны, входящие в состав атомов. Позднее было установлено строение ядер атомов, состоящих из протонов (положительно заряженных частиц) и нейтронов (лишенных заряда частиц).

Согласно первой модели атома, построенной английским ученым Эрнестом Резерфордом (1871-1937), атом уподоблялся миниатюрной солнечной системе, в которой вокруг ядра вращаются электроны. Такая система была, однако, неустойчивой: вращающиеся электроны, теряя свою энергию, в конце концов, должны

были упасть на ядро. Но опыт показывает, что атомы являются весьма устойчивыми образованиями и для их разрушения требуются огромные силы. В связи с этим прежняя модель строения атома была значительно усовершенствована выдающимся физиком Нильсом Бором (1885-1962), который предположил, что при вращении по так называемым стационарным орбитам электроны не излучают энергию. Такая энергия излучается или поглощается в виде кванта, или порции энергии, только при переходе электрона с одной орбиты на другую.

В 30-е годы XX в. было сделано другое важнейшее открытие, которое показало, что все элементарные частицы вещества, например, электроны, обладают не только корпускулярными, но и волновыми свойствами. Таким путем было доказано экспериментально, что между веществом и полем не существует непроходимой границы: в определенных условиях элементарные частицы вещества обнаруживают волновые свойства, а частицы поля - свойства корпускул. Это явление получило название дуализма волны и частицы - представление, которое никак не укладывалось в рамки обычного здравого смысла. До этого физики придерживались убеждения, что вещество, состоящее из разнообразных материальных частиц, может обладать лишь корпускулярными свойствами, а энергия поля - волновыми свойствами. Соединение в одном объекте корпускулярных и волновых свойств совершенно исключалось. Но под давлением неопровержимых экспериментальных результатов ученые вынуждены были признать, что микрочастицы одновременно обладают как свойствами корпускул, так и волн.

Так сложились новые, квантово-полевые представления о материи, которые определяются как корпускулярно-волновой дуализм - наличие у каждого элемента материи свойств волны и частицы. Ушли в прошлое и представления о неизменности материи. Одной из основных особенностей элементарных частиц является их универсальная взаимозависимость и взаимопревращаемость. В современной физике основным материальным объектом является квантовое поле, переход его из одного состояния в другое меняет число частиц.

Окончательно утверждаются представления об относительности пространства и времени, зависимость их от материи. Пространство и время перестают быть

независимыми друг от друга и, согласно теории относительности, сливаются в едином четырехмерном пространственно-временном континууме. Эти новые мировоззренческие подходы к исследованию естественнонаучной картины мира оказали значительное влияние как на конкретный характер познания в отдельных отраслях естествознания, так и на понимание природы, научных революций в естествознании. А ведь именно с революционными преобразованиями в естествознании связано изменение представлений о картине природы. Квантово-полевая картина мира и в настоящее время находится в состоянии становления. С каждым годом к ней добавляются новые элементы, выдвигаются новые гипотезы, создаются и развиваются новые теории.

### 3. Материальный мир

Естественные науки, начав изучение материального мира с наиболее простых непосредственно воспринимаемых человеком материальных объектов, переходят далее к изучению сложнейших объектов глубинных структур материи, выходящих за пределы человеческого восприятия и несоизмеримых с объектами повседневного опыта.

Применяя системный подход, естествознание не просто выделяет типы материальных систем, а раскрывает их связь и соотношение.

В науке выделяются три уровня строения материи.

1. Микромир - мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов, пространственная размерность которых исчисляется от  $10^{-8}$  до  $10^{-16}$  см, а время жизни - от бесконечности до  $10^{-24}$  с. Основные структурные элементы: молекулы, атомы, элементарные частицы.

2. Макромир - мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта. Пространственные величины выражаются в миллиметрах, сантиметрах и километрах, а время - в секундах, минутах, часах, годах. Основные структурные элементы: тела на Земле, Земля и другие планеты, Звезды, гравитационные и электромагнитные поля.

3. Мегамир - мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояние в котором измеряется световыми годами, а время существования космических объектов - миллионами и миллиардами лет. Основные структурные элементы: Галактики, гравитационные и электромагнитные поля.

#### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Принцип относительности пространства и времени в истории физики.
2. Специальная и общая теории относительности.
3. Виды научных законов.
4. Современная физическая картина мира и ее особенности.

#### **Тема 7. Современная химическая картина мира**

1. Понятие химической науки.
2. Концептуальные системы химии.
3. Современная картина химических знаний.

1. Понятие химической науки. Предмет познания и важнейшие особенности химической науки. Специфика химии как науки

Для человека одной из важнейших естественных наук является химия - наука о составе, внутреннем строении и превращении вещества, а также о механизмах этих превращений.

«Химия - наука, изучающая свойства и превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и строения». Она изучает природу и свойства различных химических связей, энергетику химических реакций, реакционную способность веществ, свойства катализаторов и т.д.

Химия всегда была нужна человечеству для того, чтобы получать из природных веществ материалы со свойствами, необходимыми для повседневной жизни и производства. Получение таких веществ - производственная задача, и, чтобы ее реализовать, надо уметь осуществлять качественные превращения вещества, т. е. из одних веществ получать другие. Чтобы этого добиться, химия должна справиться с теоретической проблемой генезиса (происхождения) свойств вещества.

Таким образом, основанием химии выступает двуединая проблема - получение веществ с заданными свойствами (на достижение ее направлена производственная деятельность человека) и выявление способов управления свойствами вещества (на реализацию этой задачи направлена научно-исследовательская работа ученых). Эта же проблема является одновременно и системообразующим началом химии.

Важнейшие особенности современной химии.

В химии, прежде всего в физической химии, появляются многочисленные самостоятельные научные дисциплины (химическая термодинамика, химическая кинетика, электрохимия, термохимия, радиационная химия, фотохимия, плазмохимия, лазерная химия).

Химия активно интегрируется с остальными науками, результатом чего было появление биохимии, молекулярной биологии, космохимии, геохимии, биогеохимии. Первые изучают химические процессы в живых организмах, геохимия - закономерности поведения химических элементов в земной коре.

## 2. Концептуальные системы химии

### 1 Понятие о химическом элементе.

Концепция химического элемента появилась в химии в результате стремления человека обнаружить первоэлемент природы. Р. Бойль положил начало современному представлению о химическом элементе как о простом теле, пределе химического разложения вещества, переходящем без изменения из состава одного сложного тела в другое. Но еще целый век после этого химики делали ошибки в выделении химических элементов: сформулировав понятие химического элемента, ученые еще не знали ни одного из них.

Химические знания до определенного времени накапливались эмпирически, пока не назрела необходимость в их классификации и систематизации, т.е. в теоретическом обобщении. Основоположником системного освоения химических знаний явился Д. И. Менделеев. Попытки объединения химических элементов в группы предпринимались и ранее, однако не были найдены определяющие при-

чины изменений свойств химических веществ. Д. И. Менделеев исходил из принципа, что любое точное знание представляет систему. Такой подход позволил ему в 1869 г. открыть периодический закон и разработать Периодическую систему химических элементов. В его системе основной характеристикой элементов являются атомные веса. Периодический закон Д. И. Менделеева сформулирован в следующем виде:

«Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов».

Это обобщение давало новые представления об элементах, но в силу того, что еще не было известно строение атома, физический смысл его был недоступен. В современном представлении этот периодический закон выглядит следующим образом:

«Свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра атома (порядкового номера)».

Простейшим химическим элементом является водород (1H), состоящий из одного протона (ядра атома, имеющего положительный заряд) и одного электрона, имеющего отрицательный заряд.

Баланс взаимоотношений в атоме водорода, между протоном и электроном, можно описать тождеством, если учесть отношение масс то мы получим первое представление о балансе взаимоотношений между протонами и электронами в химических элементах.

### 3 Современная картина химических знаний.

Важнейшей особенностью основной проблемы химии является то, что она имеет всего четыре способа решения вопроса. Свойства вещества зависят от четырех факторов:

- 1) от элементного и молекулярного состава вещества;
- 2) от структуры молекул вещества;
- 3) от термодинамических и кинетических условий, в которых вещество находится в процессе химической реакции;

4) от уровня химической организации вещества.

Поскольку эти способы появлялись последовательно, мы можем в истории химии выделить четыре последовательно сменявших друг друга этапа ее развития. В то же время с каждым из названных способов решения основной проблемы химии связана своя концептуальная система знаний. Эти четыре концептуальных системы знания находятся в отношениях иерархии (субординации). В системе химии они являются подсистемами, так же как сама химия представляет собой подсистему всего естествознания в целом.

### 3.1 Первый уровень химического знания. Учение о составе вещества

Учение о составе веществ является первым уровнем химических знаний. До 20-30-х гг. XIX в. вся химия не выходила за пределы этого подхода. Но постепенно рамки состава (свойств) - стали тесны химии, и во второй половине XIX в. главенствующую роль в химии постепенно приобрело понятие «структура», ориентированное, что и отражено непосредственно в самом понятии, на структуру молекулы реагента.

Первый действенный способ решения проблемы происхождения свойств вещества появился в XVII в. в работах английского ученого Р. Бойля. Его исследования показали, что качества и свойства тел не имеют абсолютного характера и зависят от того, из каких химических элементов эти тела составлены. У Бойля наименьшими частичками вещества оказывались неосязаемые органами чувств мельчайшие частички (атомы), которые могли связываться друг с другом, образуя более крупные соединения - кластеры (по терминологии Бойля). В зависимости от объема и формы кластеров, от того, находились они в движении или покоились, зависели и свойства природных тел. Сегодня мы вместо термина «кластер» используем понятие «молекула».

### 3.2 Второй уровень химического знания.

Многочисленные эксперименты по изучению свойств химических элементов в первой половине XIX в. привели ученых к убеждению, что свойства веществ и их качественное разнообразие обусловлены не только составом элементов, но и структурой их молекул. К этому времени в химическом производстве стала преобладать

переработка огромных масс вещества растительного и животного происхождения. Их качественное разнообразие потрясаяще велико - сотни тысяч химических соединений, состав которых крайне однообразен, так как они состоят из нескольких элементов-органогенов (углерода, водорода, кислорода, серы, азота, фосфора).

Наука считает, что только эти шесть элементов составляют основу живых систем, из-за чего они получили название органогенов. Весовая доля этих элементов в живом организме составляет 97,4%. Кроме того, в состав биологически важных компонентов живых систем входят еще 12 элементов: натрий, калий, кальций, магний, железо, цинк, кремний, алюминий, хлор, медь, кобальт, бор.

Особая роль отведена природой углероду. Этот элемент способен организовывать связи с элементами, противостоящими друг другу, и удерживать их внутри себя. Атомы углерода образуют почти все типы химических связей. На основе шести органогенов и еще около 20 других элементов природа создала около 8 млн. различных химических соединений, обнаруженных к настоящему времени. 96% из них приходится на органические соединения.

Объяснение необычайно широкому разнообразию органических соединений при столь бедном элементном составе было найдено в явлениях изомерии и полимерии. Так было положено начало второму уровню развития химических знаний, который получил название структурной химии.

Структура - это устойчивая упорядоченность качественно неизменной системы (молекулы). Под данное определение подпадают все структуры, которые исследуются в химии: квантово-механические, основанные на понятиях валентности и химического сродства, и др.

Она стала более высоким уровнем по отношению к учению о составе вещества, включив его в себя. При этом химия из преимущественно аналитической науки превратилась в синтетическую. Главным достижением этого этапа развития химии стало установление связи между структурой молекул и реакционной способностью веществ.

Термин «структурная химия» условен. В нем подразумевается такой уровень химических знаний, при котором, комбинируя атомы различных химических элементов, можно создать структурные формулы любого химического соединения. Возникновение структурной химии означало, что появилась возможность для целенаправленного качественного преобразования веществ, для создания схемы синтеза любых химических соединений, в том числе и ранее неизвестных.

### 3.3 Третий уровень химического знания. Учение о химических процессах.

Учение о химических процессах - область науки, в которой осуществлена наиболее глубокая интеграция физики, химии и биологии. В основе этого учения находятся химическая термодинамика и кинетика, поэтому оно в равной степени принадлежит физике и химии. Одним из основоположников этого научного направления стал русский химик Н.Н. Семенов, основатель химической физики.

Учение о химических процессах базируется на идее, что способность к взаимодействию различных химических реагентов определяется кроме всего прочего и условиями протекания химических реакций, которые могут оказывать воздействие на характер и результаты этих реакций.

Важнейшей задачей химиков становится умение управлять химическими процессами, добиваясь нужных результатов. В самом общем виде методы управления химическими процессами можно подразделить на термодинамические (влияют на смещение химического равновесия реакции) и кинетические (влияют на скорость протекания химической реакции).

Для управления химическими процессами разработаны термодинамический и кинетический методы.

Французский химик А. Лее Шателье в конце XIX в. сформулировал принцип подвижного равновесия, обеспечив химиков методами смещения равновесия в сторону образования целевых продуктов. Эти методы управления и получили название термодинамических. Каждая химическая реакция в принципе обратима, но на практике равновесие смещается в ту или иную сторону. Это зависит как от природы реагентов, так и от условий процесса.

Термодинамические методы преимущественно влияют на направление химических процессов, а не на их скорость.

Скоростью химических процессов управляет химическая кинетика, в которой изучается зависимость протекания химических процессов от строения исходных реагентов, их концентрации, наличия в реакторе катализаторов и других добавок, способов смешения реагентов, материала и конструкции реактора и т. п.

Химическая кинетика. Объясняет качественные и количественные изменения в химических процессах и выявляет механизм реакции. Реакции проходят, как правило, ряд последовательных стадий, которые составляют полную реакцию. Скорость реакции зависит от условий протекания и природы веществ, вступивших в нее. К ним относятся концентрация, температура и присутствие катализаторов. Описывая химическую реакцию, ученые скрупулезно отмечают все условия ее протекания, поскольку в других условиях и при иных физических состояниях веществ эффект будет разный.

Задача исследования химических реакций является очень сложной. Ведь практически все химические реакции представляют собой отнюдь не простое взаимодействие исходных реагентов, а сложные цепи последовательных стадий, где реагенты взаимодействуют не только друг с другом, но и со стенками реактора, могущими как катализировать (ускорять), так и ингибировать (замедлять) процесс.

Катализ - ускорение химической реакции в присутствии особых веществ - катализаторов, которые взаимодействуют с реагентами, но в реакции не расходуются и не входят в конечный состав продуктов. Он был открыт в 1812 г. российским химиком К. Г. С. Кирхгофом.

Применение катализаторов изменило всю химическую промышленность. Катализ необходим при производстве маргарина, многих пищевых продуктов, а также средств защиты растений. Почти вся промышленность основной химии (60-80 %) основаны на каталитических процессах. Химики не без основания говорят, что некаталитических процессов вообще не существует, поскольку все они протекают в реакторах, материал стенок которых служит своеобразным катализатором.

С участием катализаторов скорость некоторых реакций возрастает в 10 млрд раз. Есть катализаторы, позволяющие не просто контролировать состав конечного продукта, но и способствующие образованию молекул определенной формы, что сильно влияет на физические свойства продукта (твердость, пластичность).

В современных условиях одно из важнейших направлений развития учения о химических процессах - создание методов управления этими процессами. Поэтому сегодня химическая наука занимается разработкой таких проблем, как химия плазмы, радиационная химия, химия высоких давлений и температур.

### 3.4 Четвертый уровень химического знания. Эволюционная химия.

Эволюционная химия зародилась в 1950 - 1960 гг. В основе эволюционной химии лежат процессы биокатализа, ферментологии; ориентирована она главным образом на исследование молекулярного уровня живого, что основой живого является биокатализ, т.е. присутствие различных природных веществ в химической реакции, способных управлять ею, замедляя или ускоряя ее протекание. Эти катализаторы в живых системах определены самой природой, что и служит идеалом для многих химиков.

Идея концептуального представления о ведущей роли ферментов, биорегуляторов в процессе жизнедеятельности, предложенная французским естествоиспытателем Луи Пастером в XIX веке, остается основополагающей и сегодня. Чрезвычайно плодотворным с этой точки зрения является исследование ферментов и раскрытие тонких механизмов их действия.

Ферменты- это белковые молекулы, синтезируемые живыми клетками. В каждой клетке имеются сотни различных ферментов. С их помощью осуществляются многочисленные химические реакции, которые благодаря каталитическому действию ферментов могут идти с большой скоростью при температурах, подходящих для данного организма, т.е. в пределах примерно от 5 до 40 градусов. Можно сказать, что ферменты - это биологические катализаторы.

В основе эволюционной химии принцип использования таких условий, которые приводят к самосовершенствованию катализаторов химических реакций, т. е. к самоорганизации химических систем.

В эволюционной химии существенное место отводится проблеме «самоорганизации» систем. Теория самоорганизации «отражает законы такого существования динамических систем, которое сопровождается их восхождением на все более высокие уровни сложности в системной упорядоченности, или материальной организации». В сущности, речь идет об использовании химического опыта живой природы. Это своеобразная биологизация химии. Химический реактор предстает как некое подобие живой системы, для которой характерны саморазвитие и определенные черты поведения. Так появилась эволюционная химия как высший уровень развития химического знания.

Под эволюционными проблемами понимают проблемы самопроизвольного синтеза новых химических соединений (без участия человека). Эти соединения являются более сложными и более высокоорганизованными продуктами по сравнению с исходными веществами. Поэтому эволюционную химию заслуженно считают предбиологией, наукой о самоорганизации и саморазвитии химических систем.

До последней трети XX в. об эволюционной химии ничего не было известно. В отличие от биологов, которые вынуждены были использовать эволюционную теорию Дарвина для объяснения происхождения многочисленных видов растений и животных, химики не интересовались вопросом происхождения вещества, потому что получение любого нового химического соединения всегда было делом рук и разума человека.

Постепенное развитие науки XIX в., приведшее к раскрытию структуры атома и детальному познанию строения и состава клетки, открыло перед химиками и биологами практические возможности совместной работы над химическими проблемами учения о клетке. Для освоения опыта живой природы и реализации полученных знания в промышленности химики наметили ряд перспективных путей.

### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Какие основные этапы развития химии?
2. Отличия научного и обыденного познания.
3. Ятрохимия и ее признаки.

4. Основные этапы развития химии.

5. Подготовить доклад с презентацией

*1. Учение о химическом производстве (прикладная химия)*

*2. Прикладная неорганическая химия*

*3. Мировая химическая промышленность (выбрать несколько крупных мировых химических предприятий)*

*4. Химическая промышленность в России (выбрать несколько крупных мировых химических предприятий)*

*5. Роль химии в современном мире*

## **Тема 8. Современная биологическая картина мира**

1. Значение клетки.

2. Генетика и воспроизводство жизни.

3. Вопросы этики генной инженерии и ее воздействие на человека и социум.

1. Значение клетки.

Переходя от проблемы происхождения жизни к проблеме строения живого, отметим, что научное знание в этой области в большей степени достоверно за счет успехов, достигнутых новой наукой — молекулярной биологией. Можно сказать, что примерно в середине XX столетия произошла научная революция в биологии (вторая в этом веке после научной революции в физике), и благодаря ей биология выбилась в лидеры «соревнования» между науками.

Во второй половине XX в. были выяснены вещественный состав, структура клетки и процессы, происходящие в ней. «Клетка — это своего рода атом в биологии. Точно так же, как разные химические соединения сложены из атомов, так и живые организмы состоят из огромных скоплений клеток. Из работ физиков мы знаем, что все атомы очень похожи друг на друга: в центре каждого атома находится массивное, положительно заряженное ядро, а вокруг него вращается облако электронов — это как бы солнечная система в миниатюре! Клетки, подобно ато-

мам, также очень сходны друг с другом. Каждая клетка содержит в середине плотное образование, названное ядром, которое плавает в —полужидкой|| цитоплазме. Все вместе заключено в клеточную мембрану»<sup>1</sup>.

Основное вещество клетки — белки, молекулы которых обычно содержат несколько сот аминокислот и похожи на бусы или браслеты с брелочками, состоящими из главной и боковой цепей. У всех живых видов имеются свои особые белки, определяемые генетическим аппаратом. В клетке и происходит процесс воспроизводства белков в соответствии с генетическим кодом организма. Без клетки генетический аппарат не мог бы существовать.

Если же случится, что в клетку попадут вредные для организма бактерии и другие инородные тела, то с ними вступает в бой иммунная система — блуждающие клетки, которые у низших животных играют роль пищеварительных органов, а у высших животных, в том числе человека, их значение заключается именно в защите специфического строения данного организма (теория иммунитета разработана русским ученым И. И. Мечниковым).

О размерах клетки и содержащихся в ней веществ свидетельствует такая аналогия. «Представьте себе, что мы увеличим человека до размеров

Великобритании. Тогда одна его клетка будет примерно такой же величины, как фабричное здание. Внутри клетки находятся большие молекулы, содержащие тысячи атомов, в том числе молекулы нуклеиновой кислоты. Так вот, даже при этом огромном увеличении, которое мы себе вообразили, молекулы нуклеиновой кислоты будут тоньше электрических проводов».

Молекулярная биология, изучающая биологические процессы на молекулярном уровне, — один из наиболее ярких примеров конвергенции двух наук: физики и биологии.

Генетика— наука, изучающая закономерности и материальные основы наследственности и изменчивости организмов, а также механизмы эволюции живого. Наследственностью называется свойство одного поколения передавать дру-

тому признаки строения, физиологические свойства и специфический характер индивидуального развития. Свойства наследственности реализуются в процессе индивидуального развития.

Наряду со сходством с родительскими формами в каждом поколении возникают те или иные различия у потомков, как результат проявления изменчивости.

Изменчивостью называется свойство, противоположное наследственности, заключающееся в изменении наследственных задатков – генов и в изменении их проявления под влиянием внешней среды. Отличия потомков от родителей возникают также вследствие возникновения различных комбинаций генов в процессе мейоза и при объединении отцовских и материнских хромосом в одной зиготе. Здесь надо отметить, что выяснение многих вопросов генетики, особенно открытие материальных носителей наследственности и механизма изменчивости организмов, стало достоянием науки последних десятилетий, выдвинувших генетику на передовые позиции современной биологии. Основные закономерности передачи наследственных признаков были установлены на растительных и животных организмах, они оказались приложимы и к человеку. В своем развитии генетика прошла ряд этапов.

## 2. Генетика и воспроизводство жизни.

Первый этап ознаменовался открытием Г. Менделем (1865) дискретности (делимости) наследственных факторов и разработкой гибридологического метода, изучения наследственности, т. е. правил скрещивания организмов и учета признаков у их потомства. Дискретность наследственности состоит в том, что отдельные свойства и признаки организма развиваются под контролем наследственных факторов (генов), которые при слиянии гамет и образовании зиготы не смешиваются, не растворяются, а при формировании новых гамет наследуются независимо друг от друга.

Значение открытий Г. Менделя оценили после того, как его законы были вновь переоткрыты в 1900 г. тремя биологами независимо друг от друга: де Фризом в Голландии, К. Корренсом в Германии и Э. Чермаком в Австрии. Результаты ги-

бридизации, полученные в первое десятилетие XX в. на различных растениях и животных, полностью подтвердили менделевские законы наследования признаков и показали их универсальный характер по отношению ко всем организмам, размножающимся половым путем. Закономерности наследования признаков в этот период изучались на уровне целостного организма (горох, кукуруза, мак, фасоль, кролик, мышь и др.).

Менделевские законы наследственности заложили основу теории гена – величайшего открытия естествознания XX в., а генетика превратилась в быстро развивающуюся отрасль биологии. В 1901–1903 гг. де Фриз выдвинул мутационную теорию изменчивости, которая сыграла большую роль в дальнейшем развитии генетики.

Важное значение имели работы датского ботаника В. Иоганнсена, который изучал закономерности наследования на чистых линиях фасоли. Он сформулировал также понятие «популяциям» (группа организмов одного вида, обитающих и размножающихся на ограниченной территории), предложил называть менделевские «наследственные факторы» словом ген, дал определения понятий «генотип» и «фенотип».

Второй этап характеризуется переходом к изучению явлений наследственности на клеточном уровне (питогенетика). Т. Бовери (1902–1907), У. Сэттон и Э. Вильсон (1902–1907) установили взаимосвязь между менделевскими законами наследования и распределением хромосом в процессе клеточного деления (митоз) и созревания половых клеток (мейоз). Развитие учения о клетке привело к уточнению строения, формы и количества хромосом и помогло установить, что гены, контролируемые те или иные признаки, не что иное, как участки хромосом. Это послужило важной предпосылкой утверждения хромосомной теории наследственности. Решающее значение в ее обосновании имели исследования, проведенные на мушках дрозофилах американским генетиком Т. Г. Морганом и его сотрудниками (1910–1911). Ими установлено, что гены расположены в хромосомах в линейном порядке, образуя группы сцепления. Число групп сцепления генов соответствует

числу пар гомологичных хромосом, и гены одной группы сцепления могут перекомбинироваться в процессе мейоза благодаря явлению кроссинговера, что лежит в основе одной из форм наследственной комбинативной изменчивости организмов. Морган установил также закономерности наследования признаков, сцепленных с полом.

Третий этап в развитии генетики отражает достижения молекулярной биологии и связан с использованием методов и принципов точных наук – физики, химии, математики, биофизики и др. – в изучении явлений жизни на уровне молекул. Объектами генетических исследований стали грибы, бактерии, вирусы. На этом этапе были изучены взаимоотношения между генами и ферментами и сформулирована теория «один ген – один фермент» (Дж. Бидл и Э. Татум, 1940): каждый ген контролирует синтез одного фермента; фермент в свою очередь контролирует одну реакцию из целого ряда биохимических превращений, лежащих в основе проявления внешнего или внутреннего признака организма. Эта теория сыграла важную роль в выяснении физической природы гена как элемента наследственной информации.

В 1953 г. Ф. Крик и Дж. Уотсон, опираясь на результаты опытов генетиков и биохимиков и на данные рентгеноструктурного анализа, создали структурную модель ДНК в форме двойной спирали. Предложенная ими модель ДНК хорошо согласуется с биологической функцией этого соединения: способностью к самоудвоению генетического материала и устойчивому сохранению его в поколениях – от клетки к клетке. Эти свойства молекул ДНК объяснили и молекулярный механизм изменчивости: любые отклонения от исходной структуры гена, ошибки самоудвоения генетического материала ДНК, однажды возникнув, в дальнейшем точно и устойчиво воспроизводятся в дочерних нитях ДНК. В последующее десятилетие эти положения были экспериментально подтверждены: уточнилось понятие гена, был расшифрован генетический код и механизм его действия в процессе синтеза белка в клетке. Кроме того, были найдены методы искусственного получения мутаций и с их помощью созданы ценные сорта растений и штаммы микроорганизмов – продуцентов антибиотиков, аминокислот.

В последнее десятилетие возникло новое направление в молекулярной генетике – генная инженерия – система приемов, позволяющих биологу конструировать искусственные генетические системы. Генная инженерия основывается на универсальности генетического кода: триплеты нуклеотидов ДНК программируют включение аминокислот в белковые молекулы всех организмов – человека, животных, растений, бактерий, вирусов. Благодаря этому можно синтезировать новый ген или выделить его из одной бактерии и ввести его в генетический аппарат другой бактерии, лишенной такого гена.

Таким образом, третий, современный этап развития генетики открыл огромные перспективы направленного вмешательства в явления наследственности и селекции растительных и животных организмов, выявил важную роль генетики в медицине, в частности, в изучении закономерностей наследственных болезней и физических аномалий человека.

### 3. Вопросы этики генной инженерии и ее воздействие на человека и социум.

Сегодня уже очевидно, что генная и биотехнологии обладают огромным потенциалом и возможностями воздействия на человека и социум. Однако перспективы эти оказываются двойственными. Так, отмечая научные и экономические перспективы генной инженерии, необходимо иметь в виду и ее потенциальную угрозу для человека и человечества, в частности, те опасности, которые могут возникнуть при дальнейшем проникновении человеческого разума в естественные силы природы.

Поэтому с точки зрения биомедицинской этики следует задать вопрос: всегда ли в области генной технологии можно делать то, что можно сделать? Речь идет не о том, чтобы сказать «да» или «нет» генной технологии, а чтобы осветить положительные и отрицательные стороны проблемы. Генная технология дала человеку преимущество, которым он раньше не обладал: целенаправленно и быстро изменить природную среду (мир растений и животных) и самого себя. То, на что естественной эволюции требуются миллионы лет, человек может совершить теперь за

сравнительно небольшой отрезок времени. Геном млекопитающих уже стал объектом экспериментов. В 2003 г. раскрыта, наконец, тайна человеческого генома, что даст человеку возможность влиять себя и на свое потомство.

Сумеет ли человек распорядиться своей увеличившейся властью, которой должна соответствовать новая этика обращения с Живым? Чтобы ответить на этот вопрос, надо, прежде всего, иметь в виду следующее:

Генная технология – не универсальное средство, а интересный метод, который может быть применен в биотехнологии, клеточной биологии, генетике человека и с помощью которого человечество может продвинуться дальше в овладении тайнами природы. Понимание жизненных процессов на молекулярном уровне позволит в будущем улучшать основы наследственности человека, победить многие болезни.

Эффективность новой технологии зависит от скорости появления новых знаний, но виды и объем ее применения должны определяться в ходе научных и общественных дискуссий, которые уже выявили две основные позиции: первая, более слабая – скептическая оценка генной инженерии, другая, более сильная – оптимистическая.

Умножение знаний о биотических взаимосвязях и растущая возможность распоряжаться жизненными процессами не должны привести к злоупотреблениям. Речь идет о том, что конструирование новой жизни может стать злом, потому что эта жизнь является не только инструментом, но начинает существовать уже сама по себе и сама себя воспроизводить.

Новое биологическое знание открывает множество возможностей генетического контроля над индивидом. Каждый человек несет в себе немало

«дефективных» генов. Знание о виде и размере этого балласта может вести к социальной и профессиональной дискриминации, а также к тяжелым психическим переживаниям. Поэтому, вероятно, правы те скептики, которые считают, что в отношении применения генной технологии к человеку следует ввести правило – лучше ничего не знать или знать минимум.

Какие нравственные выводы следуют из этих положений? Что же такого может генная технология, что требует специальной этической регуляции? Очевидно, что уже сегодня генная технология и биотехнологии могут вмешиваться в судьбу человека.

Даже такое, казалось бы, безобидное нововведение, как генетическая паспортизация (составление личных паспортов, в которых отмечается генетическая предрасположенность к наследственным и некоторым другим заболеваниям, — эксперимент, начатый недавно в России,) требует биоэтической экспертизы, ибо вызывает у ученых обеспокоенность возможностью вмешательства в личную жизнь граждан и опасностью генетического апартеида — дискриминации по состоянию здоровья. А ведь в данном случае речь идет лишь о проведении генетического анализа и сообщении его результатов. Что же говорить о непосредственном генно-инженерном вмешательстве!

Ведь если все, что удастся генной инженерии с микроорганизмами и отдельными клетками, принципиально возможно сделать с человеком, а именно с человеческой яйцеклеткой, то становятся реальными: направленное изменение наследственного материала; идентичное воспроизведение генетически запрограммированной особи (клонирование); создание химер (человек-животное) из наследственного материала разных видов. Человек становится объектом генной технологии. При этом некоторые ученые считают, что их деятельность ни в чем не должна быть ограничена: все, что они хотят, они также могут и делать. Однако если перестройка генома взрослого индивида по медицинским показаниям или по его желанию полностью приемлема в этическом отношении, то совершенно иная ситуация возникает при изменении генома зародышевых клеток, так как: эта деятельность может быть квалифицирована как проведение исследований на еще не рожденных индивидах, что само по себе аморально; если плохо сконструированная машина может быть разобрана, то аналогичное действие в случае неудачно завершившегося эксперимента с геномом человека уже невозможно; если допущенные при конструировании машины просчеты ограничиваются единичным объектом, то ошибочно

сконструированный геном способен к распространению (передаче потомству); характер взаимодействия «новых» генов с геномом в целом все еще изучен недостаточно, и перестройка генома зародышевых клеток может приводить к возникновению непредсказуемых последствий.

Поэтому научное «любопытство» любой ценой крайне опасно, оно трудно совместимо с гуманистической природой этики. Следует контролировать научные знания и интересы, а этический контроль над биотехнологией должен быть открытым и междисциплинарным.

Мы должны помнить о том, что новые сконструированные организмы, например, генетически модифицированные продукты, попавшие в нашу среду обитания, будут принципиально отличаться от тех вредных веществ, угрожающих человеку и природе, действие которых изучено и может быть ограничено. Новые будут намного опаснее. Поэтому надо ответственно относиться к возможности генетики в будущем синтезировать неизвестные ранее гены и встраивать их в уже существующие организмы.

В этих условиях сами специалисты по генной инженерии вряд ли могут решать, какие возможности развития новых направлений исследований должны быть поддержаны, а какие – нет. Особенно, когда речь идет об экспериментах над человеком или о внедрении сконструированных организмов в естественную среду. Над этими вопросами должны работать люди разных профессий и общественных групп, без догматизма и идеологической предвзятости. Запретов здесь быть не должно, но работу надо контролировать, и не только со стороны самих ученых, но и общественности.

#### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Основные особенности биологии XX века.
2. Рождение генетики; ее основные понятия и представления.
3. Основные идеи, понятия и принципы синтетической теории эволюции.
4. Революция в молекулярной биологии. Достижения молекулярной биологии и генетики в XX веке.
5. Микроэволюция и макроэволюция.

6. Возникновение жизни на земле: основные этапы.

7. Подготовить эссе на тему "Основные виды антропогенных воздействий на биосферу".

## **Тема 9. Экология и современная концепция биосферы**

1. Экология как наука. Цели и задачи экологии.

2. Современная концепция биосферы.

Экология — это наука, изучающая закономерности взаимодействия организмов и среды их обитания, законы развития и существования биогеоценозов как комплексов взаимодействующих живых и неживых компонентов в различных участках биосферы.

Слово "экология" как уже говорилось в предисловии, впервые употребил немецкий биолог Эрнст Геккель, обозначив им биологическую науку, изучающую взаимоотношения организмов с окружающей средой. В настоящее время это понятие стало употребляемым и привычным во всем мире, породило "экологизацию" современных научных дисциплин, определило способ мышления и поведения для наиболее образованной и прогрессивной части человечества. Экология по праву стала одной из сторон гуманизма, духовности, понимания единства человека и природы, высокой культуры.

Основу всей жизнедеятельности человека, источник ресурсов его хозяйства составляет окружающая нас природа. Однако человечество очень долго обходило и замалчивало проблемы воздействия цивилизации на окружающую среду.

Впервые эти вопросы были подняты В. И. Вернадским, который доказал, что по мощности воздействия на биосферу антропогенные процессы к началу XX в. стали сопоставимы с геологическими и другими естественными процессами. Понадобились десятилетия для того, чтобы научная мысль пришла к выводу о том, что развитие цивилизации настоящими темпами и в существующей форме неизбежно ведет к разрушению природы и несовместимо с возможностями выживания человека как биологического вида.

Экологические закономерности проявляются на уровне особи, популяции особей, биоценоза, биогеоценоза и биосферы в целом. Понимание этого является основополагающим в развитии экологии как науки, изучающей природу как человеческий дом и доказывающей, что он незаменим, уникален, неповторим, но при этом хрупок, уязвим и нуждается в защите от разрушительных последствий развития цивилизации. Таким образом, наука, ранее ориентированная на изучение отдельных видов, популяций и элементарных сообществ, перенесла центр внимания на всю биосферу как совокупность живых организмов на Земле. Возникла экология человека как всякого живого существа; человеческого общества как особой совокупности живых организмов.

Если проследить последовательность этапов развития экологии, то вначале это были два частных раздела ботаники и зоологии, изучающие взаимодействие организмов с окружающей средой. К середине XX в. экология как наука, превратилась в отрасль биологии, изучающую еще и надорганизменные системы, совокупность организмов вместе с окружающей средой, называемую общей экологией. В настоящее время экология приобрела междисциплинарное, общенаучное значение и получила статус всеобщей экологии.

Всеобщая экология — наука методологическая, создающая научные методы познания действительности, ее выводы находят применение в различных областях человеческой деятельности.

В соответствии с этим основными задачами экологии являются:

- — постижение законов функционирования и развития биосферы как целостной системы;
- — изучение реакций компонентов окружающей среды на возмущающие воздействия естественного и антропогенного происхождения;
- — определение допустимых пределов воздействия человеческой цивилизации на окружающую среду;
- — разработка концептуальных представлений и рекомендаций относительно путей развития общества, которые гарантировали бы соблюдение пределов воздействия на окружающую среду, существование и развитие последней.

В науке экологии осуществляется синтез многих научных дисциплин — биологии, геологии, физики, химии, географии, экономики, социологии, математического моделирования, правоведения и др.

Экологические проблемы требуют широкого философского осмысления, создания новых этических концепций. В экологии сложнейшие научные построения соседствуют с прикладными вопросами, которые требуют немедленного решения

Таким образом, можно сделать вывод, что экология — не просто научная дисциплина, она представляет собой проблемно ориентированную систему научных знаний.

Биосфера в трудах В.И. Вернадского.

Около 60 лет назад выдающийся русский ученый академик В.И. Вернадский разработал учение о биосфере – оболочке Земли, населенной живыми организмами.

В.И. Вернадский распространил понятие биосферы не только на организмы, но и на среду обитания. Он выявил геологическую роль живых организмов и показал, что их деятельность представляет собой важнейший фактор преобразования минеральных оболочек планеты. Он писал: —Наземной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а поэтому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом<sup>3</sup>. Более правильно, поэтому определять биосферу как оболочку Земли, которая населена и преобразуется живыми существами.

Говоря о принципах существования биосферы, В.И. Вернадский, прежде всего, уточнял понятие и способы функционирования живого вещества. Живой организм является неотъемлемой частью земной коры и изменяющим ее агентом, а живое вещество – это совокупность организмов, участвующих в геохимических процессах. Организмы берут из окружающей среды химические элементы, строящие их тела, и возвращают их после смерти и в процессе жизни в ту же самую среду. Тем самым и жизнь, и косное вещество находится в непрерывном и тесном взаимодействии, в круговороте химических элементов. При этом живое вещество служит основным системообразующим фактором и связывает биосферу в единое целое.

Обладея значительно большей активностью, чем неорганическая природа, живые организмы стремятся к постоянному совершенствованию и размножению соответствующих систем, включая биоценозы. Последние в свою очередь неизбежно входят во взаимодействия между собой, что, в конечном счете, уравнивает живые системы различного уровня. В результате достигается динамическая гармония всей суперсистемы жизни – биосферы.

Развитие биосферы происходит путем углубления взаимодействия живых организмов и среды. В ходе эволюции постепенно происходит процесс планетарной интеграции, т.е. усиления и развития взаимозависимости и взаимодействия живого и неживого. Процесс интеграции В.И. Вернадский считал сущностной характеристикой биосферы.

Несмотря на всю свою противоречивость, развитие биосферы является фактором планетарного масштаба и означает прогрессирующее овладение жизнью всей планеты. Существование жизни на Земле коренным образом изменило облик нашей планеты и его составляющие – ландшафт, климат, температуру Земли и т.д.

В.И. Вернадский считал, что влияние научной мысли и человеческого труда обусловило переход биосферы в новое состояние – ноосферу (сферу разума). Постепенно стал происходить переход от простого биологического приспособления живых организмов к разумному поведению и целенаправленного изменения окружающей природной среды разумными существами. В трудах Вернадского указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы:

- заселение человеком всей планеты,
- резкое преобразование средств связи и обмена между разными странами,
- усиление связей, в том числе политических, между всеми государствами Земли,
- преобладание геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере,
- расширение границ биосферы и выход в Космос,

- открытие новых источников энергии,
- равенство людей всех рас и религий,
- увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики,
- свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в общественном и государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли,
- подъем благосостояния трудящихся Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и ослабить влияние болезней,
- разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения,
- исключение войн из жизни общества.

Человек как особая форма жизни и существо, обладающее разумом, вносит принципиально новые элементы во взаимоотношения с природой. Он выступает как автономная целостность внутри биосферы. Живое вещество, преобразуя косное и взаимодействуя с ним, создает биосферу. Аналогично человек, преобразуя биосферу, создает техносферу.

Многое из того, о чем писал Вернадский, становится достоянием сегодняшнего дня. Современны и понятны нам его мысли о целостности, неделимости цивилизации, о единстве биосферы и человечества. Переломный момент в истории человечества, о чем сегодня говорят ученые, политики, публицисты был увиден Вернадским.

Вернадский видел неизбежность ноосферы, подготавливаемой как эволюцией биосферы, так и историческим развитием человечества. С точки зрения ноосферного подхода по-иному видятся и современные болевые точки развития мировой цивилизации. Варварское отношение к биосфере, угроза мировой экологической катастрофы, производство средств массового уничтожения – все это должно

иметь преходящее значение. Вопрос о коренном повороте к истокам жизни, к организованности биосферы в современных условиях должен звучать как набат, призыв к тому, чтобы мыслить и действовать, в биосферном – планетном аспекте.

## 2. Современная концепция биосферы.

Суть теории В. И. Вернадского о ноосфере.

В.И. Вернадский обратился к идее ноосферы в конце своей жизни – основная его работа по этой проблеме была опубликована в 1944 г. Это концепция о закономерности развития биосферы в состояние, контролируемое человеческим разумом<sup>8</sup>. Представления Вернадского о ноосфере по многим позициям близки к развивавшимся Тейяр де Шарденом.

Под ноосферой Вернадский понимал целостную геологическую оболочку Земли, формирующуюся в результате синтеза технической и культурной деятельности людей, а также естественных природных процессов. Самое главное в его концепции – это роль сознательного начала в процессе преобразования природы и идея о творческом воздействии человека на окружающую природу.

В работе «Научная мысль как планетное явление» В. И. Вернадский дал несколько определений понятия «ноосфера». Одно из них звучит так: «Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние – в ноосферу».

Выходит, для познания биосферы и ноосферы (или техносферы то есть сферы, где проявляется человеческий разум и осуществляются человеком технические преобразования) наиболее оправдан и можно сказать, фундаментален геологический подход, прежде всего геохимический, предложенный Вернадским и лежащий в основе его учения, обобщающего другие более частные концепции биосферы.

Современные представления о ноосфере сводятся к следующим основным постулатам.

1. Ноосфера представляет собой область взаимодействия человека и природы, в пределах которой человеческая деятельность становится основным определяющим фактором развития.

2. Ноосфера есть качественно высшая стадия развития биосферы, связанная с коренным преобразованием как природы, так и самого человека, т.е. ноосфера представляет собой не выделенный над биосферой "мыслящий пласт", а качественно новое состояние самой биосферы, ее очередную трансформацию в ходе эволюции.

3. Ноосфера как высокоорганизованное состояние биосферы может возникнуть и существовать только тогда, когда, во-первых, преобразующая деятельность человека будет основываться на строго научном и разумном понимании всех происходящих процессов и обязательно сочетаться с

«интересами» природы и, во-вторых, решится задача овладения в ближайшем будущем методами управления развитием биосферы и создания необходимых для этого средств.

4. Структура ноосферы включает: человечество, социальные системы, науку, технику и технологии в единстве с биосферой. Реально ноосфера предстает как техносреда, искусственное образование с ее собственными законами функционирования. Поэтому, если для В.И. Вернадского концепция ноосферы связывалась с идеями рационального развития биосферы, направляемого общим разумом людей, то в настоящее время образуется среда, которая начинает отрицать условия бытия человека как естественного существа. Ноосфера, в своей ипостаси техносреды, порождает экологический кризис, ставя человека на грань выживания.

5. Ноосфера – феномен не столько природы, сколько космоса. Биосфера – живая оболочка Земли; создаваемая разумом искусственная среда (ноосфера) тоже пока в основном на Земле. Ноосфера, включенная в систему бытия человека, предстает как часть космоса. С другой стороны, космос как реальность, а не просто объект созерцания, открывается человеку посредством науки и техники. Считается, что космизм в онтологическом плане – это идеология техногенной среды.

Вышеприведенные аксиомы отражают главные свойства, которыми должна обладать ноосфера.

3. Учение Вернадского о биосфере Земли и эволюционное превращение в ноосферу.

Ноосфера – последнее из многих состояний эволюций биосферы в геологической истории – состояние наших дней. По нашему мнению, здесь можно выделить несколько аспектов данного понятия. Во-первых, ноосфера – природное геологическое явление, высшее эволюционное состояние биосферы. Переход биосферы в ноосферу носит в основном естественный, закономерный характер: во-вторых, ноосферогенез имеет не только стихийный, но и сознательный характер, поскольку ставится вопрос о перестройке биосферы: в-третьих, важнейшим компонентом ноосферы является свободно мыслящее человечество как единое целое: в-четвертых, создатель биогеохимии называет движущие силы перехода биосферы в ноосферу: научную мысль (науку) и труд (материальное производство).

Основными компонентами ноосферы, по Вернадскому, являются: биосфера – населенная и преобразованная живым веществом поверхностная оболочка земли; человечество как единое целое, наука, техника («В живом веществе создалась новая геологическая сила ума и техники на нашей планете небывалая»), культура («область человеческой культуры и проявления человеческой мысли – вся ноосфера»).

Таким образом, ноосфера представляет собой единство природного (биосфера) и социального («общество»). В дальнейшем мысль о единстве природного и социального была конкретизирована и углублена: «Ход истории пошел к объединению человечества, к ноосфере – будущему единству человеческой организации как единой действенной структуре... Ноосфера – есть планетное явление, и исторический процесс, взятый в планетном масштабе, есть то же геологическое явление». Ноосфера, с естественнонаучных позиций, – это современная биосфера, частью которой является человечество. Но это справедливо лишь отчасти. Оставаясь на биологическом плане частью биосферы, человечество, как носитель разума, – явление социальное, поэтому оно является биосоциальной реальностью, которая представляет собой основу ноосферы.

Каковы же основные идеи В. И. Вернадского, лежащие в основе его учения о ноосфере, перехода биосферы в новое эмоциональное состояние?

Особое место здесь принадлежит идее об эволюции живого вещества человечества как ее закономерной части. Именно эволюционный процесс

«создал новую геологическую силу – научную мысль социального человечества. Мы как раз проживаем вхождение в геологическую историю планеты». Однако, по Вернадскому, эволюция носит не глобальный, космический характер (эволюционный космизм П. Тейяра де Шардена), а биосоциальный. Эволюционирует, по мысли российского космиста, только живое вещество, а вместе с ним – биосфера и человечество.

Переход биосферы в ноосферу обусловлен направленностью эволюционного процесса: «... эволюция живого вещества идет в определенном направлении. Это явление было названо Данацефолизацией, а Ле Контом – психозойской эрой. Это связано с развитием нервной системы животных и формированием человеческого мозга – орудия научной мысли как планетного явления. Направленность и необратимость эволюционного процесса дает основание Вернадскому сделать вывод о неизбежности перехода биосферы в ноосферу: «Ноосфера – биосфера, переработанная научной мыслью... не есть кратковременной и преходящее научное явление... (Процессы, подготавливавшиеся многие миллиарды лет, не могут быть преходящими, не могут остановиться. Отсюда следует, что биосфера неизбежно перейдет, так или иначе, рано или поздно, в ноосферу...)».

Итак, если под ноосферой понимать гармонизированную систему «общество-биосфера», то человечество может и не дожидаться такой «ноосферы». Большое методологическое значение имеет идея В. И. Вернадского о единстве человечества, его материальной и духовной жизни. По его мнению, «человечество едино... Жизнь человечества, примесей ее разнородности, стала неделимой, единой... Телеграф, телефон, радио, аэропланы, аэростаты охватили весь земной шар. Сношения становятся все более простыми и быстрыми». И далее: «... впервые в истории человечества мы находимся в условиях единого исторического процесса, охватывающего всю биосферу планеты. Как раз закончились сложные... исторические процессы, которые в конце концов в нашем XX столетии создали

единое, неразрывное целое». Все народы Земли в научно-техническом, технологическом, информационном аспектах стали единым целым.

Причем это единство растет и становится заметным чуть не ежегодно. В конце XX в. компьютерная, информационная, космическая техника и технология многократно укрепили взаимосвязь между отдельными людьми, нациями, государствами нашей планеты. По мнению В. И. Вернадского, создание подлинного единства человечества «есть необходимое условие организованности ноосферы, и к нему человечество неизбежно придет».

Анализируя развитие научного знания в истории человечества, создатель биогеохимии выдвинул идею о «взрыве научного творчества», имеющую большое методологическое значение. Он отмечает закономерность и неизбежность этого взрыва: «Взрыв» научной мысли в XX ст. подготовлен всем прошлым биосферы и имеет глубочайшие корни в ее строении. Он не может остановиться и пойти назад. Он может только замедлиться в своем темпе». Взрыв научной мысли с конца XIX века превратил науку в важнейшую геологическую силу, преобразующую общество, биосферу и всю поверхностную оболочку Земли. Он стал единственным из важнейших факторов формирования и развития научно-технической революции. Превращение науки в важнейший фактор общественного развития носит объективный и закономерный характер, как и сам переход биосферы в ноосферу.

Итак, в основе ноосферной концепции В. И. Вернадского лежат следующие идеи: биосоциального эволюционизма; единства вселенскости человечества, его автотрофности; органической связи человечества и биосферы; превращение человечества в мощную геологическую силу; исключительной роли науки в преобразовании биосферы в ноосферу. В. И. Вернадский определил, как предпосылки перехода биосферы в ноосферу, так и тенденции развития самой ноосферы. И как следствие всего сказанного, создатель биохимии заложил основы экологического (ноосферного) сознания всего человечества

### **Контрольные вопросы и задания:**

1. Проблема самоорганизации систем живой и неживой природы.

2. Понятия и принципы синергетики.

3. Характеристики самоорганизующихся систем (открытость, нелинейность, диссипативность).

4. Принцип глобального эволюционизма.

5. Сущность современного экологического кризиса, принципы и пути разрешения современного экологического кризиса.

6. Выявить основные экологические проблемы вашего региона. Варианты решения этих проблем

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гельфман, М. И., Юстратов В.П. Неорганическая химия : учебное пособие. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-0730-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4032> (дата обращения: 03.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов / под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. -319 с. - ISBN 978-5-238-01225-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028500> (дата обращения: 03.03.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Миттова, И. Я. , Самойлов А.М. История химии с древнейших времен до конца XX века. В 2-х т.Т. 1: учебное пособие. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 416 с. ISBN 978-5-91559-130-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401788> (дата обращения: 03.03.2022).- Режим до-ступа: по подписке.
4. Старжинский, В. П., Цепкало В.В. Методология науки и инновационная деятельность: пособие для аспирантов, магистрантов и соискателей ученой степ. канд. наук техн. и экон. спец. — Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА М, 2017. — 327 с. : ил. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-105865-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/900868> (дата обращения: 03.03.2022). — Режим доступа: по подписке.
3. Тулинов, В. Ф. , Тулинов КВ. Концепции современного естествознания.- 3-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. - 484 с.: ISBN 978-5-394-01999-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/414982> (дата обращения: 03.03.2022). — Режим доступа: по подписке.