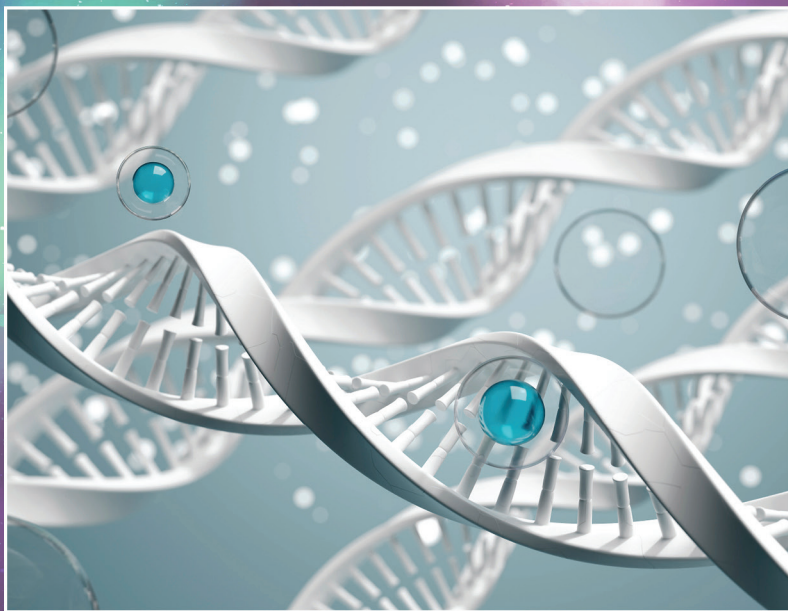


Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет

А.П. Павлова, Н.Г. Леванова

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Электронное учебно-методическое пособие



© Павлова А.П., Леванова Н.Г., 2024

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2024

ISBN 978-5-8259-1607-1

УДК 5(075.8)

ББК 20я73

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Управление качеством и инновационные технологии» Поволжского государственного университета сервиса *Е.А. Лисова*;

д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры «Общая и теоретическая физика» Тольяттинского государственного университета

В.А. Решетов.

Павлова, А.П. Концепции современного естествознания : электронное учебно-методическое пособие / А.П. Павлова, Н.Г. Леванова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2024. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1607-1.

В учебно-методическом пособии представлены основные элементы современной естественно-научной картины мира, мировоззренческие и методологические концепции, формирующиеся в нашу эпоху в сфере естествознания.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 44.03.05 «Педагогическое образование» очной формы обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8/10; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© Павлова А.П., Леванова Н.Г., 2024

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский

государственный университет», 2024

Учебное издание

***Павлова Анджела Петровна,
Леванова Наталья Геннадьевна***

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Редактор *О.П. Корабельникова*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

В оформлении пособия использованы изображения
от Freerik на сайте ru.freepik.com

Дата подписания к использованию 07.12.2023.

Объем издания 3,3 Мб.

Комплектация издания: компакт-диск,
первичная упаковка.

Тираж 50 экз. Заказ № 1-75-22.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 44-91-47, www.tltsu.ru

Содержание

| | |
|--|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| Модуль 1. ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНОГО МЕТОДА И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА | 13 |
| Тема 1. Наука как особая сфера культуры | 13 |
| Тема 2. Концепции глобального эволюционизма и самоорганизации материи | 29 |
| Тема 3. Уровни организации материи. Представления о структуре и уровнях строения материи | 41 |
| Тема 4. Современные космологические концепции | 54 |
| Тема 5. Химическая и биологическая эволюции материи | 75 |
| Тема 6. Человек как высший результат эволюции Вселенной | 91 |
| Модуль 2. ТЕСТЫ | 106 |
| Тест 1. Наука как особая сфера культуры | 106 |
| Тест 2. Предмет и структура естествознания | 109 |
| Тест 3. Современная естественно-научная картина мира и перспективы развития естествознания в XXI веке | 111 |
| Тест 4. Космологические концепции и эволюционная физика | 115 |
| Тест 5. Биологическая эволюция материи | 118 |
| КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА | 122 |
| ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ | 133 |
| Библиографический список | 137 |
| Глоссарий | 138 |
| Приложение | 214 |

ВВЕДЕНИЕ

Мы живем в эпоху радикального изменения отношения человека к миру, к природе, в эпоху глобальных интеграционных процессов как в науке, так и в духовной культуре в целом. Фундаментальная подготовка современного специалиста уже немыслима без ознакомления его с современным состоянием естественно-научного познания. Именно курс «Концепции современного естествознания» (КСЕ) призван дать широкую панораму общих элементов современной естественно-научной картины мира, мировоззренческих и методологических представлений, формирующихся в нашу эпоху в недрах естествознания.

В данном пособии предлагается инновационная образовательная технология построения курса КСЕ для бакалавриата с использованием информационной системы поддержки учебного процесса. Структура курса включает в себя правила прохождения, устройство, распределение учебной и аудиторной нагрузки, распределение баллов по видам деятельности. Предлагается также схема построения курса КСЕ для бакалавриата. За основу при разработке общей программы дисциплины взят федеральный компонент государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Разработанное и представленное на схеме 1 устройство курса КСЕ демонстрирует наличие системных связей между процессами и механизмами проектирования, функционирования и качеством результатов обучения. Одним из ключевых элементов является оригинальная схема устройства курса, предполагающая существенное повышение доли самостоятельной работы студента, причем как аудиторной, так и внеаудиторной.

При составлении рабочей программы курса КСЕ в качестве исходной точки была принята общая трудоемкость дисциплины, равная 120 часам. Предполагается освоение программы в течение одного семестра при устройстве курса, представленном на рис. 1.

В представленной модели устройства курса реализована основная задача любой модели – установление связи «цель – воздействие – результат». Эта модель позволяет решать задачи учебной деятельности, принимать оптимальные решения на начальной

стадии и тем самым смещать акцент управления качеством с этапа функционирования на этап проектирования, т. е. реализовать принцип управления качеством проектирования учебной деятельности.

В качестве одного из исходных положений принимается, что из 120 часов (общая трудоемкость курса) на аудиторные занятия под руководством и в присутствии преподавателя отводится 34 часа (12 часов лекций и 22 часа практических и семинарских занятий).

Технологией предусмотрены следующие виды занятий: лекционные, практические, семинарские.



Рис. 1. Правила прохождения и устройство курса

Такой подход к организации учебной деятельности позволяет формировать у студента навыки планирования процесса учебной деятельности, генерирования идей, критики и оценки результатов проектирования и определения связей, т. е. формирует творческие способности, критичность мышления, мобильность знаний.

Приведем перечень контролируемых учебных элементов, отражающих требования к знаниям и умениям, которые студент должен приобрести в результате освоения дисциплины и отдельных ее разделов.

| Тема | Перечень контролируемых учебных элементов |
|--|---|
| 1. Эволюция научного метода и естественно-научной картины мира | |
| Научный метод познания | Уровни научного познания — эмпирический, теоретический; свойства научного знания; определения (суть) методов научного познания; требования к научным гипотезам; принцип соответствия |
| Естественно-научная и гуманитарная культуры | Предмет естествознания, математики и гуманитарных наук; процессы интеграции и дифференциации наук; отличия гуманитарно-художественной культуры от научно-технической; отличительные признаки псевдонауки |
| Развитие научных исследовательских программ и картин мира (история естествознания, тенденции развития) | Понятие научной картины мира и ее отличия от научной теории и от художественного образа; названия и периодизация основных естественно-научных картин мира; фундаментальные вопросы, на которые отвечает научная картина мира |
| Развитие представлений о материи | Понятие о материи, ее формах; представления о материи в античный период и в научных картинах мира (механической, электромагнитной, современной); эффект Доплера |
| Развитие представлений о движении | Понятия состояния и движения как изменения состояния; представления о движении в античный период и в научных картинах мира; формы движения материи (механическая, биологическая, химическая), их многообразие |
| Развитие представлений о взаимодействии | Представления Аристотеля о взаимодействии; представления о взаимодействии в научных картинах мира — механической, электромагнитной, современной; виды фундаментальных взаимодействий; принципы дальнего действия, ближнего действия; полевой и квантово-полевой механизмы передачи взаимодействия; частицы — переносчики фундаментальных взаимодействий |
| 2. Пространство, время, симметрия | |
| Принципы симметрии, законы сохранения | Понятие симметрии в естествознании; симметрии пространства и времени; теорема Нётер о взаимосвязи симметрий с законами сохранения; законы сохранения энергии, импульса, момента импульса и соответствующие симметрии пространства, времени; представление об эволюции как цепочке нарушения симметрий |

| Тема | Перечень контролируемых учебных элементов |
|--|---|
| Эволюция представлений о пространстве и времени | История развития представлений о пространстве и времени; пространство и время как инвариантные самостоятельные сущности (пустота древнегреческих атомистов, абсолютные пространство и время Ньютона); пространство и время как система отношений между материальными телами (пространство и время Аристотеля, современные представления); концепция мирового эфира; классический закон сложения скоростей и его нарушение в опыте Майкельсона – Морли; следствие из опыта Майкельсона – Морли; взаимосвязь между пространством, временем, материей и ее движением |
| Специальная теория относительности | Принцип относительности Галилея, постулаты Эйнштейна; основные релятивистские эффекты (следствия из постулатов Эйнштейна) |
| Общая теория относительности | Принцип эквивалентности гравитационного поля и поля сил инерции; взаимосвязь материи и пространства-времени, эмпирические доказательства ОТО; соответствие ОТО и классической механики |
| 3. Структурные уровни и системная организация материи | |
| Микро-, макро-, мегамиры | Масштабные уровни материи и критерии подразделения; основные структуры микро-, макро- и мегамира; единицы измерения расстояний в мегамире; атрибуты планеты, звезды, галактики; характеристики нашей Галактики; пространственные масштабы Вселенной |
| Системные уровни организации материи | Системность, целостность, иерархичность природы; аддитивные и интегративные свойства (интегративность), витализм, редукционизм, взаимосвязь системных уровней организации материи; иерархические ряды природных систем; совокупности, не являющиеся системами |
| Структуры микромира | Иерархия структур микромира; основные элементарные частицы, критерии их классификации; фундаментальные (истинно элементарные) частицы; основные законы природы, определяющие возможность и ход процессов в микромире |
| Процессы в микромире | Взаимопревращения элементарных частиц, основные законы природы, определяющие возможность и ход процессов в микромире, явление естественной радиоактивности, ее вероятностный характер; основные виды радиоактивного распада; цепной характер деления ядер урана; термоядерные реакции, необходимые |

| Тема | Перечень контролируемых учебных элементов |
|--|---|
| | для них условия; звезды как естественные термоядерные реакторы; понятие дефекта массы; относительные величины энергий реакций ядерного синтеза, деления ядер, химических процессов (в сравнении) |
| Химические системы | Понятия: химический элемент, атом, изотопы, молекула, вещество; мономеры, полимеры, катализаторы, биокатализаторы, качественный и количественный состав вещества; современные представления о строении атома |
| Реакционная способность веществ | Понятия о химических, экзо-, эндотермических процессах, химической кинетике, энергии активации, катализе, автокатализе; свойства катализаторов; влияние различных факторов на скорость, закон действующих масс, правило Вант-Гоффа; состояние равновесия и условия его смещения; принцип Ле Шателье |
| Особенности биологического уровня организации материи | Иерархическая организация уровней живого; признаки и свойства живых систем; химический состав живого, особенности атома углерода, биополимеров, воды; хиральность молекул живого; целостность живых систем |
| Принципы воспроизводства живых систем | Важнейшие биополимеры – белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, их функции; аминокислоты и нуклеотиды как мономеры биополимеров; принцип комплементарности, комплементарные пары азотистых оснований; процессы редупликации, транскрипции, трансляции; генетический код, его свойства |
| 4. Порядок и беспорядок в природе | |
| Динамические и статистические закономерности в природе | Суть концепции механического детерминизма; динамические теории как детерминистское описание природы, их примеры; системы с динамическим хаосом, отличие хаоса от беспорядка; статистические теории, описывающие системы с хаосом и беспорядком, их основные понятия и примеры; соответствие динамических и статистических теорий; причины несостоятельности механического детерминизма даже для динамических систем |
| Концепции квантовой механики | Корпускулярно-волновой дуализм как всеобщее свойство материи; соотношения неопределенностей: координата – импульс, энергия – время; формулировка принципа дополнительности в узком (квантовомеханическом) смысле; основные пары дополнительных величин: координата и импульс, энергия и время; |

| Тема | Перечень контролируемых учебных элементов |
|--|--|
| | <p>философское значение принципа дополнительности в узком смысле: неотделимость познающего субъекта от познаваемого объекта; примеры проявления принципа дополнительности в широком смысле: необходимость несовместимых точек зрения для полного понимания любого предмета или процесса; описание состояния в квантовой механике; статистический характер квантового описания природы; соответствие квантовой и классической механики</p> |
| <p>Принцип возрастания энтропии</p> | <p>Предмет термодинамики; основные формы энергии, их качественные различия; первый закон термодинамики; термодинамическое равновесие, его признаки; различные формулировки второго закона термодинамики, их эквивалентность; многогранный смысл энтропии (измеряемая физическая величина, мера некачественности энергии, мера молекулярного беспорядка); закономерность эволюции на фоне всеобщего роста энтропии; термодинамические условия существования и эволюции жизни на Земле</p> |
| <p>Закономерности самоорганизации. Принципы универсального эволюционизма</p> | <p>Синергетика – теория самоорганизации; самоорганизация в природных и социальных системах; необходимые условия самоорганизации; основные понятия (диссипация, диссипативная структура, точка бифуркации) и закономерности самоорганизации; цели и принципы универсального эволюционизма</p> |
| <p>5. Панорама современного естествознания</p> | |
| <p>Космология (мегамир)</p> | <p>Предмет космологии; основные вехи развития натурфилософских и научных космологических представлений (Аристотель, Птолемей, Коперник, Эйнштейн, Фридман, модель «Большого взрыва»); основные наблюдаемые свойства Вселенной (однородность в больших масштабах, красное смещение в спектрах далеких галактик, интерпретируемое как эффект Доплера, возникающий вследствие разбегания галактик, закон и постоянная Хаббла); расширение Вселенной; возраст Вселенной – понятие, методы оценки, современная оценка; понятие о различных видах материи во Вселенной (обычная (барионная) материя, «тёмная материя», «тёмная энергия») и основных различиях между ними</p> |

| Тема | Перечень контролируемых учебных элементов |
|---|---|
| Происхождение Солнечной системы (структуры мегамира) | Состав и основные особенности устройства Солнечной системы; небулярная гипотеза Канта – Лапласа о происхождении Солнечной системы; основы современных представлений о формировании планетных систем, в частности Солнечной системы |
| Геологическая эволюция | Внутреннее строение и история геологического развития Земли, ее формирование и дифференциация недр, химический состав; отличие Земли от других планет земной группы; методы определения внутреннего строения и возраста Земли; концепции развития геосферных оболочек и тектоника литосферных плит; структура и химический состав атмосферы |
| Происхождение жизни (эволюция и развитие живых систем) | Исторические концепции происхождения жизни: креационизм, постоянное самозарождение, стационарное состояние, гипотеза панспермии, биохимическая эволюция; предпосылки и этапы возникновения жизни; методологические подходы в вопросе происхождения жизни: голобиоз, генобиоз |
| Эволюция живых систем | Теория эволюции Дарвина; синтетическая теория эволюции, её основные положения об элементарных единицах, материале, явлении, факторах; микро-, макроэволюции; основные атрибуты эволюции: самопроизвольность, необратимость, направленность |
| История жизни на Земле и методы исследования эволюции (эволюция и развитие живых систем) | Понятие о геологических эрах и периодах, связь границ между эрами с геологическими и палеонтологическими изменениями; основные понятия, связанные с эволюцией жизни; важнейшие ароморфозы в истории жизни; основные таксономические группы растений, животных и последовательность их эволюции; методы исследования эволюции |
| Генетика и эволюция | Основные понятия генетики; свойства генетического материала; изменчивость, её типы: ненаследственная (модификационная, фенотипическая), наследственная (генотипическая, мутационная); мутации, их свойства |
| 6. Биосфера и человек | |
| Экосистемы (многообразие живых организмов – основа организации и устойчивости живых систем) | Понятие и признаки экосистемы, структура экосистемы, виды природных экосистем, принципы функционирования, понятия пищевых цепей, пирамид, направления энергетических потоков в экосистемах |

| Тема | Перечень контролируемых учебных элементов |
|--|--|
| Биосфера | Биосфера как экосистема высшего ранга; состав и границы биосферы; вещество живое, биогенное, косное, биокосное; геохимические функции живого вещества; биогенная миграция химических элементов в биосфере и ее принципы |
| Человек в биосфере | Основные этапы эволюции рода Homo и его предшественников (стадиальная концепция); виды (человек умелый, прямоходящий, разумный); характерные особенности человека; возрастание роли социальных эволюционных факторов и ослабление биологических; неолитическая революция и ее экологические последствия; коэволюция человека и природы |
| Глобальный экологический кризис (экологические функции литосферы, экология и здоровье) | Понятия экологического кризиса, глобального экологического кризиса, их признаки и следствия, основные направления преодоления; понятия ноосферы, устойчивого развития |

Разработанный таким образом учебный курс КСЕ позволяет на более высоком уровне обобщить содержательный компонент профессиональной подготовки будущих специалистов.

Модуль 1. ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНОГО МЕТОДА И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА

Тема 1. Наука как особая сфера культуры

Форма проведения занятия: лекция.

Вопросы для обсуждения

1. Вненаучные знания. Паранаука.
2. Естественные и гуманитарные науки.
3. Естественнаучная и гуманитарная культуры.
4. Научный метод.
5. Современные модели научного знания.
6. Модели развития науки.
7. Научная картина мира.

Методические указания по проведению занятия

1. Лекционные занятия проводятся в форме визуальных лекций с использованием презентационного метода.
2. Практические занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме тренинга.
3. Семинарские занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме семинара-дискуссии.

В наши дни ни один человек не может считаться образованным, если он не владеет базовыми знаниями в области естественных наук.

КСЕ – современная дисциплина в системе российского университетского образования, знакомящая с естественно-научными знаниями специалистов различных направлений.

Предметом изучения КСЕ одновременно выступают природа, человек и общество.

Данный курс имеет информативно-мировоззренческий характер, способствует осознанию научных принципов и закономерностей развития природы – от микромира до Вселенной и человека.

Результатами научных исследований всегда являются теории, законы, модели, гипотезы. С этим связано название курса. Термин

«концепция» означает определенный способ понимания, основную точку зрения, выражающие сущность предметов, явлений, процессов. С другой стороны, концепция – это система понятий, которая формируется в процессе развития нашего сознания. К современному естествознанию относятся концепции, возникшие в XX веке.

Задача курса «Концепции современного естествознания» – дать целостное видение мира, представляющее синтез мудрости древних цивилизаций, гуманитарных и естественных наук современности.

Вненаучные знания. Паранаука. В настоящее время в обществе наблюдается резкое усиление паранаучных тенденций. Это экстрасенсорика, телепатия и телекинез, полтергейст, НЛО и уфология. Указанные тенденции имели место и в прошлом. Сегодня осуществляется широкая пропаганда вненаучных концепций средствами массовой информации.

Сознание современного человека находится под непрерывным воздействием псевдонаучных концепций. В нашей стране получают все большее распространение различного рода ненаучные виды знания: астрология, магия, мистические и т. п. учения. Постепенно, но достаточно определенно они искажают в общественном сознании естественно-научную картину мира. Игнорирование научного миропонимания способствует распространению догматического мышления и принижению науки перед религией, мифом, магией и паранаукой.

Пример. Ушедший в историю земной цивилизации XX в. был в политическом отношении веком конфронтации двух идеологий, веком борьбы капитализма и социализма. Но именно этот период в истории развития цивилизации отмечен грандиозными успехами естествознания и практических его воплощений: создание атомных реакторов (раньше – атомных бомб), телевидения, компьютеров, выход человека в космос, расшифровка генетического кода. Эти и другие достижения зримо изменили стиль и образ жизни человека и в то же время породили негативную реакцию общественного сознания на угрозу массового уничтожения, глобальный экологический кризис, непомерную стоимость научных проектов (например, космических программ).

Наука

Слово «наука» в русском языке объединяет самые различные направления. Наукой являются физика, литературоведение, учение о сварке.

Европейской родиной науки можно считать Древнюю Грецию. Именно там в V в. до н. э. возникла наука как доказательный вид знания, отличающийся от мифологического мышления.

Античная наука дала нам непревзойденный образец законченной системы теоретического знания — *геометрию Евклида*, создала *космологические модели* (Аристарх Самосский), сформулировала ценные идеи целого ряда будущих наук — физики, биологии и т. д.

Но как полноценное социально-духовное образование наука сформировалась в XVII в.

За 2,5 тыс. лет своего существования наука превратилась в сложное образование со своей структурой. Сейчас оно охватывает огромную область знаний с пятнадцатью тысячами дисциплин. Число ученых по профессии в мире к концу XX в. достигло свыше 5 млн человек.

Наука в общем понимании — это проверенная практикой форма человеческих знаний, являющихся общим продуктом развития общества и составной частью духовной культуры общества; это система понятий о явлениях и законах действительности.

Наука в частном понимании — это особая сфера деятельности человека, направленная на получение новых знаний (главная цель), на разработку новых методов их получения, включающая ученых с их знаниями и способностями, научные учреждения и имеющая своей задачей исследование законов природы, общества.

С другой стороны, наука — это и рассказ о том, что в этом мире есть и может быть в принципе.

Научная деятельность включает в себя следующие элементы: **субъект** (ученые), **объект** (все состояния бытия природы и человека), **цель** (цели) как сложная система ожидаемых результатов научной деятельности, **средства** (методы мышления, научные приборы, лаборатории), **конечный продукт** (показатель осуществленной научной деятельности — научные знания), **социальные условия** (организация научной деятельности в обществе), **активность субъекта** — без ини-

циативных действий ученых, научных сообществ научное творчество не может быть реализовано.

Главной определяющей целью научной деятельности является получение знаний о реальности, т. е. научных знаний.

Знание и научное знание. Знание – это специфический продукт человеческой деятельности и не существует вне человеческого общества.

Знания бывают двух видов: обыденные знания, или здравый смысл, и научные знания.

Пример. Человек познает окружающий мир в своих повседневных делах и поступках, приобретая при этом знания, необходимые для жизни. Такие знания называются обыденными (житейскими) знаниями или здравым смыслом. Достоверность здравого смысла обосновывается ссылками на авторитеты, на опыт отдельных лиц.

Научные знания характеризуются осмыслением фактов в системе понятий данной науки.

Особенности научного знания (характерные черты): систематизированность, присутствие теорий, доказательность, открытость для рациональной критики и общедоступность.

Формами научного знания выступают научные факты, гипотезы, проблемы, законы, теории, концепции, научные картины мира.

Основными элементами научного знания признаются установленные факты, закономерности, теории, научная картина мира. Теории считаются специфическим элементом, присущим только научному знанию.

Результатами науки являются не только научные знания. Это также:

- научный метод рациональности, который вышел за пределы науки и проникает во все сферы бытия людей;
- технические и методические новации, которые могут применяться вне науки, прежде всего в производстве;
- нравственные ценности – образцы честности, объективности, добросовестности, реализуемые в профессиональной деятельности.

Главные критерии научного знания – непротиворечивость, подтверждаемость и эффективность.

Естественные и гуманитарные науки. К настоящему времени сложилась устойчивая традиция разделения всех дисциплин на две большие группы: **естественные и гуманитарные**.

Естественные и гуманитарные науки различаются прежде всего *объектами исследования*.

В настоящее время все многочисленные дисциплины объединены в комплексы наук — **естественных, общественных, технических, гуманитарных и антропологических**.

Естествознание — это система знаний и деятельности, объектом которых является природа — часть бытия, существующего по законам, созданным активностью людей.

Общественные науки — система наук об обществе — части бытия, постоянно воссоздающегося в деятельности людей; объектом научного познания выступает общество, которое имеет свои особые законы, которое должно быть определенным образом упорядочено.

Технические науки изучают законы и специфику создания и функционирования сложных технических устройств, используемых в различных сферах жизнедеятельности.

Гуманитарные науки — системы знаний, предметом которых выступают ценности общества (общественные идеалы, нормы и правила мышления, общения и поведения).

Антропологические науки — совокупность наук о человеке, о единстве и различии его природных и общественных свойств.

Естественно-научная и гуманитарная культуры. Понятием «культура» обозначаются различные явления: от сортов растений до системы положительно значимых ценностей в жизнедеятельности людей.

Существует две разновидности культуры: **естественно-научная и гуманитарная**.

Специфика естественно-научной культуры состоит в том, что знание о природе постоянно совершенствуется.

Специфика гуманитарной культуры состоит в том, что в ее основе чаще всего лежат общечеловеческие ценности (гуманизм, демократия, права человека, нормы морали и т. д.).

Различают три содержательных типа культур: материальная, социальная и духовная.

Материальная культура — совокупность вещественно-энергетических средств бытия человека и общества, включающая орудия труда, технику, культуру индивида и населения, благосостояние человека и общества и т. д.

Социальная культура включает систему правил поведения людей в различных видах общения, а также этикет, профессиональную, правовую, религиозную, светскую, нравственную, экономическую и другие разновидности нормативной деятельности.

Духовная культура является составной частью культурных достижений человечества, системой знаний.

В широком смысле культура — это все то, что создано человеком в ходе его исторического развития.

В XX в. произошел заметный разрыв между двумя научными культурами благодаря грандиозным успехам естествознания и последовавшей за этим научно-технической революции (НТР): овладение атомной энергией, создание всемирных телевизионных систем, выход человека в космос, расшифровка генетического кода и т. д. В итоге изменились стиль и образ жизни человека.

Гуманитарная же культура предъявить что-либо равноценное не смогла. Но естественно-научная и гуманитарная культуры — это грани единого целого, и по актуальности они не уступают друг другу.

Научный метод

В одной старой китайской притче некий щедрый рыболов делится своим уловом с голодным крестьянином. Но когда тот приходит за рыбой и во второй, и в третий раз, становится ясно, что много проще решить проблему, научив крестьянина самого ловить рыбу, чем каждый раз заниматься филантропией. Научить ловить рыбу — значит дать метод, т. е. систему правил, приемов практической деятельности.

Основоположителем научного метода, принимающего за истину, что всякое знание должно базироваться на фактах и эксперименте, стал Френсис Бэкон (1561–1626). Бэкон утверждал, что при сборе данных нужно не только отыскивать то, что подтверждает наши мысли, но учитывать противоречащие им факты. Этим он предвосхитил труды философа XX в. Карла Поппера, сделавшего фальсификацию, а не верификацию подлинной проверкой гипотез.

тезы. Бэкон и другие (включая Ньютона) склонялись к признанию двух божественных книг. Одной была Библия — истина, поведанная людям, другой — природа. Но именно механическая причинность, как учение о всеобщей закономерной связи природных и социальных явлений, привела к устранению влияния религии и личности на научный метод. Это означало, что только наука могла исследовать мир методично, рационально и беспристрастно.

Неслучайно Фрэнсис Бэкон выдвинул знаменитый афоризм: «Знание — сила». Ученый пропагандировал эксперимент как главный метод научного исследования.

Сопоставляя естественные науки (физику, биологию, химию) с гуманитарными направлениями развития мысли (философией, искусством, религией, литературой, музыкой), можно отметить, что истоки их во многом различны.

Объекты гуманитарных дисциплин созданы человеком, его вдохновением и талантом и воздействуют на наши эмоции и разум. Мы собираем эти сочинения и передаем их из поколения в поколение. Но как творят свои произведения артисты, писатели, композиторы, художники, остается тайной.

Научные открытия основываются на проведенных наблюдениях и логических выводах из них. Наука ничего не принимает на веру, ее ключевое правило — проверять.

Научный метод представляет собой совокупность приемов или операций, применяемых в исследовательской деятельности, начиная от наблюдений за объектом или событием до построения теории и ее проверки.

Научный метод — это инструмент в руках человека. Он может подсказать, как добиться того или иного результата. Наука может существенно поднять степень комфортности нашего существования. Но во имя чего все это надо делать, что в конечном итоге хочет человек утвердить на Земле? Эти вопросы находятся вне компетенции науки.

В этой связи государство, общество смотрят на достижения науки критически, т. е. начинают осознавать, что у научного метода есть свои издержки, область действия и границы применимости.

Бесспорно, открывая человеку большие возможности, наука одновременно высвечивает и области невозможного. Все это свидетельствует о том, что реальный мир гораздо богаче и сложнее, чем его образ, создаваемый наукой.

О роли математики в естествознании. В современном естествознании роль математики очень велика. Об этом мы поговорим на практических занятиях и семинарах.

Принципы, нормы и критерии научности

Авторитет науки в XX в. стал зачастую использоваться для придания большего веса всякого рода откровениям пророков, целителей, исследователей «астральных сущностей».

Для разграничения псевдонаучных идей и собственно науки сформулированы принципы научности.

Один из них — **принцип верификации**, согласно которому какое-либо понятие или суждение проверяемо. Если же найти нечто эмпирически фиксируемое для такого суждения не удастся, то такое суждение — либо тавтология, либо лишено смысла.

Допускается косвенная верификация. Например, указать опытный аналог понятию «кварк» (гипотетическая частица) невозможно, но кварковая теория предсказывает ряд явлений, которые возможно зафиксировать опытным путем, т. е. экспериментально, и тем самым косвенно верифицировать саму теорию.

Принцип верификации позволяет в первом приближении отграничить научное знание от явно вненаучного.

Однако он не действует там, где все возможные факты можно истолковывать в «свою пользу». Это идеология, религия, астрология и т. п.

В таких случаях прибегают к другому принципу разграничения науки и ненауки — **принципу фальсификации**, предложенному английским философом XX в. Карлом Поппером.

Пример. Никакое количество падающих яблок не является достаточным для окончательного подтверждения истинности закона всемирного тяготения. Однако достаточно всего лишь одного яблока, полетевшего прочь от Земли, чтобы этот закон признать ложным.

Угроза фальсификации держит науку «в тонусе».

Теория, неопровержимая в принципе, не может быть научной. К примеру, идея божественного творения мира в принципе неопровержима. Но раз эта идея неопровержима, значит, она вне науки.

В науке существуют определенные нормы научности:

- *универсальность*, т. е. исключение любой конкретики – места, времени, субъекта и т. п.;
- *согласованность или непротиворечивость*, обеспечиваемая дедуктивным способом развертывания системы знания;
- *простота*; хорошей считается та теория, которая объясняет максимально широкий круг явлений, опираясь на минимальное количество научных принципов;
- *объяснительный потенциал*;
- *наличие предсказательной силы*.

Основной критерий научности – это подтверждаемость теории. Термины же «истинность», «истина» имеют более широкое толкование.

Современные модели научного знания

Современная стандартная *модель научного знания* выглядит так: познание начинается с установления различных фактов путем наблюдения или эксперимента; выдвигается теоретическая гипотеза, и если она снимает найденные противоречия между фактами, это означает рождение новой теории, открытие теоретического закона.

В науке выделяются два уровня научного знания – **эмпирическое и теоретическое**. Эмпирический уровень знания реализуется в наблюдениях, экспериментах. Наиболее сложен теоретический уровень знания, когда на основе экспериментальных данных ученый выдвигает *гипотезу*. Исходя из гипотезы, делаются выводы, но при сопоставлении с экспериментальными фактами. И наконец, если эти выводы подтверждаются, то теория считается состоятельной.

Подобная **модель** строения научного знания называется ***гипотетико-дедуктивной*** или ***семантической***.

Существует **прагматический метод** познания (греческое *pragma* означает дело, действие). Это ценностно-дедуктивный способ интерпретации поступков людей. Ценности, принятые в обществе, позволяют интерпретировать поступки людей. Например, объяснить,

почему Сократ не покинул Афины, чтобы избежать казни. Любой поступок всегда имеет ценностное содержание.

Модели развития науки

Начиная с 60-х гг. XX в., американский философ и историк Томас Кун ввел понятие «*парадигма*», или образец.

Динамика науки была представлена Куном следующим образом: старая парадигма – нормальная стадия развития науки – революция в науке – новая парадигма.

К парадигмам Т. Кун причислял аристотелевскую динамику, птолемеевскую астрономию, ньютоновскую механику и т. д. Смену парадигмы научного исследования можно характеризовать как совершение научной революции.

Альтернативную модель развития науки предложил английский математик, логик и философ Имре Лакатос (1922–1974) (настоящая фамилия Липшиц). По его мнению, наука прогрессирует за счет исследовательских программ, направленных сугубо на решение возникающих проблем. Согласно Лакатосу, прогресс осуществляется посредством реализации научных программ.

Научные революции

История науки сегодня неразрывно связана с научными революциями. Слово «революция» означает переворот. В применении к науке это расценивается как изменение твердо установленных фактов в старой теории.

Выделяются три научные революции, или три радикальные смены научных картин мира: аристотелевская, ньютоновская и эйнштейновская.

Первая научная революция (VI–IV вв. до н. э.) означает появление на свет самой науки, точнее древней науки. Исторический смысл этой революции в том, что науку стали отличать от других форм познания и освоения мира. Наукой стали считать создание определенных норм и образцов построения научного знания. Наиболее ясно наука была осознана в трудах Аристотеля. Он создал формальную логику, или учение о доказательстве. Заданные Аристотелем нормы научности знания пользовались непререкаемым авторитетом более тысячи лет.

Так называемая античная научная картина мира (НКМ) представляла собой геоцентрическое учение о мировых сферах, идеальных, равномерно вращающихся небесных сферах (с принципиально различной физикой земных и небесных тел). Это учение было составной частью первой научной революции. И хотя идея геоцентрической системы мира неверна, но это не значит, что ненаучна.

Вторая глобальная научная революция (XVI—XVII вв.) связана с переходом от геоцентрической модели мира к гелиоцентрической, т. е. со сменой научной картины мира и становлением классического естествознания. Классиками естествознания признаны Н. Коперник, Г. Галилей, И. Кеплер, Р. Декарт, И. Ньютон.

Третья научная революция происходит на рубеже XIX—XX вв. В этот период последовала серия открытий в физике: открытие электрона, радиоактивности, строения атома, теория относительности как новая теория пространства, времени и квантовая механика с вероятностным характером законов микромира и корпускулярно-волновым дуализмом в фундаменте материи. Эйнштейновский переворот означал отказ от всякого рода центризма вообще: все системы отсчета равноправны. Стало ясно, что единственно верную и абсолютно точную картину не удастся нарисовать никогда. Любая из научных картин мира может обладать лишь относительной истинностью.

Таким образом, три глобальные революции предопределили три стадии развития науки. Между первой и второй стадиями лежит исторический период почти в 2000 лет. Между второй и третьей — чуть больше двухсот лет. По мнению многих ученых, сегодня человеческая цивилизация стоит «на пороге» четвертой научной революции.

Можно заметить, что научные революции, в отличие от социально-политических, «не противоречат» предшествующим стадиям. Всякая новая научная теория не отвергает начисто предшествующую, а включает ее в себя на правах частного случая. При этом обе теории (и старая, и новая) могут мирно сосуществовать, т. е. могут мирно сосуществовать «старые» и «новые» ученые.

Научная картина мира

Понятие «научная картина мира» (НКМ) используется в естествознании с конца XIX в.

НКМ — основа рационалистического мировоззрения, опирается на совокупный потенциал науки той или иной эпохи.

НКМ начинает формироваться в эпоху возникновения научного естествознания в XVI—XVII вв. и, в отличие от религиозной или мифологической картины мира, строится на основе фундаментальных научных теорий.

Различают картины мира в рамках отдельных наук. В частности, физическая картина мира — ФКМ — выступает определяющим элементом (фундаментом) НКМ.

ФКМ — это обобщенное представление о природе, основанное на данных физической науки (на современном этапе ее развития), своеобразный синтез философских и физических идей.

Структура НКМ включает центральное теоретическое ядро, фундаментальные допущения и частные теоретические модели, которые постоянно достраиваются.

Наука как социальный институт

До сих пор не решен главный вопрос в развитии науки — вопрос о выборе вектора ее развития: или в сторону понимания человеком себя и мира, окружающего его, или в сторону покорения природы? Предугадать, в каком направлении она будет продвигаться и какими будут следующие открытия, невозможно.

Современная наука подошла к пониманию трех механизмов эволюции:

- диссипативные структуры в неживой природе;
- естественный отбор в живой природе;
- культура в человеческом обществе.

Важной предпосылкой становления науки как социального института является наличие систематического образования подрастающего поколения.

В Древней Греции ученые организовывали философские школы (Академия Платона, лицей Аристотеля) и занимались исследованиями по своему собственному желанию. В известном Пифагорей-

ском союзе, основанном Пифагором, молодые люди должны были проводить в школе целый день под наблюдением учителей и подчиняться правилам общественной жизни.

В 1662 г. возникает Лондонское королевское общество, 1666 г. – Парижская академия наук.

Важные предпосылки признания науки как социального института можно усмотреть в создании средневековых монастырей, школ и университетов. Создание первых университетов Средневековья датируется XII в., но в них господствовала религиозная парадигма мировосприятия, преподавателями были представители религии. Светское влияние проникает в университеты лишь спустя 400 лет.

Как социальный институт, наука включает в себя не только систему знаний и научную деятельность, но и систему отношений в науке, научные учреждения и организации.

Институт (лат. *institut*) – установление, устройство, обычай. Понятие «социальный институт» отражает степень закреплённости того или иного вида человеческой деятельности. Существуют политические, социальные, религиозные институты, а также институты семьи, школы, брака и т. д.

В настоящее время ни один из научных институтов не будет сохранять и воплощать принципы диалектического материализма или библейского откровения, а также связь науки с паранаучными видами знания.

Для современной науки характерно превращение научной деятельности в особую профессию. От ученого требуется постоянное подтверждение его профессиональности через публикации, достижение ученых степеней, общественного признания (званий, наград).

Но вплоть до конца XIX в. для подавляющего большинства ученых научная деятельность не являлась главным источником их материального обеспечения. Как правило, научные исследования проводились в университетах, и ученые обеспечивали себя за счет оплаты их преподавательской работы. Одной из первых научных лабораторий, принесшей значительные доходы, была лаборатория, созданная немецким химиком Ю. Либихом в 1825 г.

Первая награда за научные исследования (медаль Копли) была утверждена Лондонским королевским обществом в 1731 г.

Самой высокой престижной наградой в области физики, химии, медицины и физиологии с 1901 г. является Нобелевская премия. История Нобелевских премий описана в книге «Завещание Альфреда Нобеля». Первым лауреатом Нобелевской премии (1901) в области физики стал В.К. Рентген (Германия) за открытие лучей, названных его именем.

Сегодня наука не может обойтись без помощи общества, государства. В развитых странах сегодня на науку затрачивается 2–3 % всего ВВП. Но зачастую коммерческая выгода, интересы политиков воздействуют сегодня на приоритеты в области научно-технических исследований.

По мнению Роберта Мертона, следует выделять следующие черты научного этоса:

1. Универсализм — это научное знание, содержание которого не зависит от того, кем и когда оно было получено. Важна лишь достоверность, подтверждаемая принятыми научными процедурами.

2. Коллективизм предполагает гласность научных результатов, их всеобщее достояние.

3. Бескорыстие — постижение истины без соображений престижности, личной выгоды, круговой поруки, конкурентной борьбы и пр.

4. Организованный скептицизм — критическое отношение к себе и работе своих коллег. В науке ничто не принимается на веру, и момент отрицания полученных результатов рассматривается как элемент научного поиска.

Ценность в науке — параметр порядка нового качества. На Земле в ходе эволюции жизни фундаментальное значение имели процессы селекции (отбора). Селекция — это отбор более совершенных видов в ходе конкурентной борьбы между различными видами. Конкуренция возникает в ситуации, когда все входящие в систему виды оказываются способны к существованию в данных условиях. Когерентный процесс в таких условиях приводит к выходу из борьбы и исчезновению одного или нескольких видов (подсистем). Конкуренция приводит к отбору, но процессу отбора предшествует процесс оценки. По Ч. Дарвину, в конкурентной борьбе выживает наиболее приспособленный вид. Важнейшим новым понятием

в теории естественного отбора является понятие «ценность», или «приспособляемость».

Понятие ценности впервые введено в XVIII в. Адамом Смитом. С середины XIX в. идея «ценности» нашла применение в биологии благодаря трудам Ч. Дарвина, Уоллеса, Геккеля, Спенсера и др.

Понятие ценности занимает важное место и в современной теории информации.

Для разных научных дисциплин характерны общие черты определения понятия ценности:

1. Ценность является свойством всей системы и не может считаться свойством отдельного, изолированного элемента. Целое в этом смысле есть нечто большее, нежели сумма составляющих его частей.

2. Ценность имеет решающее значение для структуры и динамики эволюционной системы. Характерной особенностью ценности является осуществляемый в ходе конкурентной борьбы между элементами системы отбор.

3. Динамика систем с оценкой необратимо и неразрывно связана с определенными экстремальными принципами. Экстремальные принципы могут быть связаны со скалярными функциями и полными дифференциалами только в особых случаях. Как правило, они носят ярко выраженный комплексный характер и определяются большим числом критериев.

С оценкой ассоциируют следующие три функции: регулирующую, дифференцирующую, стимулирующую.

Сегодня много усилий ученые прикладывают к тому, чтобы постичь глубинный смысл, содержащийся в понятии «ценность информации».

Методические материалы к занятию

1. Тест 1 «Наука как особая сфера культуры».
2. Контрольная работа: задача 4.
3. Вопросы к семинару: темы рефератов.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы

1. В первой колонке таблицы дается понятие, во второй – его определение. Используя глоссарий и лекционный материал, найдите соответствие между ними.

| | Понятие | | Определение |
|---|----------------------------------|---|--|
| 1 | Естествознание | 1 | Творческая деятельность индивида, ориентированная на получение достоверных знаний о мире, осуществляемая в следующих формах: обыденное, мифологическое, религиозное, художественное, философское и научное знание |
| 2 | Культура | 2 | Высшая ступень обобщения научного знания, дающая системное представление об основных идеях и практическом опыте в той или иной отрасли знания |
| 3 | Познание | 3 | Комплекс наук, описывающих природные явления и интерпретирующих их |
| 4 | Теория | 4 | Совокупность социально значимой информации, определяющей деятельность, поведение и общение людей и представленной различными формами – результатами человеческой деятельности |
| 5 | Мировоззрение | 5 | Целостная система представлений об общих свойствах и закономерностях действительности, построенная на основе анализа и синтеза научных знаний о мире |
| 6 | Естественно-научная картина мира | 6 | Система взглядов на объективный мир и место в нем человека, на отношение человека к окружающей его действительности и к себе, а также обусловленные этими взглядами основные жизненные позиции людей, их убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности |

2. Заполните таблицу.

Научные революции

| Назвать значимые научные революции за период развития науки | Когда и где сформировалась? | Основные открытия и достижения |
|---|-----------------------------|--------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

Рекомендуемая литература

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. – Москва : Высшее образование, 2008. – 335 с. – (Основы наук). – ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Бортников, С. П. Концепции современного естествознания : учеб.-метод. комплекс / С. П. Бортников, Р. А. Браже, Р. М. Мефтахутдинов ; Ульяновский государственный технический университет. – Ульяновск : УлГТУ, 2005. – 165 с. – ISBN 5-89146-685-6.

Тема 2. Концепции глобального эволюционизма и самоорганизации материи

Форма проведения занятия: лекция.

Вопросы для обсуждения

1. Глобальный эволюционизм как интегративное исследование природных процессов.
2. Открытия, свидетельствующие о глобальной эволюции материи.
3. Теория самоорганизации – синергетика.
4. Закрытые и открытые макросистемы. Эволюционизм принципа возрастания энтропии.
5. Синергетика эволюционирующих систем.
6. Классические примеры самоорганизующихся систем.

Методические указания по проведению занятия

1. Лекционные занятия проводятся в форме визуальных лекций с использованием презентационного метода.
2. Практические занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме тренинга.
3. Семинарские занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме семинара-дискуссии.

Глобальный эволюционизм как интегративное исследование природных процессов

Идея развития (эволюции) мира — одна из важнейших идей европейской цивилизации. Но проникновение этой идеи происходило сначала в геологию, биологию, социологию, гуманитарные науки в XIX в. — первой половине XX в. независимо от других отраслей познания. В науках физико-химического содержания вплоть до второй половины XX в. господствовала идея, в которой фактор времени не играет роли. Правда, в термодинамику были введены эволюционное понятие «энтропия» и представление о необратимых процессах, зависящих от времени. Другими словами, в физическую науку была введена «стрела времени».

В общих чертах: естественно-научная картина мира в XIX в. представляла Вселенную как равновесную и неизменяемую, с бесконечным временем существования. Появление жизни на нашей планете рассматривалось как противоестественное явление или *артефакт* («искусственно сделанная»), как «отклонение» в существовании Вселенной, как временное явление, с остальным космосом не связанное.

И только к концу XX в. естествознание нашло средства для выявления общих законов природы, связывающих в единое целое происхождение Вселенной (космогенез), возникновение Солнечной системы с планетой Земля (геогенез), возникновение человека и общества (антропосоциогенез). Такой моделью явилась концепция глобального эволюционизма, в настоящее время — одна из доминирующих концепций в науке.

Концепция глобального эволюционизма оформилась в 80-е гг. XX в., выйдя из недр естественных наук, базируясь на закономерностях Вселенной. Глобальный эволюционизм включает в себя четыре типа эволюции: эволюцию космическую, химическую, биологическую и социальную.

Первая эволюционная теория, созданная в XIX в. Ч. Дарвином, стала основой теоретической биологии.

Г. Спенсером была также сделана попытка переноса дарвинских идей в социологию.

За последние десятилетия в недрах каждой науки сформировался «свой» эволюционизм. Идея эволюции завладела и физикой, и космологией, и химией. Их синтез становится необходимостью для построения современной естественно-научной картины мира, дающей целостное представление о мире, взаимодействии его уровней (микро-, макро- и мегамира), живой и неживой природы и универсальных законов эволюции.

К настоящему времени выявлен ряд факторов, оказывающих влияние на эволюцию природных систем. К их числу относятся открытость, нелинейность, неравновесность, неконтролируемость и т. д. Уже высказана концепция коэволюции, согласно которой природная система и ее окружение эволюционируют совместно, поддерживая существование друг друга.

Другая основополагающая концепция – концепция так называемой «стрелы времени», характеризующей направление необратимой эволюции природной системы: ее рождение, жизнь и гибель.

Открытия, свидетельствующие о глобальной эволюции материи

1. В 20-х гг. XX в. происходит открытие расширения Вселенной, или ее нестационарности (А.А. Фридман). Американский астроном Эдвин Хаббл обнаруживает «красное смещение» галактик и открывает закон «разбегания» галактик во Вселенной – закон Хаббла: $v = rH$, где H – постоянная Хаббла.

2. В 40-х гг. XX в. создается концепция Большого взрыва, указывающая последовательность появления во Вселенной различных химических элементов. Наука считает, что спустя лишь «три минуты» после «взрыва» начали образовываться ядра водорода и гелия, а первые атомы легких элементов возникли через несколько сотен тысяч лет после «взрыва». Звезды первого поколения (Солнце – звезда второго поколения) были самыми «чистыми» звездами, из которых впоследствии образовалось все разнообразие химических элементов.

3. Дарвинская теория эволюции показывает непрерывное нарастание сложной организации растительных животных организмов от одноклеточных до человека через механизм естественного отбора. Миллионы видов животных и растений были отбракованы этим механизмом, остались лишь самые эффективные.

К настоящему времени сформулированы первые теории химической эволюции:

- из более чем 100 известных химических элементов основу живого составляют лишь шесть: углерод, водород, кислород, азот, фосфор и сера. Их общая доля в живых организмах составляет около 98 %;
- ныне известно около 8 млн химических соединений: 96 % из них — это органические соединения, составленные из всё тех же 6–18 элементов. Из остальных химических элементов природа создала не более 300 тыс. неорганических соединений. Столь явное несоответствие возможно объяснить отбором тех химических элементов, которые «дают преимущество» при переходе на более высокий уровень сложности и упорядоченности вещества;
- из 100 известных аминокислот для составления белковых молекул живых организмов природой использовано только 20.

В XX в. эволюционное учение развивалось и в биологии. Наибольшие успехи достигнуты на молекулярно-генетическом уровне: расшифрован генетический механизм передачи наследуемой информации. Но при этом дарвинская концепция эволюции стала тем основным руслом, в которое вливаются все специализированные биологические знания.

Сейчас идеи эволюции претендует описать новое научное направление, появившееся в 70-х гг. XX в., — *синергетика*.

Теория самоорганизации — синергетика

Как итог развития нелинейной неравновесной термодинамики, появилась совершенно новая научная дисциплина синергетика — наука о самоорганизации и устойчивости структур различных сложных неравновесных систем: физических, химических, биологических и социальных.

Синергетика в переводе с древнегреческого — содействие, участие. Начало новой дисциплине положило выступление Германа Хакена в 1973 г. на первой конференции, посвященной проблемам самоорганизации.

Синергетика оказалась востребованной в современном естествознании.

Методами синергетики было осуществлено моделирование многих сложных самоорганизующихся систем: от молекулярной физики и автоколебательных процессов в химии до эволюции и космологических процессов.

Основной вопрос синергетики: существуют ли общие закономерности, управляющие возникновением самоорганизующихся систем, их структур и функций.

Основные свойства самоорганизующихся систем — открытость, нелинейность, диссипативность (лат. *dissipatio* — разгонять, рассеивать свободную энергию).

Открытые системы — это необратимые системы с факторами времени, случайности, закономерных и флуктуационных процессов, которые поддерживаются в определенном состоянии за счет непрерывного притока извне вещества, энергии и информации, необходимого для существования неравновесных систем, неизбежно стремящихся к однородному равновесному состоянию.

Нелинейные системы — это неравновесные системы с избирательным характером реакции на внешние воздействия среды, со способностью активно воспринимать различия во внешней среде и «учитывать» их в своем функционировании на основе положительной обратной связи и со скачкообразным характером поведения, приводящим к радикальному качественному изменению системы.

Диссипативные системы — это такие открытые системы, по которым рассеиваются возмущения и в которых при больших отклонениях от равновесия возникают упорядоченные состояния; это системы с необычной чувствительностью к всевозможным воздействиям и в связи с этим сильно неравновесные. Это особое динамическое состояние неравновесной системы с определенным параметром порядка, заключающееся в своеобразном макроскопическом проявлении процессов, протекающих на микроуровне, с явно выраженным качественным отличием от того, что происходит с каждым отдельным ее микроэлементом, благодаря чему могут спонтанно возникать новые типы структур, совершаться переходы от хаоса и беспорядка к порядку и организации, возникать новые динамические состояния материи.

Главная идея синергетики — это идея о принципиальной возможности спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации.

Закрытые и открытые макросистемы.

Эволюционизм «принципа возрастания энтропии»

В классической науке (XIX в.) господствовало убеждение, что материи изначально присуща тенденция к разрушению всякой упорядоченности, стремление к исходному равновесию, что в энергетическом смысле и означало неупорядоченность, т. е. хаос. Заслуга в утверждении этого убеждения принадлежит равновесной динамике — одной из классических физических теорий. Именно она своим вторым началом (законом) термодинамики выделяет односторонность, однонаправленность перераспределения энергии в замкнутых системах. Суть закона раскрывается в формулировке немецкого физика-теоретика Рудольфа Клаузиуса: *«Теплота не переходит самопроизвольно (сама по себе) от более холодного тела к более теплому»*.

Энтропия (греч.) — поворот, превращение. Важная особенность: в замкнутой системе энтропия либо остается неизменной в случае обратимых процессов, либо возрастает в случае необратимых процессов.

В эволюционном же понимании энтропия характеризует меру беспорядка системы, а тенденция к разрушению всякой упорядоченности выражается принципом возрастания энтропии. В этой связи максимальному значению энтропии должно соответствовать полное термодинамическое равновесие, что эквивалентно полному хаосу.

Точная формулировка второго начала термодинамики выражается через понятие энтропии: *«В изолированных системах энтропия может только возрастать, если в системе протекает необратимый процесс, или оставаться постоянной, если протекает обратимый процесс»*.

Второе начало устанавливает закон возрастания энтропии в системе, не обменивающейся с внешним миром ни энергией, ни веществом, выражает увеличение молекулярного хаоса до тех пор, пока система не достигнет термодинамического равновесия. Энтропия позволяет отличать, в случае изолированных систем, обратимые процессы (энтропия максимальна и постоянна) от необра-

тимых (энтропия возрастает). Л. Больцман (1844—1906) и М. Планк (1858—1947) сформулировали один из важнейших законов природы, связывающий энтропию S и вероятность состояния W системы:

$$S = -k \cdot \ln W,$$

где k — постоянная Больцмана; W — термодинамическая вероятность (число способов, с помощью которых можно осуществить данное состояние). Закон математически иллюстрирует, что чем более вероятно состояние системы (т. е. чем ближе W к единице), тем больше энтропия. Пример: рассказ о тепловой смерти Вселенной (гипотеза Клаузиуса) из лекций по физике.

Энтропия — это мера неупорядоченности системы.

Но дарвиновская теория эволюции первой засвидетельствовала: живая природа почему-то не стремится в состояние термодинамического равновесия и тем более хаоса. Возникла явная нестыковка в новом научном понимании неживой и живой природы.

И только при замене модели стационарной (замкнутой) Вселенной на модель развивающейся (расширяющейся) Вселенной наука для сохранения непротиворечивой картины мира запустулировала наличие у материи в целом не только разрушительной (стремление к хаосу), но и созидательной тенденции (стремление к самоорганизации). Наука еще раз убедилась, что материя обладает неисчерпаемыми свойствами, а сама подошла к новому рубежу ее познания — к очередному «порогу» научной революции.

Синергетика эволюционирующих систем

Синергетика родом из физических дисциплин — неравновесной термодинамики и радиофизики. Она становится одним из важнейших принципов построения современной научной картины мира.

Главный мировоззренческий сдвиг, который производит синергетика, можно выразить следующим образом:

а) процессы разрушения и созидания, деградации и эволюции во Вселенной по меньшей мере равноправны;

б) процессы созидания (нарастания сложности и упорядоченности) имеют единый алгоритм независимо от природы систем, в которых они осуществляются.

Таким образом, синергетика претендует на открытие некоего универсального механизма, с помощью которого осуществляется самоорганизация как в живой, так и в неживой природе. Объектом синергетики могут быть отнюдь не любые системы, а только те, которые удовлетворяют по меньшей мере двум условиям:

- а) они должны быть открытыми, т. е. обмениваться веществом или энергией с внешней средой;
- б) они должны также быть «существенно» неравновесными, т. е. находиться в состоянии, далеком от термодинамического равновесия.

Но именно такими являются большинство известных нам природных систем.

Изолированные системы классической термодинамики — это определенная идеализация. В реальности такие системы — исключение, а не правило.

Если Вселенную, как универсальную систему организации материи, считать открытой системой, то что же может служить ее внешней обменной средой? Современная физика полагает, что такой средой для нашей вещественной Вселенной является вакуум.

Точка бифуркации. Случайность и закономерность в неравновесных системах. Синергетика утверждает, что развитие открытых и «сильно» неравновесных систем протекает путем нарастающей сложности и упорядоченности. В цикле развития такой системы наблюдаются две фазы:

1. Период плавного эволюционного развития, подводящего в итоге систему к некоторому неустойчивому критическому состоянию.
2. Выход из критического состояния скачком и переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности.

Важная особенность: переход системы в новое устойчивое состояние неоднозначен. Достигшая критических параметров система из состояния сильной неустойчивости как бы «сваливается» в одно из многих возможных новых для нее устойчивых состояний. В этой точке (точке бифуркации) эволюционный путь системы как бы разветвляется, и какая именно ветвь развития будет выбрана — реша-

ет случай! Но после того, как «выбор сделан», и система перешла в качественно новое устойчивое состояние, назад возврата нет. Процесс этот необратим. Можно просчитать варианты ветвления путей эволюции системы, но какой именно из них будет выбран случаем, однозначно спрогнозировать нельзя.

Классические статистические законы здесь явно не работают, это явление иного порядка. Ведь даже если такая «правильная» и устойчиво «кооперативная» структура и образовалась бы случайно, что почти невероятно, то она тут же распалась бы. Но она не распадается при поддержании соответствующих условий (приток энергии извне), а устойчиво сохраняется. Значит, возникновение таких структур нарастающей сложности не случайность, а закономерность.

Механизм действия лазера, рост кристаллов, химические часы (реакция Белоусова – Жаботинского), формирование живого организма, динамика популяций, рыночная экономика. Все это – примеры самоорганизации систем самой различной природы, но одной общности, когда хаотичные действия миллионов свободных индивидов приводят к образованию устойчивых и сложных макроструктур.

Новизну синергетического подхода можно выразить следующими позициями:

- хаос не только разрушителен, но и созидателен, развитие осуществляется через неустойчивость (хаотичность);
- линейный характер эволюции сложных систем, к которому привыкла классическая наука, – не правило, а скорее исключение; развитие большинства таких систем носит нелинейный характер. А это значит, что для сложных систем всегда существует несколько возможных путей эволюции;
- развитие осуществляется через случайный выбор одной из нескольких разрешенных возможностей дальнейшей эволюции в точках бифуркации. Следовательно, случайность встроена в механизм эволюции. А еще это значит, что нынешний путь эволюции системы может быть и не лучше отвергнутых случайным выбором.

Классические примеры самоорганизующихся систем

Ячейки Бенара. Классическим примером образования структур нарастающей сложности из хаотического движения считается явление в гидродинамике, названное *ячейками Бенара*.

В 1900 году была опубликована статья Х. Бенара с фотографией структуры, по виду напоминавшей пчелиные соты (рис. 2, а, б).

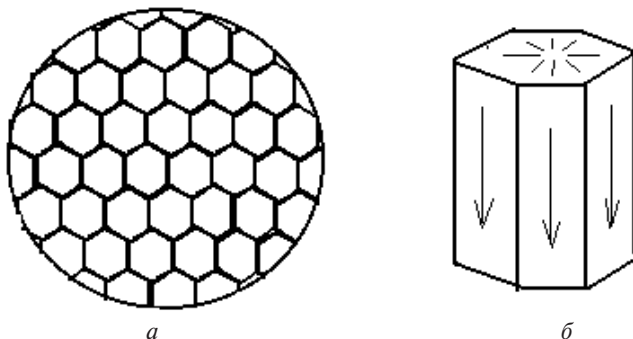


Рис. 2. Ячейки Бенара:
а — общий вид структуры; б — отдельная ячейка

Эта структура образовалась в ртути, налитой в плоский широкий сосуд, подогреваемый снизу, после того как температурный градиент превысил некоторое критическое значение. Весь слой ртути (может быть и другая вязкая жидкость) распался на одинаковые вертикальные шестигранные призмы с определенным соотношением между стороной и высотой (ячейка Бенара). В центральной области призмы жидкость поднимается, а вблизи вертикальных граней опускается.

Возникающая на поверхности жидкости (ртути) пространственная структура была названа *ячейками Бенара*.

Механизм образования ячеистой структуры

При подогреве жидкости, находящейся в сосуде круглой или прямоугольной формы, между нижним и верхним ее слоями возникает некоторая разность (градиент) температур $\Delta T = T_2 - T_1$. Если градиент мал, то перенос тепла происходит на микроскопическом уровне и никакого макроскопического движения не происходит (для малых докритических разностей $\Delta T < \Delta T_{\text{кр}}$ жидкость остается

в покое, тепло снизу вверх передается путем теплопроводности). При достижении температуры подогрева критического значения $T_2 = T_{кр}$ (соответственно $\Delta T = \Delta T_{кр}$) начинается конвекция. Однако при достижении некоторого критического значения градиента в жидкости внезапно (скачком) возникает макроскопическое движение, образующее четко выраженные структуры, так называемые пространственно диссипативные структуры. Сверху такая макропорядочность выглядит как ячеистая структура, похожая на пчелиные соты. С позиции физики происходит фазовый переход (образовалась новая структура), но переход неравновесный, требующий подвода внешней энергии.

Итак, при возникновении организованного конвекционного потока огромное число микрочастиц (молекул жидкости) как по команде начинают вести себя согласованно, хотя до этого пребывали в хаотическом движении. Каждая молекула как бы «знает», что делают все остальные, и «желает» двигаться в общем строю.

Реакция Белоусова – Жаботинского. Другой пример относится к самопроизвольным периодическим химическим реакциям, впервые открытым Б. Белоусовым в 1951 г. Как и в примере с ячейками Бенара, суть периодических реакций заключается в возникновении организованных потоков и структур. При реакции окисления лимонной кислоты с присутствием специфического катализатора в определенной последовательности возникали окислительно-восстановительные процессы, и раствор самопроизвольно периодически менял цвет. Впоследствии подобного типа опыты, проделанные с другими веществами, получили название реакций Белоусова – Жаботинского.

Реакции, приводящие к временным структурам, в химии отнесены к колебательным реакциям: или автокаталитическим по химической терминологии, или к автоволновым процессам по физической терминологии. В автокаталитических реакциях продукты каталитически ускоряют саму реакцию, и скорость ее растет с ростом концентрации ее продуктов. Автоволны – это самоподдерживающиеся волны, которые распространяются в активных средах с распределенной запасенной энергией или средах с подводимой энергией извне. Автоволновые процессы, относящиеся к само-

организующимся процессам, получили свое наибольшее развитие в работах представителей русской школы теории колебаний, в том числе в нелинейных средах Л. Мандельштама (1879–1944), А. Андронова (1901–1952) и др. Так называемый «русский подход» к проблемам самоорганизации имеет более глубокий смысл, поскольку на его основе анализируют многие процессы в природе и обществе. Следует отметить, что И. Пригожин и его школа, занимающаяся неравновесной термодинамикой, пользуются своей терминологией для описания динамики неустойчивых структур, а не синергетической, введенной Г. Хакеном (термин «синергетика» означает «совместное действие»).

Методические материалы к занятию

1. Тест 2 «Предмет и структура естествознания».
2. Контрольная работа: задачи 1, 6.
3. Вопросы к семинару: темы рефератов.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы

1. Используя глоссарий и лекционный материал, сформулировать определения.

- Синергетика – это...
- Точка бифуркации – это...
- Кибернетика – это...
- Параметр порядка – это...

2. Заполнить таблицу.

Структура современной ЕНКМ

| Уровни организации | Часть пространства | Наука | Вид эволюции |
|--------------------|--------------------|-------|--------------|
| Вселенная | | | |
| Галактика | | | |
| Звездные системы | | | |
| Планета | | | |

| Уровни организации | Часть пространства | Наука | Вид эволюции |
|----------------------|--------------------|-------|--------------|
| Биосфера | | | |
| Сообщества | | | |
| Популяция | | | |
| Вид | | | |
| Индивид | | | |
| Клетка | | | |
| Молекула | | | |
| Атом | | | |
| Элементарная частица | | | |
| Кварк | | | |

Рекомендуемая литература

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. – Москва : Высшее образование, 2008. – 335 с. – (Основы наук). – ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Найдыш, В. М. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / В. М. Найдыш. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва : Альфа-М [и др.], 2007. – 704 с. – ISBN 978-5-98281-102-8.

Тема 3. Уровни организации материи. Представления о структуре и уровнях строения материи

Форма проведения занятия: лекция.

Вопросы для обсуждения

1. Макромир. Механическая картина мира.
2. Электродинамическая картина мира. Концепция о двух видах материи.
3. Микромир. Квантово-полевая картина мира.
4. Квантовая механика.
5. Корпускулярно-волновой дуализм.

Методические указания по проведению занятия

1. Лекционные занятия проводятся в форме визуальных лекций с использованием презентационного метода.
2. Практические занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме тренинга.
3. Семинарские занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме семинара-дискуссии.

Два представления о структуре материи были сформулированы примерно 2500 лет назад в античной натурфилософии: атомистическая концепция Демокрита (Демокрит, ок. 469–370 до. н. э. Ему приписываются более 70 подлинных сочинений по философии и другим наукам, но они утеряны) и континуальная доктрина Аристотеля (Аристотель, 384–322 до н. э., основатель собственной школы в Ликее и создатель сочинения «Метафизика»). По первому представлению считается, что материя делима до определенного предела — до атомов, которые могут соединяться различными способами и порождают все многообразие объектов и явлений реального мира. По Демокриту, мир образован двумя фундаментальными началами — атомами и пустотой, а материя обладает атомистической структурой. По второму представлению признавалась бесконечная делимость материи: материя непрерывна, а пространство —местилище, непрерывно заполненное материей, без пустот; материя изначально является бесструктурной.

Данные представления о структуре материи просуществовали вплоть до начала XX в. Атомы рассматривались как плотные образования материи, как предел физического ее деления. В рамках атомистической концепции строения материи была развита классическая механика Ньютона, которая доминировала в описании природы вплоть до начала XX в.

Однако в рамки МКМ не вписывалась оптика. Электродинамика Максвелла привела в итоге к поразительному открытию в науке: свет является разновидностью электромагнитных волн. Это открытие совершенно иначе представило проблему строения материи и в итоге привело к признанию существования электромагнитного поля как нового вида физической реальности, что обусловило пово-

рот от идей атомизма к континуальной концепции строения материи. Эта концепция не отрицала атомистической концепции вообще, а отрицала лишь ее конкретную механическую модель. Более того, атомизм был возрожден на более глубоком уровне строения материи: само электричество оказалось «атомистичным», состоящим из электронов — мельчайших электрически заряженных частиц.

Следующий шаг в развитии наших представлений о структуре материи совершил де Бройль, который показал, что не только световые волны обладают дискретной структурой, но и микрочастицам вещества присущ волновой характер (т. н. корпускулярно-волновой дуализм).

Уровни строения материи. В неживой природе в качестве структурных уровней организации материи выделяют элементарные частицы, атомы, молекулы, поля, физический вакуум, макроскопические тела, планеты и планетные системы, звезды и звездные системы — галактики, системы галактик — метагалактику.

В живой природе к структурным уровням организации материи относят системы доклеточного уровня — нуклеиновые кислоты и белки; клетки; многоклеточные организмы растительного и животного мира; надорганизменные структуры, включающие виды, популяции и биоценозы, и наконец, биосферу как всю массу живого вещества.

В современном естествознании выделяют три уровня строения материи:

1. Макромир — мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта: пространственные величины выражаются в мм, см, м, км, а время — в секундах, минутах, часах, годах.

2. Микромир — мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов от 10^{-8} до 10^{-15} см, а время жизни — от бесконечности до 10^{-24} с.

3. Мегамир — мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояние в котором измеряется в парсеках или световых годах, время существования объектов — миллиарды лет.

Макромир. Механическая картина мира

В истории изучения природы выделяется два этапа: донаучный и научный.

Донаучный, или натурфилософский, охватывает период от Античности до становления экспериментального естествознания в XVI–XVII вв. В этот период учения о природе основывались на умозрительных философских принципах.

Наиболее значимой была концепция дискретного строения материи — атомизм: все тела состоят из атомов — мельчайших в мире частиц. Исходными началами в атомизме выступали атомы и пустота. Сущность протекания природных процессов объяснялась механическим взаимодействием атомов, их притяжением и отталкиванием.

Механическая программа описания природы, выдвинутая в античном атомизме, наиболее полно реализовалась в классической механике, со становления которой начинается научный этап изучения природы.

Формирование научных взглядов на строение материи относится к XVI в., когда Г. Галилеем была заложена основа первой в истории науки физической картины мира — *механической*.

И. Ньютон, опираясь на труды Галилея, разработал строгую научную теорию механики, описывающую и движение небесных тел, и движение земных объектов одними и теми же законами. В рамках механической картины мира Ньютона материя рассматривалась как субстанция, состоящая из отдельных частиц — атомов и корпускул. Пространство, в котором находится материя, было трехмерным и описывалось евклидовой геометрией. Оно абсолютно постоянно и всегда пребывает в покое. Время представлялось как величина, не зависящая ни от пространства, ни от материи. Считалось, что все физические процессы можно подчинить законам механики.

Движение рассматривалось как перемещение в пространстве по непрерывным траекториям в соответствии с законами механики.

Философское обоснование механическому пониманию природы дал Р. Декарт, который считал, что мир можно описать совершенно объективно, без учета человека-наблюдателя (концепция абсолютной дуальности, т. е. независимости мышления и материи).

Образ Вселенной в связи с этим представлялся гигантским механизмом, где события и процессы являют собой цепь взаимосвязанных причин и следствий. Отсюда утвердилась и вера в то, что теоретически можно точно реконструировать любую прошлую ситуацию во Вселенной или предсказать будущее с абсолютной определенностью.

Механический подход к описанию природы оказался необычно плодотворным. На основе ньютоновской механики были созданы гидродинамика, теория упругости, механическая теория тепла, молекулярно-кинетическая теория и ряд других теорий. Физика как наука достигала огромных успехов в своем развитии и заняла лидирующее положение среди других наук.

Электродинамическая картина мира. Концепция о двух видах материи

В XVIII–XIX вв. в науке стали изучаться две области явлений – оптические и электромагнитные, которые не могли быть полностью объяснены в рамках механической картины мира. Так, оптические явления описывались одновременно как механической корпускулярной теорией, так и волновой теорией. А такие оптические явления, как дифракция и интерференция, объяснялись только волновой теорией (Х. Гюйгенс, Т. Юнг, О.Ж. Френель). Суть интерференции можно описать парадоксальным утверждением: свет, добавленный к свету, не обязательно дает более сильный свет, но может давать более слабый и даже темноту. Причина в том, что свет представляет собой не поток материальных частиц, а колебания упругой среды, или волновое движение.

Эксперименты английского ученого М. Фарадея и теоретические работы английского физика Дж. Максвелла в области электромагнитных явлений в итоге разрушили представления о дискретном веществе как единственном виде материи и положили начало электромагнитной картине мира. М. Фарадей приходит к выводу, что учение об электричестве и оптика взаимосвязаны и образуют единую область. Его идеи стали исходным пунктом исследований Максвелла, который, используя математические методы, «перевел» модель силовых линий Фарадея в математическую формулу. Как

бы подтверждая утверждение Галилея «Книга природы написана на языке математики», Дж. Максвелл чисто математическим путем нашел систему дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитное поле, и тем самым обобщил все ранее установленные экспериментальные законы электромагнитных явлений (Кулона, Ампера, Био – Савара) и открытое М. Фарадеем явление электромагнитной индукции.

Единая сущность света и электричества, которую М. Фарадей предположил в 1845 г., а Дж. Максвелл теоретически обосновал в 1862 г., была экспериментально подтверждена немецким физиком Г. Герцем в 1888 г.

В экспериментах Г. Герца в результате искровых разрядов между двумя заряженными шарами появлялись электромагнитные волны. Он рассчитал скорость распространения электромагнитных волн, которая оказалась равна скорости света. Это прямо подтвердило гипотезу Максвелла о том, что электромагнитные волны распространяются со скоростью света.

После экспериментов Г. Герца в физике окончательно утвердилось понятие поля, как объективно существующей физической реальности. Был открыт качественно новый, своеобразный вид материи.

К концу XIX в. физика пришла к выводу, что материя существует в двух видах: дискретного вещества и непрерывного поля.

Вещество и поле различаются по своей сущности.

Вещество дискретно и состоит из атомов, а поле непрерывно.

Вещество обладает массой, а поле – нет.

Вещество мало проницаемо, а поле полностью проницаемо.

Скорость движения вещества много меньше скорости света ($c = 300\,000$ км/с – скорость света), скорость распространения поля равна скорости света.

Но в результате последующих революционных открытий в физике (конец XIX в. – начало XX в.) оказались разрушенными представления классической физики о веществе и поле как двух качественно своеобразных видах материи.

Микромир. Квантово-полевая картина мира

Квантовая механика – это полная загадок и парадоксов дисциплина, которую мы не понимаем до конца, но умеем применять.

Атомная физика

Гениальную догадку о том, что вещество состоит из мельчайших частиц – атомов, выдвинули в античное время древнегреческие мыслители Левкипп и Демокрит. Через века научные основы атомно-молекулярного учения были заложены в работах русского ученого М.В. Ломоносова (1711–1765), французских химиков Л. Лавуазье (1743–1794) и Ж. Пруста (1754–1826), английского химика Дж. Дальтона (1766–1844), итальянского физика А. Авогадро (1777–1856) и других исследователей. Вплоть до конца XIX века представления в химии сводились к тому, что атом есть наименьшая неделимая частица простого вещества.

В конце XIX – начале XX в. физика выходит на уровень исследования микромира. Научные открытия этого периода опровергают представления об атомах как последних и неделимых структурных элементах материи.

Первыми на сложную структуру атома указали немецкие ученые Г.Р. Кирхгоф (1824–1887) и Р.В. Бунзен (1811–1899), изучая спектры испусканий и поглощения различных веществ. Они обнаружили, что каждому химическому элементу соответствует характерный, присущий только ему набор спектральных линий в спектрах испускания и поглощения.

В 1895 г. Дж. Дж. Томсон (1856–1940) открывает электрон – отрицательно заряженную частицу, входящую в состав всех атомов (определяется масса и величина заряда электрона). Французский физик А.А. Беккерель (1852–1908) открывает явление радиоактивности (1896): случайно обнаруживает, что соли урана излучают без предварительного освещения. Радиоактивное излучение представляет собой самопроизвольное превращение неустойчивых ядер атомов в результате ядерных излучений (альфа-, бета-, гамма-лучей, открытых позднее) в ядра других химических элементов. Французские физики Пьер и Мария Кюри, изучая явление радиоактивности, открывают новые элементы – полоний и радий.

Первые модели атома появились в 1904 г.: японский физик Хантаро Нагаока (1865–1950) представил строение атома аналогичным строению Солнечной системы. Положительно заряженная часть атома – Солнце, вокруг которой по кольцеобразным орбитам движутся электроны, как планеты вокруг Солнца. В модели Дж. Томсона положительное электричество было «распределено» по сфере, в которую вкраплены электроны.

Опыты английского ученого Э. Резерфорда (1871–1937) с альфа-частицами (масса альфа-частицы примерно составляет 8 000 масс электрона) привели к открытию ядра в атоме (1912) – положительно заряженной частицы размером порядка 10^{-14} м, в которой фактически сосредоточена вся масса атома (размер же самого атома составляет 10^{-10} м). Тем самым опыты Резерфорда опровергли модель атома Томсона и подтвердили планетарную модель атома Нагаока.

Пример. В атоме водорода вокруг ядра обращается всего лишь один электрон. Заряд ядра положителен и равен по модулю заряду электрона, имеет массу, в 1836 раз большую массы электрона. Это ядро было названо Резерфордом протоном и стало рассматриваться как элементарная частица.

Установление сложной структуры атома оценивается как крупнейшее событие в науке начала XX века.

Однако планетарная модель атома Резерфорда противоречила законам электродинамики Максвелла, так как по законам электродинамики вращающийся вокруг ядра электрон должен был излучать электромагнитные волны, теряя энергию на излучение, электрон должен «упасть на ядро», а атом «прекратить» свое существование. Но в действительности этого не происходит, атомы устойчивы и могут существовать, не излучая электромагнитных волн.

Датский физик Н. Бор (1885–1962) устраняет возникшее противоречие выдвиганием двух знаменитых постулатов в 1913 г. (постулаты Бора), ставших основой принципиально новых теорий микромира – квантовой механики и квантовой электродинамики. Свои постулаты он обосновывает идеей М. Планка о существовании квантов электромагнитного поля, развитой затем А. Эйнштейном.

Но теория Бора фактически была теорией для одного атома — атома водорода. К тому же Н. Бор не объяснил свои знаменитые постулаты. Постулаты «сделали атом водорода устойчивым, запретив излучать электромагнитные волны в стационарном состоянии». Теория Бора не могла описывать многоэлектронные атомы, и это связано с волновыми свойствами электрона. Как известно, в конце XIX в., после создания Дж. Максвеллом теории электромагнетизма, выяснилось, что материя предстает в виде двух форм — вещественной и полевой.

Квантовая механика

При изучении микрочастиц ученые обнаружили у них особенность. Микрочастицы обладали как волновыми, так и корпускулярными свойствами. В конце XIX в. в физике возникла ситуация, получившая название «ультрафиолетовая катастрофа». Немецкий физик-теоретик Макс Планк (1858—1947), исследуя тепловое излучение, приходит к выводу, что в процессах излучения энергия может быть отдана или поглощена не непрерывно и не в любых количествах, а лишь в неделимых порциях — квантах. Энергия каждой такой порции вычисляется по формуле:

$$E = h\nu, \text{ или } E = \hbar\omega,$$

где h или $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ — постоянная Планка; ν или ω — частота колебаний.

Введенное Планком 14 декабря 1900 г. представление об излучении порциями (квантами) стало фундаментом для создания квантовой теории (термин «квантовая механика» ввел М. Планк). Этот день считается днем рождения квантовой теории и началом новой эры естествознания (Нобелевская премия по физике М. Планку была присуждена в 1918 г.).

Идея Планка получила развитие в работах А. Эйнштейна. Свет — это поток квантов (фотонов). Эйнштейновское представление о световых квантах (фотонах) стало основой для создания им же теории фотоэффекта, суть которой заключается в выбивании электронов из вещества под действием электромагнитных волн. Эксперименты показали, что наличие или отсутствие фотоэффекта определяется не интенсивностью падающей волны, а ее частотой. При фотоэффекте электроны, поглощая фотоны, увеличивают свою энергию и в ре-

зультате способны покинуть вещество. За правильность толкования фотоэффекта А. Эйнштейн получил Нобелевскую премию (1921).

Теория фотоэффекта была успешно подтверждена экспериментально американским физиком Р. Милликеном (1868—1953), за что он тоже получил Нобелевскую премию (1923).

В 1926 г. австрийский физик Э. Шредингер (1887—1961) создал математическую волновую модель атома в виде волнового дифференциального уравнения Шредингера:

$$\frac{d\psi}{dx} + \frac{2m}{\hbar} [E - U(x)]\psi(x) = 0,$$

где E и $U(x)$ — полная и потенциальная энергия частиц соответственно; m — масса частиц; \hbar — постоянная Планка; $\psi(x)$ — волновая функция, определяющая поведение волн материи.

Причем волновая функция $\psi(x)$ не позволяет абсолютно точно определить положение электронов в атоме. Они расплываются в некое «облако», и можно говорить лишь о вероятности нахождения электронов в том или ином месте атома, которая характеризуется квадратом амплитуды волны $|\psi(x)|^2$.

Уравнения квантовой механики оказались волновыми (квантовые объекты обладают одновременно и волновыми свойствами). Предложенная Шредингером для описания квантовых явлений, а именно — частицы, свободно движущейся по оси x , волновая функция:

$$\psi(x) = e^{-i/\hbar(Et - px)},$$

где p — импульс; x — координата; t — время; E — энергия; $i = \sqrt{-1}$, \hbar — постоянная Планка. Она называется так потому, что в ней используется экспоненциальная функция типа $e^{\varphi(p, x)}$.

Но наука — это не только самые современные теории, но и их предшественницы, все теории, объединенные научным сходством. Классическая механика и квантовая механика прежде всего используют одни и те же понятия таких физических параметров, как координата (x, y, z), импульс (p_x, p_y, p_z) момент импульса M , энергия E . Отличие лишь в том, что в квантовой механике указанным параметрам соответствуют операторы, обозначаемые символами с крышечками, например операторы импульсов ($\hat{p}_x, \hat{p}_y, \hat{p}_z$): $\hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ и т. д., где $\frac{\partial}{\partial x}$ — символ частной производной.

Наиболее характерное для квантовой механики уравнение имеет вид:

$$\hat{A}\psi = a\psi,$$

где \hat{A} — оператор параметра; ψ — волновая функция; a — значение параметра, фиксируемое в эксперименте.

Это уравнение получило эпитет «изящного» уравнения. Оно как бы «говорит»: смотрите, как просто устроен мир. Осмысление именно этого уравнения дает разгадку многих неразрешимых с позиций классической физики проблем.

Для квантово-механических явлений характерны соотношения неопределенностей.

Принцип неопределенности $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$. Немецкий физик В. Гейзенберг (1901–1976) показал, что чем точнее измеряется местоположение частицы (координата), тем труднее предсказать ее скорость (импульс), и наоборот. Можно узнать один или другой параметр, но не оба сразу. Указанное соотношение неопределенности стало принципом неопределенности, так как показывает принципиально вероятностный характер предсказания событий.

Принцип дополненности Н. Бора (1928) дает более широкую трактовку принципа неопределенности Гейзенберга. Смысл принципа дополненности состоит в том, что получение экспериментальной информации об одних физических параметрах неизбежно приводит к потере других, дополнительных, параметров, которые характеризуют это же явление с несколько другой стороны.

Для квантово-механических явлений также характерны туннельный эффект, принцип суперпозиции, статистические закономерности и вероятностная предсказуемость.

Согласно квантовой теории поля, невозможно такое состояние, когда нет и поля, и частиц, т. е. невозможна пустота. Строго говоря, поле не может перестать существовать. В своем наиминимизированном энергетическом состоянии оно выступает как вакуум. Для вакуума характерны не свободные, самостоятельные, наблюдаемые, а виртуальные частицы, порождаемые и сразу же поглощаемые им.

Вакуум — это облако виртуальных частиц, вполне реальная физическая среда, как бы обволакивающая любые неvirtуальные частицы.

Физические явления в микромире подчиняются другим законам, отличным от законов классической и релятивистской механики. На вопрос, существует ли тяготение в микромасштабах, могла бы ответить квантовая теория гравитации, но ее пока нет. Существенным «недостатком» квантовой теории становится то, что она не внесла ничего нового в понимание процессов времени при движении квантовых частиц. Ни Ньютон, ни Эйнштейн в своих уравнениях движения не получили «стрелы времени» и тем самым «разрешили» телам и частицам вольно двигаться во времени. А квантовое уравнение движения Шредингера с его знаменитой волновой функцией превратило это движение в «непредсказуемый блуд» во времени.

Корпускулярно-волновой дуализм. Как уже было сказано, концу XIX в. физика приходит к выводу, что материя существует в двух видах: дискретного вещества и непрерывного поля. В классической науке утверждается понятие поля как объективно существующей физической реальности, как качественно нового, своеобразного вида материи.

Определяются сущности вещества и поля:

- вещество дискретно и состоит из атомов, а поле непрерывно;
- вещество обладает массой, а поле – нет;
- вещество мало проницаемо, а поле полностью проницаемо;
- скорость движения вещества много раз меньше скорости света ($v \ll c$), $c = 300\,000$ км/с – скорость электромагнитных волн.

Но открытия в физике в конце XIX в. – начале XX в. в итоге привели к созданию квантовой механики, которая фактически разрушила представления классической физики о веществе и поле как двух качественно своеобразных видах материи.

Представление о корпускулярно-волновом дуализме возникло при рассмотрении электромагнитного поля. Была установлена особенность электромагнитного излучения различных длин волн: электромагнитные излучения больших длин волн проявляют в основном континуальные волновые свойства света, а малых длин волн (гамма-лучи) – дискретные (корпускулярные) или квантовые свойства.

Физика начала XX в. открывает диалектическое единство двух классических противоположностей – частиц и волн и выражает его философски как корпускулярно-волновой дуализм.

Французский физик Луи де Бройль (1892–1987), опираясь на законы симметрии, в 1924 г. выдвинул идею распространения принципа корпускулярно-волнового дуализма света на все частицы микромира, имеющие массу покоя. Согласно де Бройлю, любому телу с массой m , движущемуся со скоростью v , соответствует волна с длиной

$$\lambda = \frac{h}{mv}.$$

Аналогичная формула была известна раньше, но только применительно к квантам света – фотонам.

Вскоре гипотеза де Бройля экспериментально подтвердилась открытием дифракции электронов на кристаллах (американские физики К. Дэвисон, Л. Джермер). В дальнейшем были выполнены опыты по обнаружению дифракции нейтронов, атомов и даже молекул.

Тот факт, что один и тот же объект проявляется и как частица, и как волна, разрушал традиционные классические представления. Форма частицы подразумевает сущность, заключенную в малом объеме или в конечной области пространства, тогда как волна распространяется по его огромным областям. В квантовой физике эти два описания реальности являются взаимоисключающими, но равно необходимыми для того, чтобы полностью описать рассматриваемые явления.

Методические материалы к занятию

1. Тест 3 «Современная естественно-научная картина мира и перспективы развития естествознания в XXI веке».
2. Контрольная работа: задачи 3, 5, 9, 10.
3. Вопросы к семинару выбрать из тем рефератов.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы

1. Используя глоссарий и лекционный материал, сформулировать определения.

Синергетика – это...

Схоластика – это...

Натуральная магия – это...

Алхимия – это...

2. Представления о Вселенной и сторонники данных точек зрения. Оформить в виде таблицы, схемы или плаката.

Рекомендуемая литература

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. – Москва : Высшее образование, 2008. – 335 с. – (Основы наук). – ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Найдыш, В. М. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / В. М. Найдыш. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва : Альфа-М [и др.], 2007. – 704 с. – ISBN 978-5-98281-102-8.

Тема 4. Современные космологические концепции

Форма проведения занятия: лекция.

Вопросы для обсуждения

1. Ньютонская и Эйнштейновская космологические модели Вселенной.
2. Фридмановские модели Вселенной.
3. Модель горячей Вселенной или Большого взрыва.
4. Модель горячей Вселенной.
5. Холодная Вселенная.
6. Модель раздувающейся (инфляционной) Вселенной.
7. Время. История взглядов на время.
8. Геометрии пространства.
9. Современная естественно-научная картина мира.

Методические указания по проведению занятия

1. Лекционные занятия проводятся в форме визуальных лекций с использованием презентационного метода.
2. Практические занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме тренинга.
3. Семинарские занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме семинара-дискуссии.

Во второй половине XX в. астрономия вступила в период научной революции, которая изменила способ астрономического познания.

Мегамир, или космос, — это системная организация в форме планет и планетных систем, звезд и звездных систем — галактик; системы галактик — Метагалактики.

В этой связи термин «вселенная» приобретает более узкое, специфически научное толкование. На современном этапе эволюции Вселенной вещество в ней находится в основном в звездном состоянии. 97 % вещества в нашей Галактике сосредоточено в звездах. В других звездных системах (галактиках) предполагается, что «звездная субстанция» составляет более 99,9 % их массы. Большинство галактик имеет эллиптическую или спиралевидную форму. Сами галактики образуют так называемые «облака» или «скопления галактик», содержащих до нескольких тысяч отдельных звездных систем. Распределение галактик в пространстве указывает на существование определенной упорядоченной системы — Метагалактики. Метагалактика, или гигантская система галактик, включает все известные космические объекты.

Ньютоновская и эйнштейновская космологические модели Вселенной

С появлением науки в ее современном понимании на смену мифологическим и религиозным воззрениям приходят научные представления о происхождении Вселенной. Вселенная изучается наукой, называемой космологией или наукой о космосе. Космология нацелена на открытие упорядоченности нашего мира, т. е. законов его функционирования как единого упорядоченного целого.

Выводы космологии называются *моделями* происхождения и развития Вселенной. Все заключения о происхождении и развитии Вселенной не являются законами, а лишь *космологическими моделями*, т. е. возможными вариантами объяснения.

Первым ученым, который обнаружил силы космической значимости, был И. Ньютон, первооткрыватель закона всемирного тяготения. По Ньютону, космическое вещество первоначально было равномерно распределено по всему бесконечному космическому пространству. Различные его части сгущались, образуя Солнце и, как он считал, неподвижные звезды, а также планеты. Светимость же звезд он объяснял ссылкой на Творца. Позднее выводы Ньютона неоднократно воспроизводились философом И. Кантом и математиком П. Лапласом.

В ньютоновской космологической модели Вселенной вопрос о ее эволюции не ставился. Вселенная представлялась всесущестующей и бесконечной в абсолютном пространстве и времени. В такой Вселенной изменяться могут только конкретные космические системы, но не «мир в целом».

Такой взгляд на Вселенную логически приводит к парадоксам: гравитационному и фотометрическому, которые неразрешимы в рамках классической астрономии.

Суть гравитационного парадокса: если Вселенная бесконечна, значит в ней бесконечное число небесных тел. Тогда сила тяготения должна быть тоже бесконечно большой и вся Вселенная должна сколлапсировать, т. е. сжаться до объекта, подобного «черной дыре», а не существовать вечно.

Суть фотометрического парадокса: если существует бесконечное число небесных тел, то должна быть бесконечная светимость неба, но этого не наблюдается.

Все современные космологические модели Вселенной основываются на общей теории относительности А. Эйнштейна. Математическая теория тяготения Эйнштейна предлагает несколько решений «устройства» Вселенной, т. е. обуславливает наличие многих космологических моделей Вселенной.

Первая из них была разработана самим А. Эйнштейном в 1917 г.

Он разделял убеждение Ньютона, что звезды по отношению друг к другу находятся в стационарном положении. Но объяснить такое положение звезд одними силами тяготения затруднительно. Поэтому Эйнштейн ввел в уравнение общей теории относительности специальную величину лямбда (λ), которая должна была в математической форме отобразить наличие сил отталкивания неведомой природы. Прием, использованный Эйнштейном, в науке называется *ad hoc* (ад хок), что в переводе с латинского означает «для данного случая». Эйнштейн использовал данный прием за неимением лучшего. Но вскоре ему представилась возможность отказаться от него.

В такой модели Вселенной локальные искривления пространства-времени гравитирующими массами приводят к глобальному искривлению, делающему Вселенную замкнутой по пространственным координатам. В этой *цилиндрической модели Эйнштейна* временная координата не искривляется (время равномерно течет от прошлого к будущему). Впоследствии цилиндрическая модель была усовершенствована голландским астрофизиком Виллемом де Ситтером, предположившим, что время в удаленных частях Вселенной течет замедленно (искривление по временной координате), и создавшим *модель замкнутой гиперсферы*.

Обе эти *стационарные модели Вселенной* имеют два недостатка. Это необходимость предположения о существовании дополнительных взаимодействий, препятствующих сжатию Вселенной под действием гравитирующих масс, и проблема «утилизации» света, испущенного звездами в предшествующие моменты времени в замкнутое пространство.

В эйнштейновской модели Вселенной материя распределена в среднем равномерно, а гравитационное притяжение масс компенсируется универсальным космологическим отталкиванием. Время существования Вселенной бесконечно, т. е. не имеет ни начала, ни конца, а пространство безгранично, но конечно. Вселенная в целом стационарна, бесконечна во времени и безгранична в пространстве.

Фридмановские модели Вселенной

В 1922–1924 гг. молодой математик и геофизик А.А. Фридман (1888–1925), изучая уравнения общей теории относительности Эйнштейна, показал, что Вселенная в зависимости от плотности вещества в ней либо расширяется, либо сжимается. Он нашел нестационарные решения гравитационного уравнения Эйнштейна, теоретически доказав возможность существования нестационарной (расширяющейся) Вселенной. Этот результат лег в основу современной космологии.

Фридман рассмотрел три решения уравнений Эйнштейна, описывающих Вселенную с «расширяющимся» пространством. Если средняя плотность вещества и излучения во Вселенной равна некоторой критической величине ($\rho_{\text{кр}} \approx 10^{-29}$ г/см³), мировое пространство оказывается евклидовым и Вселенная неограниченно расширяется от первоначального точечного состояния. Если плотность меньше критической, пространство обладает геометрией Лобачевского и также неограниченно расширяется. И наконец, если плотность больше критической, пространство Вселенной оказывается римановым, расширение на некотором этапе сменяется сжатием, которое продолжается вплоть до первоначального точечного состояния.

Решающее значение для выводов Фридмана имело открытие Э. Хаббла, который обнаружил факт разлета скоплений звезд, галактик (1929). Так называемое «красное смещение» проходящих от галактик излучений свидетельствовало об их удалении от Земли. Хаббл вывел соотношение: $V = H \cdot r$, где V – скорость удаления галактики, $H = 75\text{--}80$ км/с · Мпк или $(3\text{--}5)10^{-18}$ с⁻¹ – постоянная Хаббла, r – расстояние до галактики в парсеках ($1 \text{ пк} \approx 3,1 \cdot 10^{16}$ м).

Смысл постоянной Хаббла заключается в следующем: величина, обратная постоянной Хаббла, есть возраст Вселенной. Расчеты показывают, что если принять $H \approx 75$ км/с · Мпк, то возраст Вселенной $t = 1/H \approx 13,5$ млрд лет.

Но средняя плотность вещества во Вселенной неизвестна, и мы сегодня не знаем, в каком из пространств Вселенной мы живем.

Сегодня *модель расширяющейся Вселенной*, предложенная Фридманом, наиболее популярна, красное смещение и конечная светимость неба объясняются эффектом Доплера, и нет необходимости

во введении компенсирующих гравитацию взаимодействий. Обсуждаются в основном две модификации Вселенной:

1. *Замкнутая модель* (геометрический аналог — расширяющаяся гипертсфера) предсказывает постепенное замедление расширения вследствие торможения гравитационными силами с последующим переходом к сжатию.

2. *Открытая модель* (геометрический аналог — «седло») — замедляющееся расширение, происходящее бесконечно долго.

В настоящее время предпочтение отдается открытой модели, поскольку гравитационные силы не способны остановить происходящее с наблюдаемой скоростью разбегания. Оценки могут существенно измениться в пользу закрытой модели при наличии в космосе *скрытых масс* несветящегося вещества (например, за счет ненулевой массы покоя нейтрино).

Следует также отметить, что для модели расширяющейся Вселенной характерно отсутствие какого-либо центра «разбегания» галактик. Расширяется в целом межгалактическая среда. Разбегаются все галактики. С какой бы галактики не наблюдалась картина космического расширения, всякий раз она выглядит единообразно: чем дальше от места наблюдения находится галактика, тем с большей скоростью она удаляется от этого места. И так называемый горизонт видимости расположен на расстоянии не большем, чем может пройти свет за 13 млрд лет.

Модель горячей Вселенной, или модель Большого взрыва. В основе современных представлений об эволюции Вселенной лежит модель горячей Вселенной, или «Большого Взрыва» (Big Bang), предложенная в 1948 г. Основы ее были заложены в трудах американского физика русского происхождения Г.А. Гамова и его сотрудников в конце 40-х гг. XX в. Основа теории такова: физическая Вселенная образовалась в результате гигантского взрыва примерно 15–20 млрд лет назад, когда все вещество и энергия современной Вселенной были сконцентрированы в одном сгустке с плотностью свыше 10^{25} г/см³ и температурой свыше 10^{16} К. Правда, науке неизвестно, откуда взялось такое гигантское количество изначальной энергии.

По предположению Г.А. Гамова, все элементы Вселенной образовались в результате ядерных реакций в первые моменты после

Большого взрыва. По современным же представлениям, около 98 % существующего в природе гелия образовалось в первые секунды после Большого взрыва.

С эволюционной точки зрения Вселенная проходит определенные этапы, в ходе которых в результате ядерных реакций образуются химические элементы и их структуры.

Данная модель Вселенной сейчас обосновывается такими экспериментальными наблюдениями.

1. Излучение спектральных линий звезд показывает, что Метагалактика имеет единый химический состав (77 % водорода, 22 % гелия, 0,8 % кислорода, 0,1 % железа и 0,1 % — остальные элементы).

2. Спектры элементов удаленных галактик демонстрируют систематическое смещение в красную часть спектра. Смещение линейно растет с увеличением расстояния до галактик.

3. Из космоса регистрируется однородное и изотропное излучение, наполняющее все космическое пространство. Оно соответствует излучению черного тела с температурой 2,7 К, его плотность составляет примерно 450 фотонов/см³.

4. Распределение галактик в Метагалактике соответствует некоторой постоянной плотности, порядка 0,3 барионов/м³. Для сравнения: в нашей Галактике средняя концентрация вещества ~ 1 атом/см³.

5. По косвенным выводам из анализа процессов радиоактивного распада в метеоритах следует, что некоторые компоненты химического состава метеоритов возможно возникли 14—24 млрд лет назад.

По расчетам Гамова, в качестве следов от Большого взрыва должно остаться микроволновое излучение малой энергии, соответствующее излучению абсолютно черного тела, нагретого всего лишь до 5 К (около –268 °С).

Экспериментальным подтверждением расчетов стало открытие в начале 1965 г. реликтового излучения с температурой около 3 К (американцы А.А. Пензиас и Р.В. Вилсон обнаружили приходящее со всех сторон фоновое излучение, температура которого по современным оценкам около 2,7 К).

Наличие реликтового излучения означает, что Большой взрыв произошел не в отдельной избранной точке космоса. Он характерен для всего изначального космоса.

Модель горячей Вселенной. В первые моменты температура Вселенной была столь высока, что в ней могли существовать лишь самые легкие элементарные частицы: фотоны, нейтрино и т. д. Быстрое расширение горячего сжатого «газа» вело к его охлаждению. Уже на первых секундах расширения стало возможным образование электронов и протонов, существующих в виде горячей плазмы и сильно взаимодействующих друг с другом и излучением, на долю которого приходилась основная доля энергии во Вселенной. Таким образом, на ранней стадии, длящейся около 1 млн лет, во Вселенной преобладали электромагнитные и ядерные взаимодействия.

Спустя указанный срок температура упала до величины, допускающей *рекомбинацию* электронов с протонами в нейтральные атомы водорода. С этого момента взаимодействие излучения с веществом практически прекратилось, доминирующая роль перешла к гравитации.

Возникшее на стадии горячей Вселенной и постепенно остывающее в результате ее расширения излучение дошло до нас в виде *реликтового фона*.

Сам факт возможности моделирования процессов, происходящих в первые секунды и минуты существования Вселенной, приближает нас к самому акту «сотворения мира». Хотя представления о первых секундах жизни Вселенной основаны на гипотезах, но физические условия, существовавшие в то время, когда возраст Вселенной составлял 10^{-4} с, когда температура достигала 10^{12} К, а вся наблюдаемая Вселенная была «сжата» до размеров Солнечной системы, сегодня можно экспериментально воспроизводить на современных ускорителях элементарных частиц.

Раннюю Вселенную можно представить гигантской лабораторией природы, в которой энергия, высвободившаяся в результате Большого взрыва, пробудила физические процессы, не воспроизводимые в земных условиях.

Холодная Вселенная. На последующей стадии так называемой «холодной» Вселенной на фоне продолжающегося расширения и остывания вещества стали возникать *гравитационные неустойчивости*. За счет флуктуаций плотности водородного газа стали возникать зоны его уплотнения, притягивающие к себе газ из со-

седних областей и еще больше усиливающие собственное гравитационное поле.

Самоорганизация вещества во Вселенной в конечном итоге привела к возникновению *крупномасштабной квазиупорядоченной межгалактической ячеистой структуры*, а ее дальнейшая фрагментация дала начало будущим галактикам и звездам. Анализ деталей этого процесса возможен на основании весьма сложных уравнений гидрогазодинамики — теории нестационарного движения вещества, до сих пор удовлетворительно не разработанной. Достаточно ясно, что в результате гравитационного сжатия выделяющаяся энергия в конечном итоге приводила к вторичному разогреву «водородного топлива» до температур, достаточных для начала термоядерных реакций водородного цикла.

Ученые не только выдвигают гипотезы далекого прошлого Вселенной, но и прогнозируют ее далекое будущее. Предполагают, что в будущем расширение Вселенной сменится ее сжатием. Исходя из общей массы Вселенной 10^{52} т, предполагают, что примерно через 30 млрд лет она начнет сжиматься и через 50 млрд лет вновь вернется в сингулярное (сверхплотное) состояние. Полный цикл расширения и сжатия Вселенной составляет примерно 100 млрд лет.

В открытых космологических моделях Вселенной предполагается, что уже через 10^{14} лет многие звезды остынут, примерно через 10^{19} лет большая часть остывших звезд покинут свои галактики в виде «черных карликов», центральные области галактик превратятся в «черные дыры». Дальнейшая эволюция будущей Вселенной выглядит не вполне ясной, но прогнозируется «тепловая смерть» Вселенной с конечным состоянием из сверхдлинных квантов и электронно-позитронной плазмы.

Модель раздувающейся (инфляционной) Вселенной

Еще в 1927 г. бельгийский ученый Ж. Леметр рассчитал, что радиус Вселенной в первоначальном состоянии был равен 10^{-12} см, а ее плотность составляла 10^{96} г/см³.

В первоначальных моделях горячей Вселенной не удавалось объяснить происхождение скоплений галактик. Происхождение космических образований такого рода, по-видимому, следует объ-

яснять не процессами, случившимися после Большого взрыва, а процессами, присущими его изначальной природе.

Американец А. Гут (1980) в этой связи предложил модель раздувающейся, инфляционной (лат. *inflatio* — вздутие) Вселенной. Суть его гипотезы состоит в том, что в квантовом вакууме в условиях чрезвычайно высокой энергии частиц последние создают сильное натяжение. Эти натяжения адекватны отрицательному давлению, которое и может служить первотолчком к раздуванию. Квантовый вакуум можно представить как «перегретую жидкость», которая может сразу «вскипеть». Отрицательное давление можно интерпретировать как гравитационные силы отталкивания. Под действием этих гигантских сил квантовый вакуум быстро, практически мгновенно расширяется, приблизительно за 10^{-30} с его размеры увеличиваются в 10^{30} раз. В результате расширения сам вакуум охлаждается, а заключенная в нем гигантская энергия высвобождается в виде излучения с температурой примерно 10^{28} К. При такой сверхвысокой температуре элементарные лептоны и даже гипотетические частицы — кварки не существуют. Для вакуума с отрицательным давлением характерны квантовые флуктуации. Они как раз и предполагаются начальными состояниями будущих галактик и их скоплений.

Итак, согласно современным представлениям, Большой взрыв — это короткое мгновение ($\sim 10^{-30}$ с), за которое происходит расширение высокоэнергетического квантового вакуума или творение Вселенной из вакуума особой природы. В этой модели описывается эволюция Вселенной, начиная с момента 10^{-45} с после начала расширения. Начало Вселенной определяется физиками-теоретиками как состояние квантовой супергравитации с радиусом Вселенной в 10^{-50} см (размер атома 10^{-8} см, атомного ядра 10^{-13} см). Основные события в ранней Вселенной разыгрывались за промежуток времени от 10^{-45} до 10^{-30} с. В этой модели начальное состояние Вселенной является вакуумным. Физический вакуум — это форма материи, лишенная вещества и излучения. Но возбужденное состояние такого вакуума способно создавать космическую силу отталкивания, порождающую раздувание «пузырей пространства» — зародышей одной или нескольких вселенных.

Различия между этапами эволюции Вселенной в инфляционной модели и модели Большого взрыва касаются только первоначально-го этапа порядка 10^{-30} с. Далее принципиальных расхождений нет.

Время. История взглядов на время

В «Исповеди» Августина (354–430), церковного деятеля, есть слова: «Если меня никто об этом не спрашивает, я знаю, что такое время. Если бы я захотел объяснить спрашивающему – нет, не знаю».

Существует много подходов к описанию явлений и событий во времени. Этим занимается *хронология* – наука, имеющая дело с разделением времени на периоды, расположением событий в порядке их возникновения, установлением соответствия дат, несоответствий в датах, вызванных различием в системах исчисления времени, применяемых в древности и сегодня.

Астрономическая хронология основана на астрономических явлениях и законах. Даты астрономических явлений могут быть определены весьма точно математическими вычислениями, если, например, событие сопровождается астрономическим явлением (типа солнечного затмения). Так, шотландская история свидетельствует: когда король Норвегии Хакон IV (Старый) приплыл с норвежским флотом, чтобы наказать короля Шотландии, он высадился на Оркнейских островах. В это время на Солнце появилось тонкое яркое кольцо. Британский физик Д. Брюстер показал, что кольцевое затмение Солнца было видно в той местности 5 августа 1263 г.

В «Слове о полку Игореве» сказано:

У Донца был Игорь, только видит –
Словно тьмой полки его прикрыты,
И воззрел на светлое он Солнце –
Видит: Солнце – что двурогий месяц,
А в рогах был словно уголь горящий;
В темном небе звезды просияли,
У людей в глазах позеленело.

Это было, как установили астрономы, 1 мая 1185 г., накануне сражения Игоря с половцами.

Геологическая хронология построена на изучении окаменелостей, ископаемых, структуры земных недр. Точность очень мала

и не позволяет установить связь событий на разных континентах. А без таких сравнений история Земли остается в значительной степени загадкой. Только открытие радиоактивности изменило ситуацию. Появились методы радиометрического датирования, сделавшие возможным вычисление абсолютного возраста минералов и определение геологических дат с беспрецедентной точностью.

Политическая хронология определяет даты и последовательность событий в истории наций, стран, человечества. Наиболее древние нации связывали историю со сроком службы некоторого деятеля, короля. Эта система дала довольно полную хронологию, но события между смертью короля и приходом его преемника иногда были пропущены. В ряде случаев правление непопулярных руководителей исключалось из письменных источников.

Хронология древнего Египта начинается с воцарения первого фараона первой династии Менеса (3100—3066 гг. до н. э.). Египетский год начинался с восхода звезды Сириус и содержал 365 дней.

Эра греческих Олимпиад была рассчитана с 1 июля 776 г. до н. э. Греческие астрономы ввели два цикла: по 235 лунных месяцев (почти точно 19 лет) и 940 лунных месяцев (около 76 лет). В Римской хронологии эра основания города (*ab urbe condita* или АУС) начинается с 22 апреля 753 г. до н. э.

Христианская хронология основана монахом Дионисием Малым (Ексигусом), считавшим, что Иисус Христос родился в 753 г. после основания Рима.

Римский ученый-монах Дионисий в 248 г. эры римского императора Диоклетиана (первый год эры Диоклетиана соответствует 284 году н. э.) предложил вести летоисчисление от новой эры, названной им эрой «от рождения Христова». Он объявил, что 248 г. соответствует 532 г. н. э., и рекомендовал следующий год нумеровать 533 годом. Так возникла *новая*, или *наша*, эра, от которой ведется счет лет до настоящего времени.

Число 532 взято из следующих соображений: так как полнолуние наступает в одни и те же календарные даты через каждые 19 лет, а Пасха празднуется только в воскресенье, которое бывает раз в 7 дней, а период високоса равен 4 годам, то Дионисий просто нашел общее наименьшее кратное этих чисел $19 \cdot 7 \cdot 4 = 532$. Следова-

тельно, Пасха приходится на воскресенье одной и той же даты через каждые 532 года.

В России новая эра исчисления была введена Указом Петра I с 1 января 1700 г. До этого на Руси счет лет велся «от сотворения мира», а новый календарный год с 1492 г. начинался с 1 сентября (сентябрьский стиль).

Так что же такое время? Как его можно измерить? Каков возраст Вселенной?

Кратчайший промежуток времени, который мы можем ощутить, порядка 0,1 с. Время реакции человека на внешний сигнал составляет около 0,2 с.

Естественные единицы времени, с которыми мы имеем дело в повседневной жизни: день, год, времена года, лунные сутки — основаны на изменениях, наблюдаемых в природе.

Прямой зафиксированный опыт человечества распространяется примерно на 5000 лет. Именно этому времени соответствуют первые памятники письменности шумерской цивилизации.

Интервалы времени измеряют с применением «радиоактивных часов». Процесс радиоактивного распада нельзя ускорить или замедлить. Он протекает с постоянной скоростью, характерной для каждого элемента. Так, например, при радиоактивном распаде один из $1,6 \cdot 10^{11}$ атомов изотопа рубидия превращается за год в атом стронция, то есть до полного исчезновения такого изотопа рубидия необходимо по крайней мере 10^{11} лет. Но на земле он обнаружен. Для урана эта постоянная составляет 10^{-10} , для калия — 10^{-9} . И они есть в земной коре.

Следовательно, Земля не могла существовать вечно, и «возраст» материала, из которого состоит Земля, не может превышать нескольких миллиардов лет.

Самая древняя порода, обнаруженная на Земле (в Антарктиде), имеет возраст 3900 ± 300 млн лет. Недавние исследования найденных в Эфиопии каменных орудий труда показали, что их возраст — около 2,5 млн лет.

Точно таким же способом оценено время существования Солнечной системы — по измерению содержания радиоактивных эле-

ментов в метеоритах. Оказалось, что все метеориты имеют примерно одинаковый возраст — 4–5 млрд лет.

Одна из последних оценок возраста Вселенной — 16 ± 2 млрд лет, а возраст одной из самых старых звезд CS22892-052 составляет от 13 до 21 млрд лет.

Но насколько можно верить этой оценке?

Существуют физические явления и процессы, определяющие *направление течения времени*. В отличие от пространства, в каждую точку которого можно снова и снова возвращаться, время — *необратимо и одномерно*. Оно течет из прошлого через настоящее к будущему. Нельзя возвращаться назад в какую-либо точку времени, но нельзя и перескочить через какой-либо временной промежуток в будущее.

Приведем примеры процессов, характеризующих направление времени, необратимость времени.

Излучение. Волны всегда испускаются источником и являются расходящимися, затухающими по прошествии времени (т. е. уходящими в будущее). Но не обнаружены волны, сходящиеся к источнику из прошлого (хотя теоретически можно решить уравнения, рассматривающие эту возможность).

Термодинамика. Второе начало устанавливает *закон возрастания энтропии* в системе, не обменивающейся с внешним миром ни энергией, ни веществом, выражает увеличение молекулярного хаоса до тех пор, пока система не достигнет термодинамического равновесия.

Эволюция. Для незамкнутых систем свойственна динамическая самоорганизации материи. Она наблюдается в биологической эволюции, эволюции общества и эволюции Вселенной в целом. Эволюция, другими словами, — это возрастание порядка в системе. Следовательно, она противоречит второму началу термодинамики — закону возрастания энтропии.

Радиоактивный распад. Происходит необратимое преобразование одних атомов в другие, обратного процесса не наблюдается.

Геометрии пространства

Уже в античном мире мыслители задумывались над природой и сущностью пространства и времени.

Для наглядной иллюстрации рассмотрим пространство двух измерений, называемое поверхностью. Евклидова геометрия реализуется на плоскости, Римана — на поверхности сферы, Лобачевского — на так называемой псевдосфере (отрицательной сфере).

Построим фигуру «треугольник» на этих трех поверхностях.

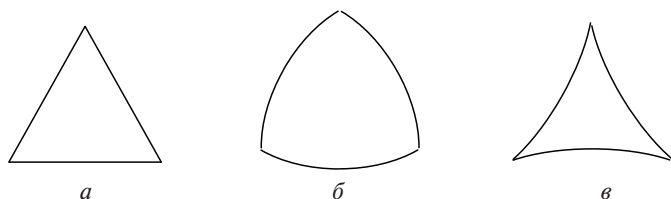


Рис. 3. Пространства:

a — Евклида; *б* — Римана; *в* — Лобачевского

В геометрии Евклида сумма углов треугольника равна 180° , у Римана — больше 180° , а у Лобачевского — меньше 180° (рис. 3, *a*, *б*, *в*).

Вообще пространство имеет три измерения, для каждой геометрии характерна своя кривизна пространства: в евклидовой геометрии кривизна нулевая, у Римана — положительная, у Лобачевского — Бойяи — отрицательная.

Лобачевский и Риман считали, что только физические эксперименты могут показать нам, какова геометрия нашего мира. Эйнштейн в теории относительности подтвердил характер пространства Римана.

Интересен ответ А. Эйнштейна корреспонденту американской газеты «Нью-Йорк Таймс». На вопрос, в чем суть его теории относительности, Эйнштейн ответил: «Суть такова: раньше считали, что если каким-нибудь чудом все материальные вещи исчезли бы вдруг, то пространство и время остались бы. Согласно же теории относительности, вместе с вещами исчезли бы и пространство, и время».

Многомерность пространства

Коренное изменение пространственной и всей физической картины произошло в гелиоцентрической системе мира, развитой Н. Коперником. Теория Коперника признала безграничность и бесконечность пространства.

В рамках физической гравитационной картины мира, развитой И. Ньютоном, утверждается представление о бесконечном пространстве, в котором находятся космические объекты, связанные между собой силой тяготения.

В теории тяготения Ньютона считается, что пространство евклидово, а частицы движутся криволинейно только под действием сил.

Ньютоновская концепция пространства и времени оказалась господствующей вплоть до конца XIX в.

Пространство считалось бесконечным, плоским, «прямолинейным», евклидовым. Оно рассматривалось как абсолютное, пустое, однородное и изотропное и выступало в качестве «вместилища» материальных тел.

Время понималось абсолютным, однородным, равномерно текущим. Оно везде во Вселенной «единообразно и синхронно».

В XIX в. в физике появляется новое понятие — поле.

Открытие существования поля в пространстве между зарядами и частицами было очень существенно для описания физических свойств пространства и времени. Структура электромагнитного поля описывается с помощью четырех уравнений Максвелла, устанавливающих связь величин, характеризующих электрические и магнитные поля с распределением в пространстве зарядов и токов.

Четырехмерное пространство. Специальная теория относительности (СТО), созданная в 1905 г. А. Эйнштейном, стала результатом обобщения и синтеза классической механики Галилея — Ньютона и электродинамики Максвелла — Лоренца.

Первый принцип: никакими физическими опытами, производимыми внутри данной системы отсчета, нельзя установить различие между состояниями покоя и равномерного прямолинейного движения.

Второй принцип устанавливает предельную скорость распространения материальных воздействий, а именно — 300 000 км/с.

Эта скорость не может складываться ни с какой скоростью и для всех систем является постоянной, а все движущиеся тела на Земле по отношению к скорости света имеют скорость, равную нулю.

В СТО связь пространства и времени выражается в пространственно-временном интервале по формуле

$$s = \sqrt{l^2 + c^2 t^2}.$$

В каждой системе отсчета длина тела и временной промежуток будут различны, а эта величина останется неизменной.

СТО объединила пространство и время в единое четырехмерное пространство-время и установила зависимость свойств пространства-времени от скорости движения тел.

Фрактальное пространство. Способы описания пространства развиваются и сегодня. Известно, что линия имеет размерность 1 (число координат), плоскость – размерность 2, тело – размерность 3. Но можно ли представить себе множество с размерностью $3/2$? В 1919 г. немецкий математик Ф. Хаусдорф (1868–1942) математически строго определил такое пространство. В 1975 г. математик Ш. Мандельброт (1899–1983) назвал пространства с дробной размерностью *фрактальными* (англ. *fraction* – дробь).

Простейшим примером объекта, описываемого с помощью новой геометрии, является снежинка, открытая Г. Кохом в 1904 г. Рост снежинки ничем не ограничен, она внутренне бесконечна и самоподобна.

Следует заметить, что представления о фрактальных пространствах были введены совершенно формально. Сегодня же стало ясно, что они позволяют описывать разнообразные физические явления: свойства поверхности кристаллов, процессы в магнитных материалах, образование новых материалов при внешних воздействиях и др.

В настоящее время пространство трех измерений дополнено построением теоретической модели многомерных пространств (в теории супергравитации, например, использовано одиннадцать измерений пространства-времени).

Сейчас не считается универсальной характеристикой однонаправленность времени от прошлого к будущему. Так, в модели «пульсирующей Вселенной» предполагается, что ныне наблюда-

емое расширение Вселенной может при определенных условиях смениться сжатием. А математические уравнения, описывающие эту фазу эволюции, изменяют знак времени с положительного на отрицательный, т. е. время как бы «потечет вспять».

Еще более глубокие представления о пространстве и времени дает квантовая теория поля. Вакуум рассматривается как особый вид материи, как поле в состоянии с минимально возможной энергией. Минимум ее оказался равным $0,5h\nu$. То есть квантовая механика показывает, что пространство и время нельзя оторвать от материи, что вакуум — это одно из состояний материи.

Современная естественно-научная картина мира (ЕНКМ) на основе физических представлений:

1. Сформулирована концепция атомистического строения материи: все сущее состоит из 12 фундаментальных фермионов (частиц): 6 кварков различных ароматов и цветов и 6 лептонов с различными лептонными зарядами.

2. Все многообразие природных явлений сводится к четырем видам фундаментальных взаимодействий: гравитационному, сильному, слабому и электромагнитному. Считается, что в окрестностях точки Большого взрыва при $T > 10^{32}$ К эти взаимодействия были объединены.

3. Существующий мир (природа, социум и общество в целом) основан на фундаментальном вероятностном принципе обобщения закономерностей, вытекающем из квантовой физики.

Нелинейность стала фактором, присущим всем процессам и явлениям живой и неживой природы и общества.

Современная ЕНКМ дополняется и преобразуется синергетической картиной мира.

И неслучайно фундаментальная теоретическая физика подошла к разработке концепций, в которых объективно существующий мир уже не исчерпывается материальным миром. Еще существует так называемая *реальность высшего порядка*, определяющая структуру и эволюцию материального мира.

Общие контуры эволюции Вселенной и принципы ее построения

Крупные открытия второй половины XX в. позволяют сформировать общие контуры научной картины мира. Это создание модели Большого взрыва и расширяющейся Вселенной — в космологии (науки в целом о Вселенной); построение кварковой модели атома, установление типов фундаментальных взаимодействий и построение первых теорий их объединения — в теоретической физике. Именно эти науки формируют общие контуры естественно-научной картины мира.

Современной науке известна хронология событий во Вселенной от Большого взрыва до наших дней.

Общие контуры эволюции Вселенной

Примерно 20 млрд лет назад произошел Большой взрыв.

3 минуты спустя — образование вещественной основы Вселенной (фотонов, ядер легких элементов, электронов и др. частиц).

300—500 тыс. лет спустя — появление атомов (легких элементов).

19—17 млрд лет назад — образование разномасштабных структур (галактик).

15 млрд лет назад — появление звезд первого поколения, образование атомов тяжелых элементов.

5 млрд лет назад — рождение звезды Солнце.

4,6 млрд лет назад — образование планеты Земля.

3,8 млрд лет назад — зарождение жизни.

450 млн лет назад — появление растений.

150 млн лет назад — появление млекопитающих.

2 млн лет назад — начало антропогенеза.

Контур эволюции Вселенной построены на следующих принципах естествознания: системность, глобальный эволюционизм, самоорганизация, историчность. Эти принципы в целом отвечают фундаментальным закономерностям существования и развития живой и неживой природы и общества.

Системность означает, что наблюдаемая Вселенная состоит из огромного множества элементов разного уровня сложности и упорядоченности. Например: человек — биосфера — планета Земля — Солнечная система — галактика — ...

Глобальный эволюционизм — это признание невозможности существования Вселенной вне развития, эволюции.

Самоорганизация — это наблюдаемая способность материи к самоусложнению и созданию все более упорядоченных структур в ходе эволюции.

Историчность — это особенность формирования взглядов на эволюцию Вселенной, это признание научной картины мира. Та, которая сейчас есть, порождена как предшествующей историей, так и специфическими социокультурными особенностями.

Антропный принцип в космологии

Антропный принцип (АП) впервые был предложен нашим соотечественником Г. Иддисом в 1958 г. и затем Б. Картером в 1974 г., но в неявном виде он функционировал и раньше.

Этот принцип применяется в слабом и сильном вариантах.

Слабый антропный принцип. На свойства Вселенной накладываются ограничения наличием нашей разумной жизни. То, что наблюдают астрономы, зависит от присутствия наблюдателя.

Сильный антропный принцип. Свойства Вселенной должны быть такими, чтобы в ней обязательно была жизнь.

Или: «Вселенная должна быть такой, чтобы в ней на некотором этапе эволюции допускалось существование наблюдателей».

В различных формулировках антропного принципа речь идет, по сути, о единстве космоса и человека и той роли, которую выполняет последний в этом единстве.

Согласно этим принципам, установлены строго определенные отношения. Эти свойства количественно выражаются через фундаментальные постоянные (например, постоянная Планка), и при их незначительном изменении может сильно измениться сценарий развития Вселенной и самой жизни во Вселенной.

Сильный вариант АП предполагает, что мы вовсе не случайны, а встроены в порядок вещей с самого начала.

Человек занимает во Вселенной действительно центральное положение: 1) человек — существо космическое; 2) человек познает Вселенную доступным ему образом; 3) в качестве познающего существа человек не имеет в космосе альтернативы.

Именно эти суждения и споры вокруг них дали слабый АП (то, что человек может наблюдать, ограничено условиями его существования) и сильный АП (то, что на некотором этапе эволюции Вселенной допускается существование наблюдателей).

Различия в объяснении причин космической эволюции связаны в первую очередь с расхождением мировоззренческих установок. Существует две концепции эволюции Вселенной: концепция самоорганизации и концепция теистического (греч. *Theos* – бог) космологического принципа.

По первой концепции материальная Вселенная является единственной реальностью. В ней идет самопроизвольное упорядочивание систем в направлении становления все более сложных структур. Динамический хаос порождает порядок. Эта концепция отвечает в большей степени слабому АП.

Согласно второй концепции – концепции творения, Вселенная эволюционирует по проекту космического Творца. Физическая структура Вселенной запрограммирована на появление жизни, на конечную цель космической эволюции – появление человека во Вселенной в соответствии с законами Творца.

Методические материалы к занятию

1. Тест 4 «Космологические концепции и эволюционная физика».
2. Контрольная работа: задачи 2, 7.
3. Вопросы к семинару: темы рефератов.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы

1. Используя глоссарий и лекционный материал, сформулировать определения.

Космология – это...

Реликтовое излучение – это...

Красное смещение – это...

Большой взрыв – это...

Расширение Вселенной – это...

Антропный принцип – это...

2. Заполнить таблицу.

Космологические концепции

| Модель | Характеристика |
|---|----------------|
| Ньютоновская модель Вселенной | |
| Эйнштейновская модель Вселенной | |
| Фридмановская модель Вселенной | |
| Модель Г.А. Гамова (модель Большого взрыва) | |
| Модель раздувающейся Вселенной А. Гута | |

Рекомендуемая литература

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. – Москва : Высшее образование, 2008. – 335 с. – (Основы наук). – ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Бочкарев, А. И. Методические рекомендации к семинарским занятиям по дисциплине «Концепции современного естествознания» : для студентов гуманитарных и социально-экономических специальностей / А. И. Бочкарев ; Волжский университет им. В. Н. Татищева. – Тольятти : Волжский университет им. В. Н. Татищева, 1996. – 37 с.
3. Гусейханов, М. К. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / М. К. Гусейханов, О. Р. Раджабов. – Москва : Дашков и К, 2004. – 691 с. – ISBN 5-94798-158-0.

Тема 5. Химическая и биологическая эволюции материи

Форма проведения занятия: лекция.

Вопросы для обсуждения

1. Наука о веществах и их взаимодействиях.
2. Методы и концепции химии.
3. Наука о живой природе.
4. Принципы биологической эволюции.
5. Синтетическая теория эволюции. Популяционно-генетический подход.
6. Происхождение жизни на Земле.

Методические указания по проведению занятия

1. Лекционные занятия проводятся в форме визуальных лекций с использованием презентационного метода.
2. Практические занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме тренинга.
3. Семинарские занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме семинара-дискуссии.

Наука о веществах и их взаимодействиях

Термин «химия» происходит (по Плутарху) от одного из древних названий Египта — Хеми («черная земля») и в первоначальном смысле означает «египетское искусство». Позже химия определялась как искусство делания золота и серебра. Существует и иное толкование, связанное с греческим *hymia* — искусство литья.

Наука о веществах зародилась в передовой стране древнего мира — Египте. Наука о веществах и их взаимодействиях, химия считалась в Египте «божественной наукой» и находилась целиком в руках жрецов.

Неслучайно термин «алхимия» появился именно на арабском Востоке. Целью алхимиков было создание «философского камня», способного все металлы превращать в золото. Золото же было практически востребовано развивающейся торговлей в Европе, а известных месторождений было мало.

В основе взглядов алхимиков лежали представления Аристотеля о четырех «основных элементах»: земля, огонь, воздух и вода — и их взаимопревращениях. Алхимики возродили и дополнили учение об элементах и их свойствах (растворимость (соль), горючесть (сера), металличность (ртуть)). Они были уверены, что смогут получить любое вещество в природе, смешав свойства металличности, горючести, растворимости в нужных пропорциях.

Первым в 1669 г. был открыт химический элемент фосфор, потом кобальт, никель и другие.

С появлением в науке точных количественных методов, с открытием закона сохранения массы, с представлением об атомном строении вещества стало возможным ввести в современную науку представление об атомах как о мельчайших частицах, из которых образованы все вещества, и понятие «атомный вес» (Дж. Дальтон).

Сразу же после освоения наукой учения об атомах стали предприниматься попытки систематики химических элементов. Русскому ученому Д.И. Менделееву (1834–1907) удалось открыть периодический закон, систематизирующий все известные на момент открытия (1869) химические элементы, и предсказать существование новых. А после открытия гелия (сначала на Солнце) появилась новая группа элементов в периодической системе под названием инертные газы (гелий, аргон, криптон, неон, ксенон).

В периодической системе Д.И. Менделеева насчитывалось 62 элемента, в 1930-е гг. она заканчивалась ураном U ($Z = 92$). В 1999 г. было сообщено об открытии 114-го элемента.

После опытов Э. Резерфорда стала известна сложная структура атома: массивное положительно заряженное ядро, окруженное отрицательно заряженными электронами. Размер ядра — 10^{-15} м. В периодической таблице каждый химический элемент имеет определенный атомный номер от 1 до 92. Существуют также и трансурановые элементы с номерами больше 92.

На основе современных достижений химии появилась возможность замены металлов керамикой.

Методы и концепции химии

Химические знания до определенного момента накапливались эмпирически. Но когда их стало много, назрела необходимость в классификации и систематизации. Основоположником системного подхода в химии стал Д.И. Менделеев. Системный подход позволил ему в 1869 г. открыть периодический закон и разработать Периодическую систему химических элементов.

Всю картину современной химии в состоянии объяснить четыре концептуальные системы химических знаний:

1. Учение о составе. 1660-е гг.
2. Структурная химия. 1800-е гг.
3. Учение о химических процессах. 1950-е гг.
4. Эволюционная химия. 1970-е гг.

Характеристика четырех концептуальных систем химии

1. Учение о составе охватывает три главные проблемы: проблему химического элемента, проблему химического соединения, проблему вовлечения все большего числа элементов в производство новых материалов. Первая проблема была решена Д.И. Менделеевым созданием Периодической системы элементов. Открытие физической природы химизма, как обменного взаимодействия электронов, позволило рассмотреть химические связи как «перекрывание электронных облаков». В результате стало возможным по-новому решать и проблемы химических соединений.

Начиная с середины XX в., новые химические элементы стали использоваться в синтезе соединений.

2. Структурная химия. Структурная неорганическая химия – это область химии, изучающая связь физических и физико-химических свойств различных веществ с их химическим строением, а также проблемы получения сверхпрочных, сверхчистых, термостойких материалов с запрограммированными дефектами кристаллической решетки.

3. Учение о химических процессах – это область науки, в которой существует наиболее глубокое взаимопроникновение физики, химии и биологии.

4. Эволюционная химия является высшим уровнем развития химических знаний.

Под эволюционными проблемами в химии понимают процессы самопроизвольного (без участия человека) синтеза новых химических соединений.

Эволюционная химия

Эволюционная химия как научное направление оформляется во второй половине XX в.

Химики давно пытались понять, каким образом из неорганической материи возникает органическая как основа жизни на Земле.

Эволюционная химия главное место отводит проблеме самоорганизации систем. Как известно, в процессе возникновения на Земле предбиологических систем шел отбор необходимых элементов для появления жизни и ее функционирования. Из более

100 химических элементов многие принимают участие в жизнедеятельности живых организмов, но только шесть составляют основу живых систем. Они получили название *органогенов*. В состав биологически важных компонентов живых систем входят еще 12 элементов: натрий, калий, кальций, магний, железо, цинк, кремний, алюминий, хлор, медь, кобальт, бор. Еще 20 участвуют в зависимости от среды обитания и состава питания.

Особая роль отведена природой углероду. На основе 6 органогенов и еще около 20 других элементов природа создала около 8 млн различных химических соединений (96 % из них – органические соединения).

Для химической науки (и науки вообще) остается загадкой, как из такого огромного количества соединений образовалась биосистема.

Выводы в этой связи таковы:

1. На ранних стадиях химической эволюции мира катализ отсутствовал (при температуре выше 5000 К), что препятствовало образованию конденсированного состояния.
2. Роль катализаторов возрастала по мере понижения температуры и приближения физических условий к земным.
3. Появление несложных систем, таких как CH_3OH , CH_2 , HC , CH , H_2CO и др., а также оксикислот, аминокислот и первичных сахаров было подготовкой старта для большого катализа.
4. Отбор активных соединений происходил в природе из тех продуктов, которые получились большим числом химических путей и обладали широким каталитическим спектром.

Таким образом, химическая наука на ее высшем эволюционном уровне углубляет представления о мире. Концепция эволюционной химии (о химической эволюции на Земле, о самоорганизации и самосовершенствовании химических процессов, о переходе от химической эволюции к биогенезу) является убедительным аргументом, подтверждающим происхождение жизни во Вселенной.

Жизнь во всем ее многообразии возникла на Земле самопроизвольно из неживой материи, она сохранилась и функционирует уже миллиарды лет.

Наука о живой природе

Биология (греч. «биос» – жизнь, «логос» – учение) – совокупность наук о живой природе.

Задача общей биологии – выявление и объяснение общих свойств и многообразия живых организмов и взаимодействия их между собой и с окружающей средой.

Уровни изучения живой материи:

- 1) молекулярная биология;
- 2) учение о клетке, или цитология (греч. «цитос» – клетка);
- 3) учение о тканях, или гистология (греч. «гистос» – ткань);
- 4) наука об органах – анатомия;
- 5) биология организмов;
- 6) биология групп организмов – популяций, видов и т. д.

Всем уровням организации живой материи присущи черты, отличающие ее от неживой материи.

Элементный состав неживой природы: кислород, кремний, железо, магний, алюминий и другие элементы. В живых организмах около 98 % массы приходится на четыре элемента: водород, кислород, углерод и азот.

К основным чертам (признакам) живого относят обмен веществ, самовоспроизведение (репродукцию), наследственность, изменчивость, рост и развитие, раздражимость, дискретность, саморегуляцию, ритмичность, энергозависимость.

Обмен веществ, или метаболизм. Живые организмы поглощают, и из простых образуются сложные соединения.

Самовоспроизведение – способность к размножению, воспроизведению себе подобных.

Наследственность – способность организмов передавать свои признаки, свойства и особенности развития из поколения в поколение; обусловлена постоянством строения ДНК – носителя наследственной информации.

Изменчивость – способность организмов приобретать новые признаки, связанные с изменением наследственных задатков – генов.

Рост и развитие, способность к развитию – всеобщее свойство материи, процесс изменения объектов живой и неживой природы. Развитие сопровождается ростом – увеличением массы.

Раздражимость — свойство организма реагировать на изменения внешней и внутренней среды. Реакция осуществляется с участием нервной системы (рефлекс).

Дискретность. Жизнь на Земле проявляется в виде дискретных (разделенных) форм, отдельных организмов или частей, но тесно связанных между собой, образующих структурно-функциональное единство. Дискретность вида представляет собой возможность его эволюции через сохранение индивидов с полезными для выживания признаками.

Саморегуляция (авторегуляция) — способность живых организмов поддерживать постоянство своего химического состава. Например, повышение концентрации глюкозы в крови приводит к усилению выработки гормона поджелудочной железы — инсулина, уменьшающего содержание сахара в крови.

Ритмичность — свойство, присущее как живой, так и неживой природе, связанное с распространением в природе колебательных процессов (вращение Земли вокруг Солнца (сезонные ритмы) и своей оси (суточные ритмы), фазы Луны и т. д.).

Энергозависимость. Живые тела — это открытые системы, в которых непрерывно происходит обмен веществом и энергией с окружающей средой.

Принципы биологической эволюции

Издавна люди пытались найти объяснение многообразию и причудливости мира. На протяжении тысячелетий господствовало элементарное мнение о том, что все виды организмов были созданы однажды в их нынешних формах и больше никогда не изменялись. Так сказано в Библии, таких же взглядов придерживался, например, Аристотель. Церковь до сих пор проповедует, что все многообразие организмов, населяющих Землю, явилось результатом акта божественного творения мира за шесть дней.

Эта концепция, признающая неизменность видов живых существ и многообразие живого мира как результат его творения Богом, получила название ***креационизма*** (лат. *creatura* — создание, творение).

Однако обнаруженные в разных местах Земли ископаемые останки странных животных и растений, совершенно непохожих на современных, позволили ученым сделать вывод о том, что организмы, населяющие Землю, не неизменны, а претерпевают эволюцию.

Благодаря работам французского биолога Жана Б. Ламарка (1744–1829) была объяснена изменчивость видов двумя факторами: влиянием внешней среды и наследственностью.

Чарлз Дарвин обобщил отдельные эволюционные идеи, создал теорию эволюции. Суть эволюционной теории Дарвина состоит в следующем. Всему живому свойствен процесс размножения. Каждый вид с помощью этого процесса сохраняет себя на Земле. Так как организмов каждого вида рождается слишком много, не все могут обеспечить себя пищей и выжить. Выживают лишь те особи, которые обладают признаками, дающими преимущества в борьбе за существование. Те, кто выжил, передают эти выгодные признаки своему потомству, таким образом в природе происходит совершенствование. Новые признаки закрепляются наследственностью, естественный отбор приводит к эволюции. Эволюция в природе всегда идет на пользу виду.

Теория Дарвина объяснила происхождение человека от высокоорганизованных млекопитающих животных.

Сегодня теория эволюции находит все новые области применения. К примеру, современная физика обосновывает концепцию универсальной эволюции от Большого взрыва до этапа исторической эволюции человека и общества.

Клетка как «первокирпичик» живого. Так называемые «первокирпичики» имеются на каждом из уровней организации природы. В сфере физических наук такую роль играют фундаментальные частицы — кварки, которые не имеют внутренней структуры (экспериментально не открыты). В сфере химических наук — это атомы различных химических элементов, причем атом — более устойчивая и стабильная частица, чем кварк.

Подобная фундаментальная частица есть и в биологии. Это — живая клетка. Именно она является мельчайшей системой, обладающей всем комплексом свойств живого, в том числе и носителем ге-

нетической информации. Создание клеточной теории стало одним из крупнейших достижений биологии XIX в.

Исследования в области цитологии (учении о живой клетке) показали, что клетки имеют общие свойства в строении и функционировании (обмен веществ, саморегуляция, передача наследственной информации). Клетки весьма многообразны. Они могут существовать как одноклеточные организмы (амебы), а также в составе многоклеточных. У клеток разный срок существования. Размеры клеток колеблются от одной тысячной сантиметра до 10 см (редко).

Клетка обособляется от внешней среды оболочкой, но через нее обеспечивается взаимодействие с внешним миром. Обмен веществ — важнейшее свойство всего живого, называемое *метаболизмом* клеток.

Обмен веществ — сложный процесс от доставки в клетку исходных продуктов до выделения «отходов» из клетки.

Пример 1. К настоящему времени известно существование организмов с клеточным строением, но без ядра клетки, так называемые *прокариоты*, или безъядерные клетки. Исторически они являются предшественниками вполне развитых, имеющих ядро клеток, впервые появившихся около 3 млрд лет тому назад, — *эукариотов*. К прокариотам, т. е. древнейшим, относятся бактерии, сине-зеленые водоросли. Безъядерные клетки способны выполнять все свойственные типичным клеткам функции, включая обмен вещества, поддержание стабильности и т. п.

Пример 2. В последнее время к миру живого относят *вирусы*, которые не имеют клеточной структуры (бесклеточные организмы). Это один из наиболее опасных видов мутагенов. Неслучайно в переводе латинского *virus* — яд. Эти мельчайшие живые организмы можно рассмотреть только в электронный микроскоп. Все необходимые для их жизнедеятельности вещества они получают, проникая в живую клетку и используя чужие органические вещества и энергию. У человека вирусы вызывают множество заболеваний, включая грипп и СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита). Зараженный вирусом СПИДа человек становится беззащитным перед любой инфекцией.

Ген. Что и как в клетке обеспечивает управление всеми сложными процессами? Исчерпывающего ответа на этот вопрос пока нет. Но принято считать, что управление внутриклеточным обменом находится в ядре клетки, в очень длинных цепях молекул нуклеиновых кислот ДНК, РНК, исходной структурной единицей которых является *ген*.

Открытие в XX в. генетического аппарата клетки в развитии биологии сыграло такую же роль, как и открытие атомного ядра в физике. Если открытие ядра позволило человеку овладеть неисчерпаемыми запасами энергии, то открытие генов дало возможность людям вмешиваться в свойства живой клетки, управлять механизмами наследственности, практически решать задачи клонирования (копирования) живых организмов.

Это крупнейшее открытие связано со способностью генов к перестройке, изменению. Эта способность называется *мутацией*. Результатом мутаций может быть появление организма нового вида – мутанта.

Пример 3. В последние годы в связи с загрязнением окружающей среды, повышением фона радиации возрастает число стихийных вредных мутаций. К примеру, ежегодно в мире рождается около 75 млн детей, из них около 2 % (около 1,5 млн) – с наследственными болезнями, вызванными мутациями.

Синтетическая теория эволюции. Популяционно-генетический подход

Вступление в XX в. ознаменовалось в биологии зарождением генетики как науки.

В России становление генетики происходило несколько позже, и уже в 20–30-е гг. XX в. отечественная генетика достигла выдающихся результатов.

Генетика – это биологическая наука о наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.

Вершиной теоретического обобщения накопленного генетикой эмпирического материала в первые десятилетия XX в. стала хромосомная теория наследственности.

Ее полная формулировка была дана в работах американского биолога Т.Х. Моргана и его школы (А.Г. Стертевант,

Г. Дж. Меллер, К. Бриджес и др.), удостоенных за разработку этой теории Нобелевской премии.

Синтетическая теория эволюции (СТЭ). Основы СТЭ сложились в научной школе русского генетика С.С. Четверикова (1880–1959). Его исследования показали, что мутационный процесс происходит в природных популяциях и по мере старения вида в нем накапливается все больше мутаций, а полная изоляция популяции и естественный отбор приводят к образованию нового вида.

СТЭ строится на следующих принципах и понятиях:

1. Элементарной «клеточкой» биологической эволюции является не организм, не вид, а популяция. Популяция – это элементарная эволюционная структура.
2. Элементарный эволюционный материал – это мутации, обычно случайно образующиеся.

Наследственное изменение популяции в каком-либо определенном направлении осуществляется под воздействием элементарных эволюционных факторов, таких как мутационный процесс, популяционные волны, изоляция, естественный отбор.

Как уже отмечалось, естественный отбор является ведущим эволюционным фактором, направляющим эволюционный процесс.

Популяция – это самовоспроизводящаяся и трансформирующаяся совокупность особей.

Сейчас с учетом генетических представлений эволюционное учение выступает в новом свете. Появление синтетической теории эволюции (30-е гг. XX в.) связано с объединением двух обособленных концепций – менделизма и дарвинизма. И во второй половине XX в. эти теории сродни популяционно-генетическому подходу (интерпретации, истолкования).

Логика популяционно-генетического подхода (ПГП) представляется в следующей интерпретации биологической эволюции: генотип – фенотип – адаптация – естественный отбор.

Логика дарвинизма: фенотип – адаптация – естественный отбор – генотип.

С позиций ПГП неверно, что естественный отбор влияет прежде всего на генный материал.

Происхождение жизни на Земле. Происхождение жизни на Земле явилось третьим значительным этапом развития нашей Вселенной и происхождения Земли.

3 мая 1924 г. на собрании Русского ботанического общества ученый-биохимик А.И. Опарин (1894–1980) с новой точки зрения представил проблему возникновения жизни. Его доклад «О возникновении жизни» стал исходной точкой нового взгляда на вечный вопрос о появлении жизни на Земле. Необходимо подчеркнуть, что независимо от Опарина к таким же выводам пришел английский ученый-физиолог Джон Холдейн (1860–1936).

Общим во взглядах Опарина и Холдейна было объяснение возникновения жизни в результате химической эволюции молекул, содержащих углерод. Оба они подчеркивали огромную роль первичного океана как огромной химической лаборатории, в которой образовался так называемый «первичный бульон».

Условия появления жизни. Зарождение жизни не произошло само по себе, а совершилось благодаря определенным внешним условиям, сложившимся к тому времени.

Главные условия возникновения жизни: соответствующая масса и размеры планеты; наличие воды на планете, физико-химические свойства воды: наибольшая теплоемкость, низкая теплопроводность, расширение при замерзании, хороший растворитель и др.; наличие углерода на планете Земля в виде графита и карбидов, из карбидов при их взаимодействии с водой образовывались углеводороды; доступ внешней энергии в разных формах: лучистая энергия Солнца, в частности ультрафиолетовый свет, электрические разряды в атмосфере и энергия природных радиоактивных веществ.

Образование биополимеров — коацерватов. На ранней стадии образования органических веществ из неорганических произошел предварительный отбор химических соединений, т. е. эволюции организмов предшествовала химическая эволюция продолжительностью почти в миллиард лет. В ходе химической эволюции для построения любого сложного соединения живых организмов было отобрано всего лишь 29 составных белков. В число их входят 20 аминокислот, 5 азотистых оснований, глюкоза — источник энергии, жиры — накопитель энергии и материал для мембран клеток.

Первоначально органические вещества находились в морях и океанах в виде растворов («первичный бульон» гидросферы). В них не было какого-либо строения, какой-либо структуры. Но когда подобные органические соединения смешивались между собой, образовывались биополимеры — студенистые образования, *коацерваты*. Коацерваты — мельчайшие капли. В них концентрировались все находящиеся в растворе белковые вещества, но они не обладали важнейшим биологическим свойством воспроизведения себе подобных. Первичная атмосфера Земли содержала в основном метан, аммиак, водяной пар и водород, поэтому бескислородная среда способствовала длительному процессу синтеза биополимеров: кислород, как сильный окислитель, разрушал бы этот процесс.

Позднее образовались *пробионты*, включающие в себя белковые катализаторы и механизм передачи генетической информации — нуклеиновые кислоты как носители этой наследственной информации. Это можно считать моментом возникновения жизни, началом современного разнообразия жизни на Земле.

Коацерватные капельки обладали определенным внутренним строением. Частицы в них были расположены не беспорядочно, а с определенной закономерностью. Любая капелька была способна улавливать из раствора, в котором плавает, те или иные вещества. Они химически присоединялись к веществам самой капельки. Таким образом, в ней протекал процесс роста. Но в любой капельке наряду с ростом происходил и распад. Тот или иной из этих процессов, в зависимости от состава и внутреннего строения капельки, начинал преобладать.

Капельки плавали в растворе разнообразных веществ, улавливали эти вещества и росли за их счет. Скорость роста отдельных капелек была неодинакова. Она зависела от внутреннего строения каждой из них. Если в капельке преобладали процессы разложения, то она распалась. Вещества, ее составляющие, переходили в раствор и поглощались другими капельками. Более или менее длительно существовали лишь те капельки, в которых процессы созидания преобладали над процессами распада.

Таким образом, все случайно возникающие формы организации сами собой выпадали из процесса дальнейшей эволюции материи.

Каждая капелька, отделившись, росла и изменялась самостоятельно. Неудачно организованные капельки погибали, а наиболее совершенные участвовали в дальнейшей эволюции материи. Происходил естественный отбор коацерватных капелек. Научные данные подтверждают, что жизнь возникла не в открытом океане, а в лагунах, где были наиболее благоприятные условия для концентрации органических молекул.

Знание условий, которые способствовали возникновению жизни на Земле, позволяют понять, почему в наше время невозможно появление живых существ из неорганического мира. Теперь живые существа появляются только вследствие размножения.

***Возникновение на Земле простейших живых существ:
прокариотов – эукариотов – одноклеточных***

Первые организмы на Земле – прокариоты – были одноклеточными. Прошли сотни миллионов лет, когда из них образовались эукариоты, т. е. в клетке сформировалось ядро с веществом, содержащим код синтеза белка, ядрышко, находящееся в ядре, и другие структурные элементы.

С появлением эукариот наметилось разделение растительного образа жизни и животного образа жизни, различие между которыми заключается в способе питания и связано с важнейшим для всего живого процессом фотосинтеза. То есть растения и животные были мельчайшими одноклеточными образованиями, подобными живущим в наше время бактериям, сине-зеленым водорослям, амебам.

Вначале пищей для живых существ служили только органические вещества, возникшие из первичных углеводов. В процессе развития у них появилась способность поглощать энергию солнечного луча, разлагать за счет этой энергии углекислоту и строить в своем теле органические вещества. Так возникли простейшие растения – сине-зеленые водоросли. Остатки сине-зеленых водорослей обнаруживаются в древнейших отложениях земной коры.

Другие живые существа сохранили прежний способ питания, но пищей им стали служить первичные растения. Так возникли в своем первоначальном виде животные.

Основные химические элементы, из которых построено все живое, — это *углерод, водород, кислород, азот, сера и фосфор*.

Сера и фосфор присутствуют в относительно малых количествах (десятые доли процентов), но их роль для жизни особенно важна. Сера входит в состав белков, а фосфор — составная часть нуклеиновых кислот.

Возникновение на Земле многоклеточных живых существ. Развитие от первичных пробионтов до аэробных форм потребовало около 3 млрд лет, с момента возникновения наземных растений и животных прошло около 500 млн лет. Птицы и млекопитающие развились от первых наземных позвоночных за 100 млн лет, приматы выделились за 12–15 млн лет, для становления человека потребовалось около 3 млн лет.

Большим событием в истории развития живой природы стало возникновение многоклеточных организмов.

Фотосинтез с появлением на Земле простейших растений сопровождался поступлением в атмосферу кислорода. Предполагается, что нынешнее содержание кислорода в атмосфере (21 %) было достигнуто 250 млн лет назад в результате интенсивного развития растений.

Первые клетки были примитивны и не имели ядра. Но такие клетки существуют и в настоящее время. Удивительно, ведь они появились более 3 млрд лет назад.

Первые клетки были прообразом всех живых организмов: растений, животных, бактерий. Позже, в процессе эволюции, под воздействием дарвиновских законов естественного отбора клетки совершенствовались, и появились специализированные клетки высших многоклеточных растений и животных.

Сложные процессы химической эволюции, переходящей затем в биохимическую и биологическую эволюцию, можно представить в виде схемы:

атомы — простые молекулы — сложные макромолекулы и ультрамолекулярные системы (пробионты) — одноклеточные организмы.

Итак, живой мир сотворен. На это потребовалось более 3 миллиардов лет.

Методические материалы к занятию

1. Тест 5 «Биологическая эволюция материи».
2. Контрольная работа: задача 8.
3. Вопросы к семинару: темы рефератов.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы

1. Используя глоссарий и лекционный материал, сформулировать определения.

Эволюция — это...

Коацерваты — это...

Пробионты — это...

Конвариантная редупликация — это...

Прокариоты и эукариоты — это...

Биоценоз — это...

2. Перечислить основные химические элементы, из которых построено все живое.

3. Заполнить таблицу.

Основные признаки (черты) живого

| Признаки | Сущность (раскрыть кратко) |
|----------|----------------------------|
| | |
| | |
| | |

4. Составить схему эволюции живой материи на Земле, начиная с Большого взрыва и до появления человека разумного.

Рекомендуемая литература

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. — Москва : Высшее образование, 2008. — 335 с. — (Основы наук). — ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Найдыш, В. М. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / В. М. Найдыш. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Альфа-М [и др.], 2007. — 704 с. — ISBN 978-5-98281-102-8.

3. Рузавин, Г. И. Концепции современного естествознания : учебник / Г. И. Рузавин. — Москва : Проспект, 2010. — 280 с. — ISBN 978-5-392-01074-5.

Тема 6. Человек как высший результат эволюции Вселенной

Форма проведения занятия: лекция.

Вопросы для обсуждения

1. Биосфера.
2. Ноосфера.
3. Человек. Происхождение человека.
4. Становление социальных отношений.
5. Концепция коэволюции.

Методические указания по проведению занятия

1. Лекционные занятия проводятся в форме визуальных лекций с использованием презентационного метода.
2. Практические занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме тренинга.
3. Семинарские занятия проводятся с использованием традиционных технологий в форме семинара-дискуссии.

Биосфера

Культура древнего мира не признавала деления на живое и неживое. Все существующее в мире и доступное наблюдению представлялось живым (анимизм). С накоплением опыта общения с природой сформировались представления о границе между живым и неживым.

Живое от неживого можно отделить по следующим признакам: **питание, дыхание, выделение, подвижность и рост, размножение, раздражимость.**

Совокупность растений, животных, грибов и микроорганизмов, населяющих участки суши или водоемов с более и менее однородными условиями существования, называется **биоценозом.**

Отдельные участки земной поверхности с определенными природно-климатическими условиями (географическая среда обитания живых организмов) называют **геоценозами**.

Биоценозы и геоценозы входят в более сложную систему – биогеоценоз (термин В.Н. Сукачева (1880–1967)), или **экосистему** (термин английского ботаника А. Тенсли).

Самый высокий уровень организации жизни на Земле – биосфера.

Под биосферой понимается совокупность всех живых организмов вместе со средой их обитания (вода, нижняя часть атмосферы и верхняя часть земной коры, населенная микроорганизмами).

В совокупности биогеоценоз, или экосистема, – это элементарная ячейка суперсистемы – биосферы.

За все время исторического эволюционного развития Земли на ней возникло и исчезло колоссальное количество различных видов растений и живых организмов (около 500 млн). В настоящее время насчитывается около 1,2 млн видов животных и 0,5 млн видов растений. Минеральных же видов неживой природы насчитывается лишь всего около 10 тыс. видов.

Большое значение для понимания эволюции жизни и функционирования биосферы на Земле имеют работы и идеи выдающегося отечественного ученого В.И. Вернадского (1863–1945). Его учение о биосфере опирается на три им же сформулированных основных биогеохимических принципа.

Биогеохимические принципы В.И. Вернадского

Первый принцип. *Биогенная миграция химических элементов всегда стремится к максимальному значению, но с сохранением постоянной химической основы эволюционных процессов органического мира.*

Вовлекая неорганическое вещество в биотический круговорот, живое способно со временем проникать в ранее недоступные области и увеличивать перерабатывающую активность. Освоение новых областей осуществляется за счет увеличения разнообразия форм живых организмов.

Второй принцип. *Эволюция видов, приводящая к созданию устойчивых форм жизни, идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию составляющих биосферы.*

Появление человека можно считать закономерностью биогеохимического процесса, связанного с резким ростом процесса переработки окружающей среды.

Третий принцип. *Заселение планеты должно быть максимально возможным для всего живого вещества.*

Процесс заселения планеты есть следствие геометрической прогрессии размножения живых организмов. Учитывая исключительно высокие темпы размножения живых организмов, этот принцип можно интерпретировать как *правило полной заселенности Земли* в любое геологическое время.

По современным оценкам, масса всех живых организмов на Земле близка к $5 \cdot 10^{13}$ т. Живое вещество производит на Земле непрерывную работу по переработке своего окружения, по его изменению. Человек также участвует в реализации геохимической функции живого вещества.

В биосфере именно человека учитывают как решающий фактор преобразования органических и неорганических форм. Для удовлетворения своих потребностей человек использует десятки и сотни видов диких живых организмов. С одной стороны, он одомашнил или вывел большое количество животных и культурных видов растений, тем самым значительно увеличив разнообразие органических форм в биосфере. С другой стороны, многие виды животных и растений были подвергнуты им сознательному или несознательному уничтожению. Живая природа не остается нейтральной, живое активно приспосабливается к новым условиям существования и присутствию человека: многие насекомые и грызуны приспособились к ядам, применяемым человеком; популяции и виды приспосабливаются к техногенной и загрязненной среде обитания.

Человек как особая форма разумной жизни способен существовать в целом автономно внутри биосферы, создавая себе техносферу. Если при формировании биосферы все биоценозы лишь поддерживают системную целостность путем обмена веществом и энергией, то человек, помимо этих функций, в первую очередь создает новые искусственные предметы, далеко не все из которых гармонируют с окружающей действительностью. Кроме того, сделанное человеком как правило не способствует созданию новых запасов энергии,

кроме запасов разрушительного характера, ставящих на грань катастрофы само существование жизни как таковой (изобретение ядерного оружия).

В ходе эволюции происходит усиление и развитие взаимозависимости и взаимодействия живого и неживого. Человек начал осознавать, что именно существование жизни на Земле коренным образом изменяет облик нашей планеты.

Ноосфера. Термин «ноосфера» (греч. *noos* — разум) переводится буквально как сфера разума. Впервые его ввел в научный оборот в 1927 г. французский ученый Э. Леруа. Он рассматривал ноосферу как некое идеальное образование, оболочку мысли, окружающую Землю. Учение о ноосфере было сформулировано и в трудах одного из его основателей В.И. Вернадского. Он употребляет понятие «ноосфера» в разных смыслах:

- 1) как состояние планеты, когда человек становится крупнейшей преобразующей геологической силой;
- 2) как область активного проявления научной мысли;
- 3) как главный фактор перестройки и изменения биосферы.

В настоящее время под ноосферой понимается сфера взаимодействия человека и природы, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором развития.

У Вернадского в его учении о биосфере живое вещество преобразует верхнюю оболочку Земли. Постепенно вмешательство человека все увеличивается. Поэтому главной идеей учения Вернадского о ноосфере является идея о том, что человек несет ответственность за эволюцию планеты. Человеку следует соизмерять свои потребности с возможностями биосферы. Воздействие на нее должно быть дозировано.

Сегодня говорить об устойчивой разумной деятельности человека (т. е. о том, что мы достигли состояния ноосферы) оснований нет. Человечеству предстоит решить прежде всего множество проблем человеческого характера, а не природного. А о ноосфере правильнее говорить, как о том идеале, к которому следует стремиться человеку, созвучном с наивной, доброй и такой же далекой мечтой о самом справедливом обществе.

Человек. Происхождение человека

Человек на Земле — самое молодое существо. Если представить историю Земли в рамках одного года, то за четверть часа до Нового года (примерно в 23:45) появляется человек. А вся наша эра занимает только самую последнюю минуту уходящего года (сравнение датского этнографа Й. Бьерре).

Вопрос о месте человечества в истории Земли обязательно переходит в вопрос, касающийся будущей судьбы человека как вида на этой планете.

Единственное определенное утверждение о будущем нашего вида состоит в том, что его существование конечно. Из всех когда-либо существовавших видов 99,999 % исчезло. Среднее время существования рода плотоядных — только 10 млн лет, а среднее время существования вида гораздо короче. Реально жизнь на Земле уже наполовину в прошлом. Она началась, судя по ископаемым, около 3 млрд лет назад, а Солнце примерно через 4 млрд лет превратится в красный гигант и поглотит в своем огне жизнь на Земле и, в конечном счете, и саму Землю.

Но человеческий разум не имеет предела совершенствования и развития. Человечество так или иначе решит проблему собственного выживания. Первым идеологом космического расселения людей в другие звездные миры был русский ученый К.Э. Циолковский.

Открытие, сделанное в 1996 г. американскими исследователями на основании изучения метеорита, имеющего марсианское происхождение и упавшего 13 тыс. лет назад в Сибири, свидетельствует о том, что на Марсе в примитивных формах существовала жизнь. Следовательно, вполне допустимо, что жизнь существует, причем в развитых формах, и в других галактиках. И вполне возможна встреча землян с представителями иных цивилизаций.

Попробуем построить или, точнее, воссоздать **родословное «древо» человека**.

В настоящее время предполагают, что родословное «древо» человека начинается от **дриопитека — настоящей человекообразной обезьяны**, которая появилась на Земле 20 млн лет назад. 14 млн лет назад линия дриопитеков дала три ветви. Одна развилась в предков современных больших обезьян — горилл, шимпанзе и орангутангов.

Другая ветвь привела к так называемым **гигантопитекам** — **громдным обезьянам**. Третья ветвь привела к возникновению **рамапитека**, который, по мнению большинства антропологов, является отдаленным предком человека.

После работ Дарвина положение о животном происхождении человека стало основой теории антропосоциогенеза.

Но, разработав теорию естественного происхождения человека, Дарвин не включил в нее влияние социального фактора на его развитие и не затронул роли труда в процессе.

Согласно мутационной теории эволюции, новые виды возникают скачкообразно, в результате крупных единичных мутаций в генном аппарате (геноме). А это никак не связано с естественным отбором по Дарвину.

В середине XX в. широкое распространение в биологии получил обновленный дарвинизм под названием синтетическая теория эволюции (синтез классического дарвинизма с новейшими достижениями генетики). Но и она подвергается критике. Например, неокатастрофисты полагают, что основное значение в смене форм жизни на Земле имеют массовые вымирания, обусловленные глобальными катастрофами.

Вся цепочка предшественников современного человека, с точки зрения сегодняшнего естествознания, выглядит так:

1. Самый древний известный науке предок человека и высших обезьян — **рамапитек** — жил на территории от Индии до Африки около 14 млн лет назад.
2. Примерно 10 млн лет назад от него отделился предок орангутанга — **сивапитек**, который остался в Азии. Общий же предок гориллы, шимпанзе и человека, по-видимому, обосновался в Африке, поскольку именно там обнаружены древнейшие орудия труда (примерно 2,5 млн лет назад) и остатки жилищ (1,75 млн лет).
3. В Восточной Африке найдены останки «человека умелого» (объем мозга 670 куб. см) — **зинджантропа**, жившего 2 млн лет назад (1960 г., английский археолог Луис Лики).
4. От человека умелого прослеживается связь с древнейшим человекообразным существом — **австралопитеком**, жившим 4–2 млн лет назад.

5. **Питекантроп** (возраст находки — 500 тыс. лет, обнаружена на острове Ява).
6. **Синантроп** — недостающее звено между обезьяночеловеком и неандертальцем. «Китайский человек», или человек выпрямленный, жил на Земле свыше 400 тысяч лет назад.
7. **Неандерталец** (ранняя форма *homo sapiens*), появившийся, по разным данным, от 30 до 40 тыс. лет назад.

В настоящее время в науке можно считать доказанным тот факт, что человек — это законнорожденное дитя биосферы Земли.

Человек как существо биологическое и социальное

Биологическая эволюция, с тех пор как человек выделился из животного мира (35–40 тыс. лет назад), перестала играть решающую роль. Человек эволюционирует благодаря социальной стороне жизни.

Значение естественного отбора резко меняется в жизни человека и животных. У животных естественный отбор — главный фактор эволюции, а у человека его роль заключается в сохранении генофонда, в сдерживании мутаций, отрицательно влияющих на его здоровье. Другими словами, естественный отбор у человека происходит главным образом на уровне зародышевых клеток.

Но меняется ли вместе с социальным обликом человека и его биологическая природа, физический облик, умственные способности?

Физическое здоровье. Существенно увеличилась средняя продолжительность жизни населения (в развитых странах ее уровень 80–90 лет).

Умственные способности. Английский психолог и антрополог Ф. Гальтон (создатель евгеники — теории о наследственном здоровье человека) убежден в том, что интеллект современного человека снижается. Академик Л.П. Татаринов связывает мировую тенденцию снижения общей грамотности населения с недооценкой совершенствования системы воспитания и образования.

Современные биологи и антропологи полагают, что процесс биологической эволюции человека как вида прекратился со временем появления *homo sapiens* (мозг человека не изменился со времени появления *homo sapiens*).

Другими словами, в основе эволюции человека теперь — развитие интеллекта.

Все люди рождаются с одинаковыми генетическими задатками, и главную роль в развитии их способностей играют воспитание и образование. Рожденный человек наследует не сами способности, а лишь их задатки. Но задатки реализуются в том случае, если ребенок с раннего детства находится в общении с людьми в соответствующей социальной среде. Характерные черты человеческого поведения и деятельности приобретаются только через социальное наследование, через передачу социальной программы в процессе воспитания и обучения.

Одна природа вне социальных условий еще не делает человека человеком. Пример — дети-Маугли.

Становление социальных отношений. Если в биологическом мире опыт передается через естественный отбор, то накопленный в процессе труда опыт, т. е. социальный опыт, надо передавать каждый раз заново от одной особи к другой, от одного поколения к другому. Трудовые навыки не закрепляются генетически, и каждое новое поколение должно усваивать опыт предыдущих поколений, чтобы получить возможность эффективно трудиться.

Социальная активность имеет определенные предпосылки в стадах обезьян. Стадо обезьян — это некоторая предсоциальная структура, в которой каждая особь занимает свое особое место. Прежде всего существуют отношения доминирования и подчинения. Есть вожак, и ему все подчиняются. Есть рядовые взрослые, юноши, дети, и у каждого своя форма поведения, выход за рамки которой наказуем. Кроме того, в стадах обезьян немало отношений, выражающих сотрудничество и взаимопомощь. В то же время в стадах приматов между отдельными особями проявляются антипатия, враждебность и др., но они не являются определяющими.

В первую очередь происходит становление технологических отношений, связанных с разделением производственного цикла на ряд операций.

Определенный тип технологического разделения труда складывается в связи с охотой. Как показывают археологические данные, охота была ведущей формой деятельности человека. Если при охоте

на мелких животных было достаточно прямого поражения жертвы с помощью ударов твердым предметом с близкого расстояния, то охота на крупных животных предполагала применение методов непрямого поражения жертвы (загоны в болото, в ямы, с обрыва и др.). Здесь требовалась определенная «стратегия поведения», коллективная организация, пока, конечно, примитивная. Кроме того, на такой охоте разделение труда было связано также с преследованием, загонем и поражением жертв: одни члены стада оставались в группе загона, другие — в группе поражения жертв и т. д. Охота как форма первобытной деятельности имела коллективный характер.

Наряду с технологическим формируется и социальное разделение труда. Это значит, что каждая группа определенного возраста и пола имела свои функции в хозяйственном механизме первобытного стада: одни в основном охотились (большинство мужчин), другие (преимущественно женщины) занимались собирательством, обработкой пищи, уделяли больше внимания детям; пожилые изготавливали орудия труда. Естественное разделение труда становится мощным фактором повышения производительности труда и постепенно утверждается, трансформируясь в ранние формы экономических отношений (обмена продуктами и результатами труда).

Распределение продуктов тоже носило коллективный характер. В отличие от животных, прежде всего хищников, человек не поедает добычу на месте, а доставляет к местам обитания, где она делилась между всеми членами стада. Это, конечно, не исключало драк, борьбы за пищу, самок, конфликтов и пр.

Формирование разделения труда, первичных производственных отношений происходило параллельно ограничению биологических инстинктов, через их подчинение. Первобытное стадо было эндогамной группой, т. е. брачные отношения осуществлялись между родственниками. В силу законов генетики это тормозило развитие физической природы человека и могло привести к его вырождению.

Дальнейшее развитие общества было возможно только при том условии, что биологические инстинкты будут поставлены под контроль. Так образовалась исторически первая форма социальной организации брачных отношений — дуально-родовой брак. Это завершило становление социальных начал.

Создание родового общества (35—40 тыс. лет назад) означало полную победу социальных факторов развития человека над биологическими, завершение антропосоциогенеза.

Генезис сознания и языка. Важной стороной антропосоциогенеза являлся генезис сознания. Носителем сознания выступает человек, обладающий мозгом. Сознание формируется только в системе социального общения людей и поэтому носит социально-исторический характер. Сознание позволяет человеку познавать окружающий мир, регулировать свою деятельность. Основой сознания является мышление.

Генезис сознания носит естественно-исторический характер. Сознание складывалось на базе высокоразвитой психики животных — высших приматов.

Основные предпосылки генезиса сознания:

- 1) увеличение размеров и качественное изменение мозга высших приматов;
- 2) трудовая, практическая деятельность;
- 3) развитие социальных отношений, разделение труда, коллективность;
- 4) развитие коммуникативной, сигнальной деятельности, языка, речи.

Основой генезиса сознания является обобщение результатов действий по производству орудий труда (удар одним камнем по другому дает совсем иной результат, чем удар камнем по дереву: так проявляется объективное свойство твердости).

Это объясняет, почему труд является основой сознания, познания, мышления.

Когда мы говорим, что человек обладает сознанием, то прежде всего подразумеваем, что человек познает мир, обладает определенной системой знаний.

Знания — это выраженные в определенной системе знаков (слово, навык, жест, схема и др.) обобщенные элементы сознания, благодаря которым различаются вещи объективного мира, их существенные и несущественные свойства, сам человек и его отношение к внешнему миру.

Система знаний складывается в историческом опыте человечества.

На начальных этапах сознание было **предметно-действенным**. В сознании еще не воспроизводилась закономерная связь между началом, процессом и результатом обработки предмета труда, поскольку логика отсутствовала. Для производства орудий труда требовалось осуществление действий одного типа — скалывание заготовки отбойником. Орудия были однотипны и приспособлялись не к объекту, а к человеку.

Качественное изменение характера труда и сознания связано с переходом к многозвенной структуре трудового процесса. Процесс производства разделился на два этапа: на первом изготавливались заготовки для орудий, на втором они превращались в собственно орудия. Вместе с этим возрастали опыт, квалификация, навыки работников, вырабатывались более совершенные приемы использования орудий труда, улучшалась организация труда, развивалось разделение труда.

При этом происходит развитие сознания, и непосредственным носителем мысли становится язык.

Предметно-действенное сознание сменяется мифологическим. Обобщение мира происходит в форме не предметных действий, а идеальных чувственных образов.

Генезис языка. Исходной предпосылкой формирования человеческого языка являлись виды коммуникации животных:

- зрительно-двигательная, жестовая (позы, жесты, движения, выражающие страх, угрозу, подчинение и др.), действующая только при дневном свете и в пределах видимости;
- обонятельная (с помощью запахов);
- звуковая коммуникация (имеет ряд несомненных преимуществ: звуки дифференцированы и выражают широкий спектр эмоциональных состояний; звуковой сигнализации не мешает темнота; она воспринимается практически мгновенно).

У человекообразных обезьян и первобытных людей в зачаточной форме сосуществовали два типа языка — **первичный и вторичный**.

Первичный язык развивался на основе зрительно-двигательной (жестовой) коммуникации и выражал информацию об эмоциональном состоянии и поведенческих установках особи.

Вторичный язык формировался на базе звуковой коммуникации, в основе которой были эмоционально окрашенные крики, не сопровождавшиеся видимым возбуждением.

Обучение обезьян языку глухонемых показало, что обезьяны способны понимать значения символов языка, оперировать ими и даже создавать новые значения, а также понимать устную речь человека.

На начальных этапах антропосоциогенеза преимущество получила зрительно-двигательная, жестовая коммуникация.

Но язык жестов является несовершенной формой коммуникации. Поскольку жест осуществлялся с помощью рук, то он не всегда был возможен (когда руки просто заняты). Жестовый язык не стал полноценным вторым. Главная роль отводилась звуковой коммуникации.

Так, если у человекообразных обезьян было 20–30 сигналов, то у австралопитеков их могло быть уже несколько десятков и даже свыше сотни.

Язык развивался вместе с развитием речи. Можно предположить, что членораздельная речь возникла в эпоху формирования питекантропа. В его речи присутствовали щелкающие и носовые звуки. Но в целом в речи питекантропов и синантропов еще велика доля жестовой коммуникации, а речевые акты подобны телеграфному стилю.

Переход от диалогической к монологической речи и далее — к внутренней речи (проговариванию про себя) осуществлялся в эпоху неандертальцев. Правда, были затруднения с произнесением отдельных гласных. Постепенно формировались простейшие грамматические и синтаксические основы языка, появилась монологическая речь, расширялась лексика.

Генезис сознания, становление языка и речи завершились при переходе к первобытно-общинному строю.

Концепция коэволюции

Современное естествознание вводит новое понятие — «коэволюция», означающее взаимное приспособление видов.

Решающую роль играет не борьба за существование, а взаимопомощь различных видов, в том числе и не связанных между собой генетическими узами.

Критика дарвинизма велась со дня его возникновения. Русский ученый и революционер П.А. Кропоткин придерживался точки зрения, в соответствии с которой взаимопомощь является более важным фактором эволюции, чем борьба. Как химическая эволюция — результат взаимодействия химических элементов, так, по аналогии, биологическая эволюция может рассматриваться как результат взаимодействия организмов. Удивительная согласованность всех видов жизни есть следствие коэволюции.

Концепция коэволюции хорошо объясняет эволюцию в системе «хищник — жертва» как постоянное совершенствование и того, и другого компонентов системы. В системе «паразит — хозяин» естественный отбор должен вроде бы способствовать выживанию менее опасных для хозяина паразитов и более устойчивых к паразитам хозяев (резистентных). Но так происходит не всегда.

Концепция коэволюции объясняет и факты альтруизма у животных: заботу о детях, устранение агрессивности путем демонстрации «умиротворяющих поз», повиновение вожакам, взаимопомощь в трудных ситуациях и т. п.

Глобальные экологические проблемы в системе «человек — общество — биосфера»

Большинство ученых задумываются не о том, какое будущее ожидает человечество, а о последствиях загрязнения биосферы различного рода отходами, повышения уровня радиации, об увеличении мутационной опасности химических загрязнителей и т. п. Угроза дальнейшему существованию человека связана с его культурой бытия.

В мире ежегодно добывают 3,5 млрд тонн нефти, 4,5 млрд тонн каменного и бурого угля. Такие объемы потребления стали показывать ограниченные возможности природных комплексов погло-

щать и нейтрализовывать отходы человеческой жизнедеятельности. Человек активно вмешивается и перестраивает естественные биогеохимические циклы. Загрязнение природы следует расценивать как величайшее нарушение природного порядка.

Глобальные проблемы:

1. **Усиленный рост потребностей человечества**, как следствие — истощение природных ресурсов.

2. Особой проблемой становятся **новые тенденции развития семьи и семейных отношений** (как социальную аномалию следует рассматривать семьи нетрадиционного типа, в принципе неспособные к продолжению рода), нищета и антисанитария планетарного масштаба.

3. Глобальная **компьютерная революция** стимулирует лавинообразный рост научно-технического развития. Обилие информации ведет к возникновению синдрома информационной усталости, а также к различным психическим расстройствам.

4. Глобальной проблемой становится **общее потепление климата** от сжигания топлива и выделения в атмосферу углекислого газа, истощение озонового слоя, препятствующего распространению до поверхности Земли космического излучения, катастрофический дефицит пресной воды, которая составляет всего 2 % всех водных запасов Земли.

Человечество подошло к черте, после которой должно начаться развитие по новому направлению. Принципиальным требованием новой технологической парадигмы будет не просто защита природы от техногенного воздействия, а совмещение техники с законами саморегулируемых систем.

Методические указания по выполнению самостоятельной работы

1. Рассчитать гравитационную плотность ρ для Солнца ($6,96 \cdot 10^8$ м; $1,99 \cdot 10^{30}$ кг). Может ли Солнце быть кандидатом в «черную дыру»? Объем шара: $V = 4/3 \pi R^3$.

2. Плотность потока излучения звездного неба около $2 \cdot 10^{-6}$ Вт/м². Оценить температуру внутригалактической пыли.

3. Записать химические реакции следующих процессов: фотосинтеза, фотолиза паров воды, свободного кислорода.

4. Постоянная Хаббла по современным оценкам принимается равной $75 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$. Каков в этой связи возраст нашей Вселенной?

5. Рассчитать вторую космическую скорость для небесных объектов, если известны их радиус и плотность: Юпитера ($7,01 \cdot 10^7 \text{ м}$; $1,33 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$), Луны ($1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$; $3,34 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Рекомендуемая литература

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. — Москва : Высшее образование, 2008. — 335 с. — (Основы наук). — ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Найдыш, В. М. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / В. М. Найдыш. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Альфа-М [и др.], 2007. — 704 с. — ISBN 978-5-98281-102-8.

Модуль 2. ТЕСТЫ

Тест 1. Наука как особая сфера культуры

1. Естествознание изучает

- 1) физические, химические и т. п. явления
- 2) мир как он есть, независимо от человека
- 3) Вселенную
- 4) все сущее

2. Какие концепции естествознания являются современными?

- 1) Концепции науки Нового времени
- 2) Все
- 3) Концепции физики
- 4) Концепции XX века

3. Что такое НТР?

- 1) Революция в науке
- 2) Революция в технике
- 3) Эпоха в развитии человечества
- 4) Слияние науки и техники для улучшения жизни людей

4. НТР происходит

- 1) во всем мире
- 2) в западных странах
- 3) в странах, совершающих экономический скачок
- 4) только в науке и технике

5. Из диалектически связанных черт науки наиболее выражают суть науки

- 1) универсальность и фрагментарность
- 2) систематичность и завершенность
- 3) преемственность и критичность
- 4) рациональность и чувственность

6. Что означает афоризм К. Гаусса «Вот мой результат, но я пока не знаю, как его получить»?

- 1) Разрыв между практикой и теорией в математике
- 2) Результат должен быть обоснован
- 3) Это шутка
- 4) Мысль обгоняет деятельность

7. Каково основное содержание следующей фразы: «Искусство – это я, наука – это мы» (К. Бернар)?

- 1) Люди искусства эгоистичны
- 2) Ученые в большей степени преданы науке, чем люди искусства последнему
- 3) Искусство субъективно, а наука объективна
- 4) Произведения искусства создаются одиночками, а научные теории – коллективами

8. Каковы причины тесной связи науки и техники?

- 1) Сообща оказывают влияние на мировоззрение человека
- 2) Срослись в единую систему в результате изменения воздействия человека на природу
- 3) Вместе разрушают природную среду
- 4) Произошло случайное соединение науки и техники

9. «Две культуры» в книге Ч. Сноу – это

- 1) научная и техническая культуры
- 2) научная и художественная культуры
- 3) естественно-научная и гуманитарная культуры
- 4) гуманитарная и техническая культуры

10. Наука была «служанкой богословия»

- 1) в Античности
- 2) в средневековой Европе
- 3) в исламском мире
- 4) в Европе XIX в.

11. «Книга природы написана языком математики» (Галилей), потому что

- 1) математика – это самая краткая форма записи законов
- 2) это единственный язык, который понимают все ученые
- 3) математические формулы отражают реальные природные закономерности
- 4) это многоплановый символический язык

12. Почему К. Поппер назвал науку «третьим миром»?

- 1) Потому что она возникла третьей после философии и религии
- 2) По аналогии с миром природы и миром человека
- 3) По важности среди других отраслей культуры
- 4) По важности в сравнении с миром природы и миром человека

13. Фальсификация в науке означает

- 1) ложные направления и теории
- 2) метод опровержения теорий
- 3) заведомый обман научной общественности
- 4) подтасовку научных данных

14. Научный факт отличается от эмпирического тем, что

- 1) он воспроизводим в любом месте в любое время любым человеком
- 2) он нуждается в повторении
- 3) эмпирический факт есть результат непосредственных ощущений органов чувств, а научный может быть получен только с помощью приборов
- 4) научный факт получают в результате экспериментов

15. Верификация – это

- 1) сравнение
- 2) опровержение
- 3) подтверждение
- 4) замена теории

16. Эмпирическое обобщение – это

- 1) несколько фактов
- 2) всё, что входит в практику науки
- 3) обобщение научных фактов
- 4) все главные эксперименты данной науки

17. Эксперимент как метод науки впервые появился

- 1) в Древней Греции
- 2) в Китае в VII в.
- 3) в Персии в X в.
- 4) в Западной Европе XVI–XVII вв.

18. Афоризмом «Метод – это циркуль» Ф. Бэкон хотел сказать, что

- 1) метод ограничивается возможностью выбора объектов
- 2) он уравнивает возможности исследователей
- 3) он направляет работу ученого
- 4) он защищает от неправильного выбора

19. Что означает фраза Н. Винера «Знание законов биржи разрушает биржу»?

- 1) Субъективность гуманитарных законов
- 2) Плохую работу биржи
- 3) Гуманитарное познание может познать мир
- 4) Зависимость законов от времени

20. В чем заключается смысл фразы А. Пуанкаре «В науке интерес представляют лишь исключения»?

- 1) Исключения становятся основой новых гипотез и теорий
- 2) Ученых к новым необычным фактам толкает любопытство
- 3) Ученые – оригиналы, поэтому и ценят всё новое
- 4) Они расширяют сферу познавательных возможностей науки

Тест 2. Предмет и структура естествознания

1. Причины возникновения науки в Западной Европе в Новое время заключаются в том, что

- 1) европейская культура соединяет в себе рациональность и чувственность
- 2) христианство стимулировало развитие определённого типа мышления
- 3) быстрое увеличение численности европейцев подталкивало развитие промышленной техники, а следом и науки
- 4) произошла случайность, наука могла возникнуть и на Востоке

2. Когда в ответ на вопрос: «Почему в вашей концепции нет места для Бога?» могла быть произнесена следующая фраза ученого-астронома: «Я не нуждаюсь в этой гипотезе!»?

- 1) В Античности
- 2) В Новое время
- 3) В XX в.
- 4) В Средневековье

3. Динамика развития науки — это

- 1) накопление знаний
- 2) логика развития науки
- 3) чередование гипотез и теорий
- 4) нормальное развитие науки

4. Наука сформировалась

- 1) в Древней Греции
- 2) в Европе в XVI–XVIII вв.
- 3) в Европе в XIII–XV вв.
- 4) в Древнем Риме

5. Науку от обыденного познания отличает

- 1) актуальность объекта познания
- 2) достоверность полученных знаний
- 3) значимость результатов познания
- 4) используемый язык

6. В научном исследовании выделяются

- 1) созерцательный и эмпирический уровни
- 2) созерцательный и концептуальный уровни
- 3) эмпирический и теоретический уровни
- 4) теоретический и концептуальный уровни

7. Дифференциация естественных наук начала происходить на стадии

- 1) натурфилософии
- 2) аналитического естествознания
- 3) синтетического естествознания
- 4) интегрального естествознания

8. Совокупным объектом естествознания является

- 1) Земля
- 2) Галактика
- 3) природа
- 4) географическая оболочка Земли

9. Теория – это

- 1) предположительное знание, которое носит вероятностный характер
- 2) истинное, доказанное, подтвержденное знание о сущности явлений
- 3) утверждение, раскрывающее общие связи изучаемых явлений

10. Классификация – это

- 1) установление сходства и различия признаков исследуемых объектов
- 2) объединение различных признаков исследуемых объектов
- 3) отнесение объектов к определенному классу явлений

Тест 3. Современная естественно-научная картина мира и перспективы развития естествознания в XXI веке

1. Космология – это

- 1) раздел астрологии
- 2) раздел космонавтики
- 3) ненаучная форма познания Вселенной
- 4) второе название космогонии

2. Малые планеты, входящие в Солнечную систему, – это

- 1) метеоры
- 2) спутники
- 3) астероиды
- 4) кометы

3. Наиболее крупная единица измерения космических расстояний — это

- 1) парсек
- 2) астрономическая единица
- 3) световой год
- 4) километр

4. Вселенная однородна, поскольку она

- 1) расширяется
- 2) имеет одинаковые свойства во всех точках
- 3) имеет одинаковые свойства во всех направлениях
- 4) находится в горячем состоянии

5. Возраст Вселенной исчисляется

- 1) со времени образования галактик
- 2) со времени образования Солнечной системы
- 3) с момента Большого взрыва
- 4) с начала фазы инфляции

6. Наша Галактика имеет форму

- 1) спиральную
- 2) эллиптическую
- 3) шаровидную
- 4) неправильную

7. Где в нашей Галактике располагается Солнечная система?

- 1) В плоскости, перпендикулярной галактической
- 2) У галактической плоскости
- 3) На периферии Галактики
- 4) Положение пока не выяснено

8. Квазары — это

- 1) новые звёзды
- 2) двойные звёзды
- 3) мощные источники радиоизлучения во Вселенной
- 4) малые галактики — спутники нашей Галактики

9. Звёзды состоят преимущественно

- 1) из водорода и азота
- 2) из гелия и кислорода
- 3) из водорода и гелия
- 4) из гелия и азота

10. Новые звёзды образуются

- 1) из межзвёздного вещества
- 2) из двойных звёзд
- 3) из красных карликов
- 4) из переменных звёзд

11. Основным свойством современной картины мира является

- 1) трехмерность
- 2) относительность субъекта и объекта
- 3) эволюционность
- 4) относительность пространства и времени

12. Мегамир — это

- 1) мир элементарных частиц
- 2) звездные системы, галактики, планеты
- 3) мир живых организмов
- 4) ближайшая к нам часть космоса

13. Кварк — это

- 1) мельчайшая из известных частиц
- 2) единица измерения энергии
- 3) пучок света
- 4) пучок электронов

14. Какие черты современной науки противоречат ее сути?

- 1) Агрессивность
- 2) Этическая нейтральность
- 3) Осознание ответственности
- 4) Экологизация

15. Физический вакуум – это

- 1) особый вид материи, обеспечивающий физические взаимодействия материальных объектов
- 2) основной вид материи, обладающий массой
- 3) низшее энергетическое состояние квантового поля

16. Сильное взаимодействие обеспечивает

- 1) связь нуклонов в ядре
- 2) химическое превращение веществ
- 3) распад элементарных частиц

17. Какие элементарные частицы не относятся к адронам?

- 1) Протоны
- 2) Нейтроны
- 3) Электроны
- 4) Нуклоны

18. Специальная теория относительности (СТО) решает задачи

- 1) классической механики
- 2) абсолютности пространства и времени
- 3) приспособления пространственно-временной метрики к современной физике
- 4) неинерциальных систем отсчета

19. Энтропия – это

- 1) внутренняя энергия системы
- 2) количество теплоты, которое идет на совершение механической работы
- 3) термодинамическая функция состояния, которая характеризует часть внутренней энергии системы, способной преобразовываться в механическую работу, мера хаоса, которая в состоянии теплового равновесия достигает своего максимального значения

20. Корпускулярно-волновой дуализм – это

- 1) теория квантования физических величин
- 2) постулат о том, что всем микрочастицам одновременно присущи и корпускулярные, и волновые свойства
- 3) квантово-релятивистские представления о физической реальности на основе СТО и ОТО Эйнштейна

Тест 4. Космологические концепции и эволюционная физика

1. Сингулярность — это

- 1) «черная дыра»
- 2) сверхплотная материя
- 3) начальное состояние Вселенной, характеризующееся бесконечной плотностью массы и бесконечной кривизной
- 4) Большой взрыв

2. «Красное смещение» — это

- 1) понижение частот электромагнитного излучения, идущего от звёзд
- 2) излучение красных гигантов
- 3) изменение излучения, идущего от ядер галактик
- 4) особое излучение самых дальних звезд

3. Принцип нестационарности Вселенной следует

- 1) из движения планет и звезд
- 2) из расширения Вселенной
- 3) из искривленности пространства
- 4) из гипотезы о ее рождении

4. Что является экспериментальным подтверждением модели Большого взрыва и расширения Вселенной?

- 1) «Красное смещение»
- 2) Реликтовое излучение
- 3) Эволюция звезд
- 4) Точка сингулярности

5. Что рождается в недрах галактик?

- 1) Свет
- 2) Тепло
- 3) Водород
- 4) Углерод

6. Что такое «черные дыры»?

- 1) Места выделения энергии
- 2) Места поглощения энергии
- 3) Пустоты в космосе
- 4) Образования с неизвестными свойствами

7. Что служит строительным материалом в создании космических тел во Вселенной?

- 1) Кварки
- 2) Элементарные частицы
- 3) Атомы кислорода
- 4) Газопылевые туманности

8. Геохимия изучает

- 1) геохимические процессы, происходящие в недрах и на поверхности Земли
- 2) геохимические процессы в атмосфере Земли
- 3) радиоактивное излучение Земли
- 4) химическую эволюцию Земли

9. Что такое абсолютное пространство и время?

- 1) Нечто непознаваемое
- 2) Нечто, существующее независимо ни от чего
- 3) Неизменное
- 4) Находящееся за пределами восприятия

10. Что означает принцип относительности в физике?

- 1) Законы физики имеют одинаковую форму во всех инерциальных системах
- 2) Пространство и время относительны
- 3) Пространство искривлено
- 4) Законы относительны, так как они содержат лишь часть истины

11. Что абсолютно в теории относительности?

- 1) Пространство
- 2) Законы
- 3) Скорость света
- 4) Пространственно-временной континуум

12. Что такое корпускулярно-волновой дуализм?

- 1) Разложимость света
- 2) Двойственность в поведении объектов микромира
- 3) Несовпадение свойств у одной и той же элементарной частицы, полученной на разных ускорителях
- 4) Разные типы элементарных частиц

13. Какое физическое взаимодействие в природе самое слабое?

- 1) Электромагнитное
- 2) Слабое
- 3) Гравитационное
- 4) Сильное

14. Что такое соотношение неопределённостей?

- 1) Не существует состояний, в которых и местоположение, и количество движения частиц определимы
- 2) Невозможно узнать траекторию движения частиц
- 3) Невозможно узнать скорость движения частиц
- 4) Свободные проявления частицами самых разных свойств

15. Что такое индетерминизм?

- 1) Двойственность
- 2) Связь объекта с субъектом
- 3) Независимость
- 4) Нарушение принципа причинности

16. Что такое бифуркация?

- 1) Момент выхода сложной системы из состояния равновесия
- 2) Момент рождения новой системы из хаоса
- 3) Хаотическое состояние сложной системы
- 4) Распад сложной системы

17. Синергетика – это

- 1) взаимодействие сложных систем
- 2) наука о поведении сложных систем
- 3) наука об эволюции неживой материи
- 4) наука о взаимодействиях в природе

18. Что изучает химия?

- 1) Неживую природу
- 2) Химические элементы
- 3) Атомы
- 4) Молекулярный уровень материи

19. Модель атома создана

- 1) Ф. Жолио-Кюри
- 2) Д. Менделеевым
- 3) Э. Резерфордом
- 4) В. Гейзенбергом

20. Основоположником биогеохимии является

- 1) Н.Н. Семёнов
- 2) В.И. Вернадский
- 3) Д.И. Менделеев
- 4) К.М. Докучаев

Тест 5. Биологическая эволюция материи

1. Первичная атмосфера древней Земли состояла

- 1) из водорода, кислорода, углерода
- 2) из аммиака, углекислого газа, кислорода
- 3) из азота, кислорода, углекислого газа
- 4) из аммиака, метана, углекислого газа

2. Самые древние организмы Земли были похожи на современные

- 1) вирусы
- 2) сине-зеленые водоросли
- 3) бактерии, живущие на большой глубине океана
- 4) амёбы

3. Ген — это

- 1) мутация
- 2) закон наследственности
- 3) часть ДНК, отвечающая за синтез одного белка
- 4) признак, приобретенный при жизни организма

4. Генетика – это наука

- 1) об эволюции клеток
- 2) о вирусах и бактериях
- 3) о мутации
- 4) о наследственности

5. Что такое репликация?

- 1) Удвоение ДНК
- 2) Деление клеток
- 3) Синтез белков
- 4) Фотосинтез

6. Генная инженерия занимается

- 1) выращиванием целого организма из одной клетки
- 2) мутациями
- 3) переносом генов от одного организма к другому
- 4) клонированием

7. Синтетическая теория эволюции отличается от теории Ч. Дарвина

- 1) признанием мутации основным источником изменчивости
- 2) отказом от идеи естественного отбора
- 3) признанием синтетического влияния разнообразных факторов на генотип
- 4) отказом от идеи борьбы за существования

8. Коэволюция – это

- 1) выживание наиболее приспособленной группы
- 2) эволюция популяции
- 3) взаимное приспособление взаимодействующих видов
- 4) конкуренция любых совместно проживающих групп

9. Сукцессия – это

- 1) рост разнообразия видов
- 2) эволюция экосистем
- 3) борьба за существование
- 4) ненаправленные изменения экосистемы

10. В результате эволюции экосистем происходит

- 1) вымирание побежденных
- 2) борьба за зоны обитания
- 3) снижение видового разнообразия
- 4) увеличение видового разнообразия

11. Биосфера есть

- 1) область распространения жизни
- 2) все живые организмы Земли
- 3) биогеоценоз
- 4) совокупность разных экосистем

12. Основной принцип, заложенный в учении В.И. Вернадского о биосфере, – это

- 1) принцип эволюции
- 2) принцип непрерывности жизни
- 3) принцип единства живого и неживого
- 4) принцип распространения жизни

13. Бихевиоризм – это

- 1) учение о формировании условных рефлексов
- 2) процесс в сложных живых процессах
- 3) философское учение в Древней Греции
- 4) одно из направлений психоанализа

14. Основным инстинктом в природе является

- 1) половой инстинкт
- 2) инстинкт самосохранения
- 3) инстинкт агрессии
- 4) инстинкт голода

15. Социобиология – это

- 1) наука о поведении социальных животных
- 2) наука об экономических и социальных связях в обществе
- 3) наука о влиянии наследственных особенностей на поведение людей
- 4) наука о влиянии общества на природу

16. Какой тип отбора формирует эгоистическое поведение?

- 1) Родственный отбор
- 2) Групповой отбор
- 3) Социокультурный отбор
- 4) Индивидуальный отбор

17. Выберите эволюционный ряд «человека разумного».

- 1) Синантроп, неандерталец, кроманьонец
- 2) «Человек умелый», «человек прямоходящий», кроманьонец
- 3) Австралопитек, неандерталец, кроманьонец
- 4) «Человек умелый», «человек прямоходящий», неандерталец, кроманьонец

18. Основной социальный фактор становления человека – это

- 1) прямохождение
- 2) изготовление орудий
- 3) речь
- 4) абстрактное мышление

19. Пассионарий – это

- 1) тип созвездия
- 2) тип личности
- 3) первобытный человек
- 4) глава рода

20. Психоанализ – это

- 1) учение о психических возможностях человека
- 2) одно из направлений психологии, занимающееся изучением бессознательного в человеке
- 3) методика лечения психически больных людей
- 4) анализ инстинктивных проявлений

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Общие требования к оформлению контрольной работы

Каждая задача должна начинаться с нового листа.

Решение проводить с использованием Международной системы измерений (СИ).

Каждая задача должна содержать:

- номер задачи (в соответствии с методическим пособием);
- полностью, без сокращений, дословно переписанное условие задачи из методического пособия;
- краткое «Дано» (с отражением скрытых данных задачи и констант, необходимых при решении задачи) и вопрос задачи;
- перевод в систему СИ;
- рисунок, чертеж;
- решение задачи в общем виде;
- краткие пояснения по ходу решения задачи;
- выделенную(ые) рамкой общую(ие) формулу(ы);
- проверку размерности;
- подстановку в общую формулу числовых данных и вычисления;
- записанный ответ.

На страницах тетради оставлять поля для замечаний преподавателя.

Окончательный ответ следует записывать с точностью, заданной числовыми данными в задаче.

При записи ответа числовые значения записываются в виде произведения десятичной дроби с одной цифрой перед запятой и соответствующей степени десяти.

Пример 1. Число 250 938 должно быть записано в виде: $2,5 \cdot 10^5$.

Пример 2. Число 0,0029 должно быть записано в виде: $2,9 \cdot 10^{-3}$.

Если контрольная работа при проверке не зачтена, студент представляет ее на повторную проверку, включив в нее только те задачи, решения которых оказались неверными. Работа представляется на повторную проверку вместе с незачтенной работой и без представления ранее не зачтенной работы к проверке не принимается.

Задачи

Задача 1. Определить энергию, получаемую за время t площадью S освещенной Солнцем поверхности планет Солнечной системы или звезд нашей галактики (при нормальном падении лучей). Температура поверхности Солнца равна 6000 К, диаметр Солнца – $1,39 \cdot 10^6$ км, расстояние от Солнца до планеты (или звезды) – r . Поглощением энергии в атмосфере пренебречь.

| Номер варианта | Планета Солнечной системы (звезда) | r , км | t | S , м ² |
|----------------|------------------------------------|---------------------|-------|----------------------|
| 1 | Меркурий | $5,8 \cdot 10^7$ | 1 с | 1 |
| 2 | | | 1 мин | 100 |
| 3 | Венера | $1,08 \cdot 10^8$ | 1 с | 1 |
| 4 | | | 1 мин | 100 |
| 5 | Земля | $1,5 \cdot 10^8$ | 1 с | 1 |
| 6 | | | 1 мин | 100 |
| 7 | Марс | $2,28 \cdot 10^8$ | 1 с | 1 |
| 8 | | | 1 мин | 100 |
| 9 | Юпитер | $7,78 \cdot 10^8$ | 1 с | 1 |
| 10 | | | 1 мин | 100 |
| 11 | Сатурн | $1,426 \cdot 10^9$ | 1 с | 1 |
| 12 | | | 1 мин | 100 |
| 13 | Уран | $2,87 \cdot 10^9$ | 1 с | 1 |
| 14 | | | 1 мин | 100 |
| 15 | Нептун | $4,5 \cdot 10^9$ | 1 с | 1 |
| 16 | | | 1 мин | 100 |
| 17 | Плутон | $5,9 \cdot 10^9$ | 1 с | 1 |
| 18 | | | 1 мин | 100 |
| 19 | α Центавра | $4 \cdot 10^{13}$ | 1 ч | 100 |
| 20 | | | 1 мин | 2500 |
| 21 | α Большого Пса | $8,1 \cdot 10^{13}$ | 1 ч | 100 |
| 22 | | | 1 мин | 2500 |
| 23 | α Орла | $1,5 \cdot 10^{14}$ | 1 ч | 100 |
| 24 | | | 1 мин | 2500 |
| 25 | α Ориона | $6 \cdot 10^{15}$ | 1 ч | 100 |
| 26 | | | 1 мин | 2500 |
| 27 | β Близнецов | $3,2 \cdot 10^{14}$ | 1 ч | 100 |
| 28 | | | 1 мин | 2500 |

Задача 2. Энергия фотона, соответствующего длине волны λ и частоте излучения ν , равна ϵ , масса фотона – m , импульс – p . Найти неизвестные величины в нужном варианте задания.

| Номер варианта | λ , м | ν , Гц | ϵ , Дж | m , кг | p , кг · м/с |
|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | $1,6 \cdot 10^{-12}$ | ? | ? | ? | ? |
| 2 | ? | $5 \cdot 10^{18}$ | ? | ? | ? |
| 3 | ? | ? | $4 \cdot 10^{-14}$ | ? | ? |
| 4 | ? | ? | ? | $6 \cdot 10^{-31}$ | ? |
| 5 | ? | ? | ? | ? | $2 \cdot 10^{-21}$ |
| 6 | $5 \cdot 10^{-10}$ | ? | ? | ? | ? |
| 7 | ? | 3×10^{15} | ? | ? | ? |
| 8 | ? | ? | $2 \cdot 10^{-12}$ | ? | ? |
| 9 | ? | ? | ? | $4 \cdot 10^{-32}$ | ? |
| 10 | ? | ? | ? | ? | $5 \cdot 10^{-20}$ |
| 11 | $2,5 \cdot 10^{-11}$ | ? | ? | ? | ? |
| 12 | ? | $8 \cdot 10^{14}$ | ? | ? | ? |
| 13 | ? | ? | $7 \cdot 10^{-13}$ | ? | ? |
| 14 | ? | ? | ? | $2 \cdot 10^{-30}$ | ? |
| 15 | ? | ? | ? | ? | $9 \cdot 10^{-19}$ |
| 16 | $8 \cdot 10^{-9}$ | ? | ? | ? | ? |
| 17 | ? | $2 \cdot 10^{16}$ | ? | ? | ? |
| 18 | ? | ? | $3 \cdot 10^{-15}$ | ? | ? |
| 19 | ? | ? | ? | $8 \cdot 10^{-33}$ | ? |
| 20 | ? | ? | ? | ? | $6 \cdot 10^{-22}$ |
| 21 | $4 \cdot 10^{-13}$ | ? | ? | ? | ? |
| 22 | ? | $7 \cdot 10^{17}$ | ? | ? | ? |
| 23 | ? | ? | $9 \cdot 10^{-16}$ | ? | ? |
| 24 | ? | ? | ? | $3 \cdot 10^{-31}$ | ? |
| 25 | ? | ? | ? | ? | $4 \cdot 10^{-23}$ |
| 26 | $9 \cdot 10^{-8}$ | ? | ? | ? | ? |
| 27 | ? | $4 \cdot 10^{19}$ | ? | ? | ? |
| 28 | ? | ? | $5 \cdot 10^{-17}$ | ? | ? |

Задача 3. В радиоактивном веществе с постоянной распада λ и периодом полураспада T за время t распалось k ядер их первоначального количества. Среднее время жизни радиоактивного ядра равно τ . Найти неизвестные величины в нужном варианте задания в таблице.

| Номер варианта | λ , лет ⁻¹ | T , лет | t | k , % | τ |
|----------------|-------------------------------|-----------|----------------------|---------|-------------|
| 1 | 0,0546 | ? | 10 лет | ? | ? |
| 2 | ? | ? | ? | 26,2 | 65,8 сут |
| 3 | 0,0565 | ? | ? | 36,36 | ? |
| 4 | ? | 5,26 | 4 года | ? | ? |
| 5 | ? | 86 | ? | 43,12 | ? |
| 6 | ? | ? | 16 лет | ? | 25,4 года |
| 7 | ? | ? | 1 год | 64,46 | ? |
| 8 | 0,3466 | ? | 2,5 года | ? | ? |
| 9 | ? | ? | ? | 43,73 | 43,3 года |
| 10 | 0,0433 | ? | ? | 47,77 | ? |
| 11 | ? | 5 730 | 3000 лет | ? | ? |
| 12 | ? | 17,6 | ? | 44,62 | ? |
| 13 | ? | ? | 10 ⁴ лет? | ? | 34 625 лет |
| 14 | ? | ? | 100 сут | 43,75 | ? |
| 15 | 0,1318 | ? | 5 лет | ? | ? |
| 16 | ? | ? | ? | 51,71 | 5,5 лет |
| 17 | $8,06 \cdot 10^{-3}$ | ? | ? | 53,50 | ? |
| 18 | ? | 30 | 25 лет | ? | ? |
| 19 | ? | 12,7 | ? | 58,26 | ? |
| 20 | ? | ? | 100 сут | ? | 105,3 сут |
| 21 | ? | ? | 200 сут | 38,63 | ? |
| 22 | 0,2666 | ? | 3 года | ? | ? |
| 23 | ? | ? | ? | 51,32 | 8266,6 года |
| 24 | 0,025 | ? | ? | 52,76 | ? |
| 25 | ? | 16 | 20 лет | ? | ? |
| 26 | ? | 2,6 | ? | 60,67 | ? |
| 27 | ? | ? | 200 сут | ? | 238 сут |
| 28 | ? | ? | 300 сут | 49,66 | ? |

Задача 4. Определить возраст археологических находок из древесины и древней ткани, если активность образцов по изотопу ^{14}C составляет β активности образцов из свежих растений. Период полураспада изотопа ^{14}C равен 5730 лет.

| Номер варианта | Образец из древней древесины β , % |
|----------------|---|
| 1 | 80 |
| 2 | 60 |
| 3 | 40 |
| 4 | 20 |
| 5 | 10 |
| 6 | 5 |
| 7 | 2 |
| 8 | 1 |
| 9 | 0,8 |
| 10 | 0,6 |
| 11 | 0,4 |
| 12 | 0,2 |
| 13 | 0,05 |
| 14 | 0,01 |
| | Образец из древней ткани |
| 15 | 98 |
| 16 | 96 |
| 17 | 94 |
| 18 | 92 |
| 19 | 90 |
| 20 | 88 |
| 21 | 86 |
| 22 | 84 |
| 23 | 82 |
| 24 | 80 |
| 25 | 78 |
| 26 | 76 |
| 27 | 74 |
| 28 | 72 |

Задача 5. Красная граница фотоэффекта равна λ_0 , максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона W_{\max} . При этом доля энергии фотона, израсходованная на работу вырывания фотоэлектрона, составляет k . Найти неизвестную величину в нужном варианте задания в таблице.

| Номер варианта | λ_0 , мкм | W_{\max} , эВ | k |
|----------------|-------------------|-----------------|------|
| 1 | 0,66 | 0,5 | ? |
| 2 | 0,473 | | ? |
| 3 | 0,276 | | ? |
| 4 | 0,545 | | ? |
| 5 | 0,621 | ? | 0,9 |
| 6 | | ? | 0,8 |
| 7 | | ? | 0,7 |
| 8 | | ? | 0,6 |
| 9 | ? | 0,767 | 0,75 |
| 10 | ? | 0,465 | |
| 11 | ? | 1,48 | |
| 12 | ? | 0,637 | |
| 13 | 0,5176 | 0,074 | ? |
| 14 | | 0,209 | ? |
| 15 | | 0,327 | ? |
| 16 | | 0,457 | ? |
| 17 | 0,887 | ? | 0,8 |
| 18 | 0,776 | ? | |
| 19 | 0,276 | ? | |
| 20 | 0,234 | ? | |
| 21 | ? | 0,65 | 0,95 |
| 22 | ? | | 0,85 |
| 23 | ? | | 0,75 |
| 24 | ? | | 0,70 |
| 25 | 0,472 | 0,054 | ? |
| 26 | 0,621 | 0,105 | ? |
| 27 | 0,262 | 0,772 | ? |
| 28 | 0,776 | 0,478 | ? |

Задача 6. Чему равна длина волны, соответствующая максимуму излучательной способности абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре T излучающего тела? В какой области спектра находится максимум излучательной способности?

| Номер варианта | Излучающее тело | T , К |
|----------------|---|----------------|
| 1 | Поверхность Солнца | 5800 |
| 2 | Железо при температуре плавления | 1803 |
| 3 | Спираль электрической лампы | 2300 |
| 4 | Поверхность Земли | 300 |
| 5 | Корпус ракеты при взлете | 1100 |
| 6 | Поверхность звезд «белых карликов» | 104 |
| 7 | Алюминий при температуре плавления | 932 |
| 8 | Вода при температуре кипения | 373 |
| 9 | Атомная бомба в момент взрыва | 107 |
| 10 | Пламя спиртовой горелки | 1400 |
| 11 | Расплавленное олово при пайке | 505 |
| 12 | Поверхность «красных» звезд | 3000 |
| 13 | Дуговой разряд при электросварке | 4250 |
| 14 | Латунь при температуре плавления | 1173 |
| 15 | Человеческое тело | 310 |
| 16 | Поверхность «желтых» звезд | 6000 |
| 17 | Вн. поверхность ствола пушки при выстреле | 500 |
| 18 | Платина при температуре плавления | 2043 |
| 19 | Поверхность металла при ковке | 900 |
| 20 | Вода при температуре замерзания | 273 |
| 21 | Плавильная печь (через смотровое окно) | 1600 |
| 22 | Медь при температуре плавления | 1373 |
| 23 | Поверхность «голубых» звезд | $3 \cdot 10^4$ |
| 24 | Горячий утюг | 450 |
| 25 | Пламя газовой горелки | 2000 |
| 26 | Камера сгорания ракетного двигателя | 3300 |
| 27 | Свинец при температуре плавления | 600 |
| 28 | Поверхность редких «горячих» звезд | 105 |

Задача 7. В течение какого-то времени некоторое космическое тело движется в направлении, совпадающем с направлением движения Земли по орбите, со скоростью v относительно Земли. С космического тела в направлении движения вылетают частицы со скоростью u' относительно этого тела, скорость же частиц относительно Земли равна u . Найти неизвестные величины в нужном варианте задания в таблице.

| Номер варианта | v , м/с | u' , м/с | u , м/с |
|----------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | 10^7 | $-8 \cdot 10^7$ | ? |
| 2 | $2 \cdot 10^7$ | $-9 \cdot 10^7$ | ? |
| 3 | $5 \cdot 10^7$ | -10^8 | ? |
| 4 | $2 \cdot 10^8$ | $-5 \cdot 10^7$ | ? |
| 5 | $5 \cdot 10^6$ | ? | $1,45 \cdot 10^7$ |
| 6 | 10^7 | ? | $1,1 \cdot 10^7$ |
| 7 | $5 \cdot 10^7$ | ? | $5,967 \cdot 10^7$ |
| 8 | 10^8 | ? | $1,421 \cdot 10^8$ |
| 9 | ? | $1,5 \cdot 10^8$ | $2,143 \cdot 10^8$ |
| 10 | ? | $1,2 \cdot 10^8$ | $1,807 \cdot 10^8$ |
| 11 | ? | $9 \cdot 10^7$ | $1,25 \cdot 10^8$ |
| 12 | ? | $7,5 \cdot 10^7$ | $1,37 \cdot 10^8$ |
| 13 | $1,25 \cdot 10^8$ | $8 \cdot 10^7$ | ? |
| 14 | $1,5 \cdot 10^8$ | $7 \cdot 10^7$ | ? |
| 15 | $1,75 \cdot 10^8$ | $6 \cdot 10^7$ | ? |
| 16 | $2 \cdot 10^8$ | $5 \cdot 10^7$ | ? |
| 17 | $9 \cdot 10^7$ | ? | $-3,41 \cdot 10^7$ |
| 18 | $8 \cdot 10^7$ | ? | $-5,653 \cdot 10^7$ |
| 19 | $7 \cdot 10^7$ | ? | $-9,057 \cdot 10^7$ |
| 20 | $6 \cdot 10^7$ | ? | $-8,8235 \cdot 10^7$ |
| 21 | ? | $-9 \cdot 10^7$ | $2,247 \cdot 10^7$ |
| 22 | ? | $-2 \cdot 10^8$ | $-3,333 \cdot 10^7$ |
| 23 | ? | -10^8 | $-5,59 \cdot 10^6$ |
| 24 | ? | $-7,5 \cdot 10^7$ | $5,58 \cdot 10^7$ |
| 25 | $-1,2 \cdot 10^8$ | $2,5 \cdot 10^8$ | ? |
| 26 | $-1,4 \cdot 10^8$ | $1,5 \cdot 10^8$ | ? |
| 27 | $-1,6 \cdot 10^8$ | $9,5 \cdot 10^7$ | ? |
| 28 | $-1,8 \cdot 10^8$ | $8,5 \cdot 10^7$ | ? |

Задача 8. Найти изменение энтропии при переходе вещества массой m из одного состояния в другое.

| Номер варианта | Вид перехода | m , кг | t_1 , °C | t_2 , °C |
|----------------|--|----------|------------|------------|
| 1 | Лед при температуре t_1 в воду при температуре t_2 | 1,0 | -10 | 40 |
| 2 | | 0,5 | -20 | 20 |
| 3 | | 2,0 | -30 | 60 |
| 4 | | 1,0 | -40 | 80 |
| 5 | Ртуть при t_1 в пар при t_2 , нагреваемый при постоянном давлении | 0,005 | 200 | 450 |
| 6 | | 0,01 | 100 | 500 |
| 7 | | 0,001 | 20 | 400 |
| 8 | | 0,02 | 300 | 550 |
| 9 | Расплавленный свинец при температуре плавления в твердое вещество при темпе- ратуре t_2 | 0,1 | ? | 20 |
| 10 | | 0,3 | ? | 100 |
| 11 | | 0,2 | ? | 300 |
| 12 | | 0,5 | ? | 0 |
| 13 | Пар при t_1 , охлаждаемый при постоянном объеме, в воду при t_2 | 0,1 | 150 | 20 |
| 14 | | 0,2 | 200 | 40 |
| 15 | | 0,5 | 120 | 60 |
| 16 | | 1,0 | 180 | 80 |
| 17 | Олово в твердом состоянии при t_1 в расплав при температу- ре плавления | 0,1 | 20 | ? |
| 18 | | 0,2 | 0 | ? |
| 19 | | 0,5 | 100 | ? |
| 20 | | 1,0 | 200 | ? |
| 21 | Спирт при t_1 в пар при температуре кипения | 0,05 | 0 | ? |
| 22 | | 0,1 | 20 | ? |
| 23 | | 0,01 | 40 | ? |
| 24 | | 0,2 | 60 | ? |
| 25 | Расплавленный цинк при температуре плавления в твердое вещество при t_2 | 1,0 | ? | 300 |
| 26 | | 0,8 | ? | 100 |
| 27 | | 0,5 | ? | 0 |
| 28 | | 0,2 | ? | 20 |

Задача 9. Ядро содержит p протонов и n нейтронов. Определить, какому химическому элементу принадлежит данное ядро, записать его символ с указанием массового и зарядового чисел. Определить приблизительный радиус ядра химического элемента и его удельную энергию связи, если масса атома равна m_a .

| Номер варианта | p | n | $m_a, \text{ а. е. м.}$ |
|----------------|-----|-----|-------------------------|
| 1 | 6 | 6 | 12,0000 |
| 2 | 16 | 20 | 35,9671 |
| 3 | 18 | 18 | 35,9675 |
| 4 | 10 | 10 | 19,9924 |
| 5 | 14 | 14 | 27,9769 |
| 6 | 18 | 22 | 39,9624 |
| 7 | 7 | 8 | 15,0001 |
| 8 | 19 | 21 | 39,9640 |
| 9 | 20 | 20 | 39,9626 |
| 10 | 6 | 7 | 13,0034 |
| 11 | 10 | 11 | 20,9938 |
| 12 | 18 | 20 | 37,9627 |
| 13 | 20 | 23 | 42,9588 |
| 14 | 14 | 15 | 28,9765 |
| 15 | 8 | 9 | 16,9991 |
| 16 | 14 | 16 | 29,9738 |
| 17 | 20 | 26 | 45,9537 |
| 18 | 7 | 7 | 14,0031 |
| 19 | 22 | 24 | 45,9526 |
| 20 | 10 | 12 | 21,9914 |
| 21 | 23 | 27 | 49,9472 |
| 22 | 24 | 26 | 49,9461 |
| 23 | 22 | 28 | 49,9448 |
| 24 | 8 | 8 | 15,9949 |
| 25 | 22 | 26 | 47,9479 |
| 26 | 8 | 10 | 17,9992 |
| 27 | 20 | 28 | 47,9525 |
| 28 | 24 | 28 | 51,9405 |

Задача 10. Записать в полной форме уравнение ядерной реакции. Определить неизвестный элемент или частицу в нужном варианте задания в таблице. Вычислить энергию, выделяемую в результате ядерной реакции.

| Номер варианта | Сокращенная форма записи ядерной реакции |
|----------------|--|
| 1 | $^{14}\text{N} (? , p) ^{17}\text{O}$ |
| 2 | $^2\text{H} (d, n) ?$ |
| 3 | $^9\text{Be} (d, 2\alpha) ?$ |
| 4 | $^6\text{Li} (? , p) ^7\text{Li}$ |
| 5 | $^9\text{Be} (\alpha, ?) ^{12}\text{C}$ |
| 6 | $^2\text{H} (d, ?) ^3\text{H}$ |
| 7 | $^{35}\text{Cl} (n, ?) ^{35}\text{S}$ |
| 8 | $? (p, \alpha) ^4\text{He}$ |
| 9 | $? (\alpha, n) ^{30}\text{P}$ |
| 10 | $^3\text{H} (d, n) ?$ |
| 11 | $^{56}\text{Fe} (d, ?) ^{54}\text{Mn}$ |
| 12 | $^7\text{Li} (? , n) 2^4\text{He}$ |
| 13 | $^{10}\text{B} (\alpha, n) ?$ |
| 14 | $^3\text{H} (^3\text{H}, 2n) ?$ |
| 15 | $^{95}\text{Mo} (? , n) ^{96}\text{Tc}$ |
| 16 | $? (d, \alpha) ^4\text{He}$ |
| 17 | $^{24}\text{Mg} (d, \alpha) ?$ |
| 18 | $^3\text{He} (? , p) ^4\text{He}$ |
| 19 | $? (p, n) ^{113}\text{Sn}$ |
| 20 | $^{65}\text{Cu} (d, 2n) ?$ |
| 21 | $^7\text{Li} (p, ?) ^4\text{He}$ |
| 22 | $^3\text{He} (? , 2p) ^4\text{He}$ |
| 23 | $^{54}\text{Fe} (n, p) ?$ |
| 24 | $^{32}\text{S} (? , p) ^{32}\text{P}$ |
| 25 | $^6\text{Li} (p, ?) ^3\text{He}$ |
| 26 | $^6\text{Li} (n, \alpha) ?$ |
| 27 | $? (p, \alpha) ^{22}\text{Na}$ |
| 28 | $^{14}\text{N} (n, p) ?$ |

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

(рекомендуем для обсуждения на семинарах)

1. Первобытное познание и культура. Мифологическая картина мира.
2. Становление цивилизации и развитие рациональных знаний.
3. Возникновение письменности.
4. Астрология как феномен древней культуры.
5. Математические знания древнего Востока.
6. Древнейшие цивилизации Европы.
7. Проблема познания внешнего мира древнегреческими философами.
8. Фалес Милетский — «первый европейский ученый».
9. Гераклит, его учение о безостановочной изменчивости вещей.
10. Пифагор и его мировоззренческое кредо «Все есть число».
11. Апории Зенона.
12. Платон и его Академия.
13. Атомистическое учение Демокрита.
14. Физика и космология Аристотеля.
15. «Начала» Евклида — образец классического математического знания.
16. Универсальная ученость Эратосфена.
17. Геоцентрическая система Птолемея.
18. Александрийская школа: развитие античной теоретической и прикладной механики.
19. Античные воззрения на органический мир.
20. Теория теплорода.
21. Изобретение паровой машины и ее применение.
22. Электрическая природа молнии. Шаровая молния.
23. Закон сохранения и превращения энергии (Р. Майер, Г. Гельмгольц, Дж. Джоуль).
24. Концепции пространства и времени: неевклидовы геометрии.
25. Космогония Канта — Лапласа.
26. Возникновение и развитие научной химии.
27. Волновая теория света.
28. Дарвиновская научная революция.

29. Состояние физической науки на рубеже XIX—XX вв.
30. Физика и философия Эрнста Маха.
31. Теория флуктуаций М. Смолуховского.
32. Статистическая механика Гиббса.
33. История открытия восьмой большой планеты Солнечной системы.
34. Истоки возникновения астрофизики и ее роль в зарождении новых физических теорий.
35. Дарвиновская теория естественного отбора.
36. Учение о наследственности — генетика.
37. Открытие живой клетки. Создание клеточной теории как крупнейшее достижение биологии в XIX в.
38. Методологическая основа современного естествознания. Принцип глобального эволюционизма. Синергетика как теория самоорганизации.
39. Наука и научный метод. Принципы, критерии и нормы научности знания.
40. Основные этические ценности науки. Актуальность этики науки.
41. Научное познание, его уровни и критерии.
42. Научные революции.
43. Модели построения научного знания. Общие модели развития науки.
44. Основные критерии науки как социального явления.
45. Мифологическое видение мира. Хаос и космос в древнегреческих мифах.
46. Античная наука. Первая естественно-научная проблема и естественно-научные программы познания природы.
47. Познавательные традиции Средневековья: схоластика, натуральная магия, алхимия. Свободные искусства Средневековья.
48. Возникновение новоевропейской науки: Коперник, Кеплер, Декарт, Галилей, Ньютон.
49. Открытие законов движения земных и небесных тел. Ньютоновская модель Вселенной.
50. Центральное понятие термодинамики. Понятие о «тепловой смерти» Вселенной.
51. Открытие явлений с волновой природой.
52. Скорость света и открытие способов ее определения.

53. Полевая концепция Фарадея и Максвелла.
54. Возникновение и развитие научной химии.
55. Концепция трансформизма. Ламаркизм, катастрофизм и униформизм.
56. Концепция дарвинизма.
57. Учение Аристотеля и Демокрита о материи и ее форме. Перво-материя.
58. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира.
59. Механическая картина мира.
60. Электродинамическая картина мира.
61. Квантово-полевое представление микромира. Корпускулярно-волновой дуализм.
62. Представления о современной естественно-научной картине мира.
63. Общие контуры эволюции Вселенной.
64. Что представляла собой химия эпохи Средневековья?
65. Какова роль теории флогистона в становлении химии? Ученый, отвергнувший эту теорию, и его первая систематика химических элементов.
66. Период становления классической химии: открытие важнейших стехиометрических (греч. *stoicheion* – элемент) законов.
67. Период эволюции классической химии: ее теоретическая основа.
68. С чем связывают научную революцию химического знания первой трети XX в.?
69. «Физический химизм» современной химии.
70. Назвать четыре «концептуальные системы химических знаний» и дать краткую характеристику каждой.
71. Синтез каучука во взаимосвязи с этапами развития концепций в химии.
72. Назвать основоположника системного подхода в химии. Дать краткую характеристику разработанной им системы химических элементов.
73. Открытие первого химического элемента. Сколько химических элементов известно современной науке?
74. Проблемы органического синтеза.
75. Проблемы химических процессов. Синтез аммиака.

76. В чем главная проблема эволюционной химии? Перспективные пути развития эволюционной химии, потенциальные возможности эволюционной химии.
77. Химический состав и распределение химических элементов на начальном этапе истории Земли. При наличии какой химической группы происходило в основном накопление органических молекул (первый этап биогенеза)?
78. Какие условия на планете способствовали возникновению сложных органических соединений (второй этап биогенеза)? Привести примеры этих соединений.
79. Роль кислорода в процессе химической эволюции на определенном этапе истории Земли.
80. Образование «первичного бульона» на Земле и его роль в образовании сложных органических соединений — коацерватов.
81. Вода. Гидросфера. Вода и жизнь.
82. Происхождение человека и общества.
83. Планетные экологические проблемы.
84. Классификация животных и растений К. Линнея.
85. Изменчивость видов по Ламарку.
86. Теория эволюции Ч. Дарвина.
87. Синтетическая теория эволюции.
88. Учение о наследственности.
89. Молекулярная биология.
90. Эволюция одноклеточных и многоклеточных организмов.
91. Эволюция растительного мира в истории Земли.
92. Эволюция животного мира в истории Земли.
93. Теория катастроф.
94. Черные дыры.
95. Естественно-научные модели происхождения жизни.
96. Происхождение и эволюция человека (антропосоциогенез).
97. «Золотое сечение» и гармония процессов в неживой и живой природе.
98. Современная естественно-научная картина мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горелов, А. А. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для вузов / А. А. Горелов. — Москва : Высшее образование, 2008. — 335 с. — (Основы наук). — ISBN 978-5-9692-0203-0.
2. Найдыш, В. М. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / В. М. Найдыш. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Альфа-М [и др.], 2007. — 704 с. — ISBN 978-5-98281-102-8.
3. Рузавин, Г. И. Концепции современного естествознания : учебник / Г. И. Рузавин. — Москва : Проспект, 2010. — 280 с. — ISBN 978-5-392-01074-5.
4. Бортников, С. П. Концепции современного естествознания : учеб.-метод. комплекс / С. П. Бортников, Р. А. Браже, Р. М. Мефтахутдинов ; Ульяновский государственный технический университет. — Ульяновск : УлГТУ, 2005. — 165 с. — ISBN 5-89146-685-6.
5. Бочкарев, А. И. Методические рекомендации к семинарским занятиям по дисциплине «Концепции современного естествознания» : для студентов гуманитарных и социально-экономических специальностей / А. И. Бочкарев ; Волжский университет им. В. Н. Татищева. — Тольятти : Волжский университет им. В. Н. Татищева, 1996. — 37 с.
6. Гусейханов, М. К. Концепции современного естествознания : учебник для вузов / М. К. Гусейханов, О. Р. Раджабов. — Москва : Дашков и К, 2004. — 691 с. — ISBN 5-94798-158-0.

ГЛОССАРИЙ

Абиогенез — гипотеза о происхождении жизни, возникновении живого из неживого.

Абиогенный (абиогенная эволюция, абиогенное вещество) — неживой, небиологического происхождения.

Абсолютно черное тело — объект, полностью поглощающий падающее на него электромагнитное излучение. Такими свойствами обладает отверстие в непрозрачном полем теле.

Абстрактный — отвлеченный.

Автоингибиторы — вещества, сами по себе снижающие скорость химических реакций, подавляющие активность ферментов.

Автокатализ — ускорение химической реакции одним из участвующих в ней веществ, играющим роль катализатора.

Автотрофы — организмы, осуществляющие синтез необходимых для жизни веществ из простых неорганических молекул. Синтез может осуществляться за счет солнечной энергии (фотосинтез) и за счет химических реакций (хемосинтез).

Адаптация — приспособление. В биологии — приспособление строения и функций организмов к условиям существования, в физиологии — привыкание.

Адгезия (лат. — прилипание) — поверхностное сцепление.

Аддитивность (лат. — прибавляемый) — свойство, показывающее, что значение величины, соответствующее целому, равно сумме величин, соответствующих его частям.

Аденин — пуриновое основание, содержится во всех живых организмах в составе нуклеиновых кислот, одна из четырех «букв» генетического кода.

Аденозин — нуклеотид, состоящий из основания аденина и моносахарида рибозы.

Аденозинтрифосфат (АТФ) — нуклеотид, образованный аденозином и 3 остатками фосфорной кислоты. Во всех живых организмах выполняет роль универсального аккумулятора энергии.

Адиабатический процесс — термодинамический процесс в отсутствие обмена теплом между системой и внешней средой.

Адроны (греч. — сильный) — элементарные частицы, участвующие в сильных взаимодействиях.

Аккреция (лат. — приращение) — гравитационный захват вещества и последующее падение звезды на космическое тело, при которых выделяется гравитационная энергия и происходит увеличение величины или массы чего-либо.

Аксиома — исходное положение, принимаемое без логических доказательств.

Аксон (греч. — ось) — отросток нейрона, проводящий нервный импульс от тела клетки к иннервируемым органам.

Активность — способность среды изменять параметры порядка.

Активная среда — вещество, в котором распределение частиц не является равновесным. В лазерной физике — среда, усиливающая лазерное излучение.

Алгоритм (лат., транслитерация имени арабского математика аль Хорезми) — код, принцип, набор правил или система операций, предписывающие в определенном порядке действия и позволяющие чисто механически решать любую задачу из класса однотипных задач.

Аллели — альтернативные варианты существования одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках (локусах) парных хромосом. Определяют варианты развития одного и того же признака.

Альбедо (лат. — белизна) — величина, характеризующая способность поверхности тела отражать падающий на нее поток электромагнитного излучения или частиц.

Амилаза — фермент, катализирующий гидролитическое расщепление полисахаридов у всех живых существ.

Аминогруппа — боковая группа аминокислоты, которая образуется из простой молекулы аммиака.

Аминокислота — органическое химическое соединение, содержащее аминогруппу NH_2 и карбоксильный радикал органических солей COOH . Служит основным элементом построения растительных и животных белков, играет важную роль в жизни организмов.

Амплитуда (греч. — величина) — наибольшее отклонение величины параметра, изменяющейся по периодическому закону.

Анабиоз (греч. — оживление) — состояние организма, при котором жизненные процессы резко замедляются, что способствует выживанию его в неблагоприятных условиях.

Анаэроб — организм, способный жить в отсутствие атмосферного кислорода.

Анаэробный (греч. — без воздуха) — характеристика процесса, происходящего в отсутствие кислорода.

Ангстрем — единица длины. $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м} = 0,1 \text{ нм}$.

Анизотропия (греч. — неравное направление) — изменение свойств по разным направлениям в пространстве.

Аннигиляция (лат. — превращение в ничто, исчезновение) — один из видов превращения элементарных частиц при столкновении с античастицей в другие частицы. Например, при аннигиляции пары «электрон — позитрон» возникают фотоны. При аннигиляции должны выполняться законы сохранения.

Аномалия — отклонение от нормы.

Антибиотики — органические вещества, образуемые микроорганизмами и обладающие способностью убивать микробов и избирательным ингибирующим действием на живые клетки.

Антивещество — вещество, состоящее из античастиц.

Антигены — чужеродные молекулы, с которыми могут связываться антитела.

Антитела — иммуноглобулины плазмы крови человека и теплокровных животных, препятствующие размножению микроорганизмов, вызывающих отравление организма.

Античастицы — элементарные частицы, масса, спины и время жизни которых точно равны этим же параметрам частицы, а электрический заряд и магнитный момент и некоторые другие характеристики (барионный лептонный заряды, странность и др.) равны, но отличаются по знаку. Все элементарные частицы, кроме фотонов нейтральных.

Анаболизм (греч. — подъем) — химический процесс, в котором простые вещества образуют более сложные, накапливая при этом энергию. В биологии — процесс в живом организме, направленный на образование и обновление структуры клеток и тканей.

Аналогия (греч.) – соответствие, сходство предметов (явлений, процессов); позволяет переносить знание с изученного объекта на неизученный при сходстве пионов и мезонов (для них античастицы тождественны с частицей). При взаимодействии частицы и античастицы происходит аннигиляция.

Антропный принцип – рассмотрение законов Вселенной и ее строения на основе того, что познание ведется человеком разумным. Природа такова, как она есть, только потому, что в ней живет человек. Антропный принцип не противоречит возможности жизни на других космических объектах, но в другом для нас виде.

Антропогенез – эволюция происхождения и формирования человека.

Антропогенный – связанный с человеком, возникший в результате человеческой деятельности.

Антропоморфизм – уподобление человеку, наделение человеческими качествами и свойствами (например, сознанием) предметов и явлений неживой природы, небесных тел, животных и мифических существ (например, богов).

Ароморфизм (греч. – поднимать форму) – усложнение организации и функций живых организмов в процессе эволюции.

Артефакт (лат. – искусственно сделанное) – процесс (или образование), несвойственный изучаемому объекту в норме и возникающий в процессе его исследования. Может быть фактом, созданным искусственно в силу недостаточного осмысления. В настоящее время к артефактам относят паранормальные явления.

Асимптотический процесс (греч. – несовпадающий) – процесс, неограниченно приближающийся к какой-то закономерности.

Ассимиляция (лат. – уподобление, слияние) – усвоение, слияние. В биологии – усвоение питательных веществ живыми клетками, анаболизм.

Аттрактор (англ. – притягивать) – точка равновесия, к которой «притягиваются» фазовые траектории, определяемые детерминированными начальными условиями, и которая является обобщением понятия равновесия, определяет относительную устойчивость состояния системы. Аттрактор можно рассматривать как конечное состояние развития диссипативной структуры.

Аура (греч. — веяние) — своеобразные кратковременные зрительные, слуховые, эмоциональные и другие ощущения и переживания; светящаяся оболочка вокруг тела человека, имеющая определенную цветовую окраску в зависимости от физического и психического состояния; особая атмосфера, образующаяся вокруг людей или вещей, как бы создаваемая или излучаемая ими, биоэнергетическая оболочка живых существ.

Аэроб — организм, способный жить только в присутствии кислорода.

Аэробный — характеристика организма, способного существовать только в присутствии кислорода. Аэробы — организмы, которые могут существовать только при наличии свободного молекулярного кислорода. К ним относятся человек, животные, растения, а также многие микроорганизмы.

Бактерии — группа микроскопических, преимущественно одноклеточных, организмов, обладающих клеточной стенкой, но не имеющих ядра и размножающихся делением.

Барионы (греч. — тяжелый) — элементарные частицы, относящиеся к классу адронов, с полуцелым спином и массой не меньше массы протона.

Барстеры — вспыхивающие рентгеновские источники с периодом повторения вспышек от нескольких часов до нескольких дней.

Бартер — прямой товарообмен на безвалютной основе.

Бастард — гибрид от межвидовых и межродовых скрещиваний животных.

Белки — макромолекулы, состоящие из большого числа аминокислот, соединенных пептидными связями.

Белая дыра — гипотетический небесный объект, обращенный во времени гравитационный коллапс. В противоположность черной дыре вещество, первоначально находящееся в белой дыре, расширяется с течением времени и выходит из-под гравитационного радиуса белой дыры. Можно представить, что белые и черные дыры находятся в пространствах с разной мерностью.

Биогенез — образование органических соединений живыми организмами; процесс возникновения, зарождения живого. По этой концепции все живое рождается только от живого.

Биогенетический закон — эмпирическое обобщение, согласно которому индивидуальное развитие особи (онтогенез) является повторением важнейших этапов эволюции (филогенез) групп, к которой эта особь относится. Открыт Э. Геккелем в 1866 г.

Биогенный — происходящий от живого организма, связанный с ним.

Биогены — вещества, в том числе химические элементы, абсолютно необходимые для существования живых организмов и обязательно входящие в их состав.

Биогеоценоз — определенный участок земной поверхности с определенным составом живых и косных компонентов в динамическом взаимодействии между ними.

Биокатализ — процесс ускорения свойственных живой природе химических процессов в присутствии катализаторов.

Биокосное вещество — вещество, содержащееся в почвах и горных породах.

Биологическое время — внутреннее время живого организма, связанное с цикличностью жизненных ритмов организма.

Биологическое узнавание — химический процесс присоединения определенных биомакромолекул с помощью ферментов.

Биополимеры — высокомолекулярные природные соединения (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и их производные). Являются структурной основой живых организмов и играют определяющую роль в процессах жизнедеятельности.

Биосфера — область распространения активной жизни на Земле, включая атмосферу, гидросферу и литосферу, заселенная живыми организмами.

Биота (греч. — жизнь) — исторически сложившаяся совокупность видов растений, животных и микроорганизмов на определенной территории. В отличие от биоценоза может характеризоваться отсутствием экологических связей между видами.

Биоэтика — сфера исследований, сформировавшаяся на стыке философии, биологии, этики, медицины и т. д. как реакция на новые проблемы жизни и смерти (аборт, клон и т. д.). Этика взаимодействия человека с живой природой.

Биоценоз (греч. — общий) — совокупность животных, растений и микроорганизмов, населяющих участок среды с однородными условиями жизни (луг, озеро, берег реки и т. д.) и характеризующихся определенными отношениями между собой и приспособляемостью к внешней среде.

Биотоп — участок земной поверхности (суши или водоема) с однотипными условиями среды, занятый биоценозом; естественное, относительно однородное жизненное пространство биоценоза.

Биофизика — раздел физики, изучающий физические и физико-химические явления в биологических объектах и фундаментальные процессы, лежащие в основе живой природы. Оформилась в 1961 г.

Бит (англ. — двоичный) — двоичная единица измерения количества информации.

Бифуркационная диаграмма — зависимость одной из величин, характеризующая ее поведение или изменение, от какого-либо параметра.

Бифуркационное дерево — схема ветвления бифуркаций.

Бифуркация (лат. — раздвоение) — критическая пороговая точка, в которой происходит качественное изменение поведения объекта; точка ветвления траектории движения (изменения) неравновесной системы в момент ее структурной перестройки. В точках бифуркации система находится одновременно как бы в двух состояниях и предсказать ее детерминированное поведение невозможно.

Бихевиоризм — наука о поведении; одно из направлений психологии, считающее предметом исследования не сознание, а поведение в виде совокупности двигательных и эмоциональных реакций на условия внешней среды.

Близкодействие — передача взаимодействия посредством полей от точки к точке с конечной скоростью, не превышающей скорость света в вакууме.

Бозон — элементарная частица с целым спином, подчиняющаяся статистике Бозе — Эйнштейна.

Бытие — философское понятие, означающее существующий независимо от сознания объективный мир, материю.

Вакуоли — полости в животных и растительных клетках.

Вакуум (лат. — пустота) — пространство, в котором отсутствуют реальные частицы и выполняется условие минимума плотности энергии в данном объеме. В квантовой теории поля — наименьшее энергетическое состояние.

Валентность (лат. — сила) — способность атома к образованию химических связей с другими атомами, определяемая количеством электронов на внешней оболочке.

Вариационный принцип исчисления — нахождение экстремальных значений переменных величин (функционалов), зависящих от одной или нескольких функций.

Вектор (лат. — несущий) — отрезок определенной длины и направления, в общем смысле — физические (или любые другие) величины, зависящие от направления; характеризуются величиной, направлением и точкой начала (приложения) вектора.

Верифицируемость — эмпирическое подтверждение теоретических данных науки путем сопоставления их с чувственными данными, экспериментами.

Вероятность — числовая характеристика возможности появления какого-либо случайного события при тех или иных условиях.

Вещество — некая субстанция, представляющая вид материи и состоящая из дискретных образований, обладающих массой покоя, в том числе из неделимых элементарных частиц, обладающих физическими параметрами (заряд, масса, энергия, спин и т. д.). Эта субстанция структурирована, и ее структурные элементы находятся в непрерывном движении, взаимодействуют друг с другом и образуют материальные тела. В физическом смысле природа вещей определяется веществом.

Взаимодействие — развертывающийся во времени и пространстве процесс воздействия одних объектов на другие путем обмена материей и движением; определяет существование и структурную организацию любой материальной системы.

Взрыв — освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени, связанное с внезапным изменением состояния системы.

Вид — совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием потомства и обладающих рядом общих признаков.

Виртуальная реальность — мнимая (не проявленная), но возможная реальность, которая может проявиться в определенных условиях; искусственная среда, созданная компьютерными средствами.

Виртуальность — в общем смысле понимается как возможность существования (виртуальные миры, виртуальные частицы, виртуальные перемещения — бесконечно малые перемещения частиц без нарушения связей в системе).

Виртуальные частицы — частицы, рассматриваемые в квантовой теории поля, находящиеся в промежуточных состояниях, непрерывно возникающие и исчезающие в очень короткие промежутки времени t . Можно предположить, что виртуальные частицы — элементарные частицы, существующие в пространствах, дополнительных к реальному, и непосредственно в реальном пространстве не наблюдающиеся.

Вирусы — возбудители инфекционных болезней растений, животных и человека, размножающиеся только внутри живых клеток.

Витализм (лат. — жизненный) — идеалистическое учение в биологии, согласно которому жизнь объясняется наличием в организмах нематериального начала (жизненная сила, душа, энтелехия), якобы управляющего жизненными явлениями.

Витамины — органические вещества, образующиеся в организмах животных и человека или поступающие с пищей; необходимы для нормального обмена веществ или жизнедеятельности.

Внутренняя энергия — энергия физической системы, зависящая от ее внутреннего состояния. Она включает энергию хаотического движения всех микрочастиц системы и энергию их взаимодействия. Понятие ввел в 1851 г. британский физик Кельвин (У. Томсон).

Волновая функция — комплексная функция, описывающая состояние квантово-механической системы. Квадрат модуля волновой функции равен вероятности (или плотности вероятности) того, что физические величины, с помощью которых задано состояние системы, принимают определенные значения.

Волны жизни (или популяционные волны) — количественные колебания в численности популяций под воздействием различных причин — сезонной периодики, климатических условий и т. д.

Время — понятие, описывающее последовательность смены явлений и состояний материи, длительность процессов. Форма существования (наряду с пространством) материи, существует объективно и связано с движением материи.

Вынужденное (индуцированное) излучение — процесс испускания электромагнитных волн возбужденными квантовыми системами под действием внешнего (вынуждающего) излучения. Частота, фаза, поляризация и направление испускаемого и вынужденного излучений совпадают.

Вырождение — в физике заключается в том, что значение некоторой физической величины, характеризующей систему (например, энергии) одинаково для различных состояний системы. Число таких состояний называется кратностью.

Галактика (греч. — млечный) — Млечный Путь, наша звездная система, включающая звезды, в том числе Солнце со всеми планетами.

Галактический год — промежуток времени, за который Солнечная система совершает один оборот вокруг центра Галактики; составляет около 230 млн лет.

Гамета — половая клетка организма.

Гамильтониан — функция Гамильтона, введена Гамильтоном в 1834 г. для описания движения механических систем. Под гамильтонианом понимают квантово-механический оператор, соответствующий функции Гамильтона в классической физике и определяющий эволюцию квантовой системы.

Гармонические колебания — периодические изменения колеблющейся величины по синусоидальному (косинусоидальному) закону. Любое негармоническое колебание можно, разложив в ряд Фурье, получить в виде суммы гармонических колебаний.

Гармония (греч. «связь, стройность, соразмерность») — соразмерность частей, слияние различных компонентов, явлений, процессов в единое органическое целое с определенным соотношением их частей. В древнегреческой философии — организованность Космоса, противостоящая первоначальному Хаосу.

Гелиотараксия — раздел биофизики, изучающий влияние возмущений на Солнце, на био- и ноосферу Земли.

Гем — железосодержащее соединение из группы порфиринов; входит в состав сложных белков.

Гемоглобин — красный пигмент крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Состоит из белка (глобина) и железотоеофирина — гема. Переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от тканей к дыхательным органам.

Ген (греч. — происхождение) — материальный носитель наследственности, единица наследственной информации, отвечающая за формирование какого-либо признака, способная к воспроизведению и расположенная в определенном участке хромосомы.

Генезис — процесс образования и становления какого-либо природного и социального явления.

Генетика — наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.

Генетический дрейф — явление изменения частоты генов в популяциях под действием совершенно случайных факторов.

Генная инженерия — искусственное конструирование генов.

Генетический код — свойственная живым организмам единая система «записи» наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов.

Геном — совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом данной растительной или животной клетки.

Генотип — совокупность всех генов организма, локализованных в его хромосомах.

Генофонд — качественный состав и относительная численность разных форм (аллелей) различных генов в популяциях того или иного вида организмов.

Географическая среда — земная природа, включенная в сферу человеческой деятельности.

Геометродинамика — направление в механике, развивающее применение геометрических идей в динамике движения систем.

Геохронология — учение о хронологической последовательности формирования и возрасте горных пород, слагающих земную кору.

Гетеротрофы — организмы, питающиеся органическими веществами.

Гибрид — организм, полученный в результате скрещивания генетически различающихся родительских форм.

Гибридизация — скрещивание разнородных в наследственном отношении организмов.

Гидролиз — реакция обмена (обменного разложения) соединений с водой.

Гидрофильность — способность вещества (материала) смачиваться водой.

Гидрофобность — неспособность вещества (материала) смачиваться водой.

Гипероны (греч. — сверх) — нестабильные барионы с массами, большими массы нейтрона, и большим временем жизни по сравнению с ядерным временем.

Гипотеза (греч. — основание, предположение) — научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-то явления и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной научной теорией.

Гликоген — полисахарид, образованный остатками глюкозы; основной запасной углевод человека и животных.

Гликолиз — процесс расщепления углеводов в отсутствие кислорода под действием ферментов.

Глобализация — распространение действия определенного фактора далеко за пределами страны или сферы деятельности.

Глобальный эволюционизм — развитие во времени природы как целого. Все развивается и все влияет на все. Повышение структурной организации, саморазвития и самоорганизации.

Глобула — макромолекула (например, белка), свернутая в клубок.

Глобулярные белки — белки, в молекулах которых полипептидные цепи плотно свернуты в компактные шарообразные структуры — глобулы.

Глубинная экология — отношение к природе с позиций экологической этики, распространяющей моральные принципы на гармонические взаимоотношения человека и природы.

Глюкоза — углевод из группы моносахаридов.

Глюоны — гипотетические частицы с нулевой массой и спином, равным единице, осуществляющие взаимодействия между кварками.

Гносеология (греч. — учение о знании) — теория познания, рассматривающая процесс познания с точки зрения отношений субъекта познания (исследователя) к объекту познания.

Голография (греч. — пишу все) — метод получения изображения объекта, основанный на интерференции волн и дающий полную информацию об объекте. Обычно объект освещают лазером. Рассеянная волна и исходная (опорная), отраженная от зеркала, попадают на пластину, интерферируют и дают объемное изображение объекта, называемое голограммой.

Гомеостаз (греч. — неподвижность, состояние) — свойство системы поддерживать свои параметры и функции в определенном диапазоне, основанное на устойчивости внутренней среды по отношению к возмущениям внешней среды. В физике — стремление динамической системы вернуться в равновесное состояние.

Гоминиды — семейство приматов, включая человека.

Гомозиготность — однородность наследственной основы организма, происходящего от родителей, сходных по тому или иному признаку.

Гомологичный (греч.) — соответственный, подобный, родственный.

Горизонт событий — поверхность сферы гравитационного радиуса.

Гормоны — биологически активные вещества, вырабатываемые в организме специализированными клетками или органами и оказывающие целенаправленное влияние на деятельность других органов и тканей.

Гравитационный коллапс — катастрофически быстрое сжатие космологических массивных объектов под действием гравитационных сил.

Гравитационный радиус — в теории тяготения радиус сферы Шварцшильда, на которой сила притяжения, создаваемая массой, лежащей внутри этой сферы, стремится к бесконечности. Если тело сожмется до размеров, меньших гравитационного радиуса, то никакое излучение (в том числе свет) или частицы не смогут преодолеть поле тяготения и выйти из такой сферы к удаленному наблюдателю. Такие объекты называются черными дырами.

Гравитация (лат. — тяжесть, тяготение) — универсальное взаимодействие между любыми видами физической материи.

Гравитон – гипотетический квант гравитационного поля, имеющий нулевую массу покоя и заряд.

Градиент (лат. – шагающий) – вектор, показывающий направление наискорейшего изменения в пространстве данной скалярной величины (поля) $g = \text{grad } \varphi(P)$, где P – точка пространства. Примеры: градиент температуры, давления, потенциала.

Групповая скорость – скорость переноса энергий группы волн в общем случае негармонических колебаний.

Гуанин – пуриновое основание, содержится в составе нуклеиновых кислот в клетках; одна из четырех «букв» генетического кода.

Гуморальный (лат. – жидкость) – жизненный процесс в организме, связанный с жидкими средами (кровь, лимфа, тканевая жидкость).

Дальнодействие – действие на расстоянии, при котором действие тел друг на друга передается мгновенно через пустоту на любые расстояния без каких-либо посредствующих звеньев.

Дао (кит. – путь) – в даосизме и восточном мистицизме имеет универсальный онтологический смысл: первопричина Вселенной, путь Человека, целостность жизни, непознаваемая разумом и не выражаемая словами.

Движение – способ существования материи; в общем смысле – изменение состояния в результате взаимодействия тел; в геометрии – преобразование пространства, сохраняющее геометрические формы фигур.

Дедукция (лат. – выведение) – вывод по правилам логики от общего к частному. Считается, что если посылки дедукции истинны, то истинны и ее следствия. Дедукция – одно из основных средств доказательства.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) – молекула генетической информации, образует вещество хромосом и генов, состоит из двух полипептидных цепей, закрученных одна вокруг другой в спираль.

Действие – фундаментальная физическая величина, задание которой как функции переменных, описывающих состояние системы, полностью определяет динамику системы; имеет размерность произведения энергии на время или количества движения на перемещение.

Демон — в общем понимании в греческой мифологии и религии означает божество, способствующее или препятствующее человеку в исполнении его намерений.

Демон Больцмана — жаргонное выражение в термодинамике, иллюстрирующее второй закон термодинамики, когда максимуму энтропии соответствует максимальное число способов, и чем большим числом оно достигается, тем выше его вероятность. Если бы эти перестановки на микроуровне совершал мифический демон Больцмана, то он в силу своих хаотических действий не смог бы распутать возникший беспорядок и вернуться в прошлое.

Демон Дарвина — мифическое существо, управляющее естественным отбором и усиливающее признаки при отборе.

Демон Лапласа — мифическое существо, способное охватить всю совокупность данных о состоянии Вселенной в любой момент времени, которое может точно предсказать, что было в прошлом и будет в будущем.

Демон Максвелла — воображаемое существо, которое предложил Максвелл в качестве нарушителя (волевым порядком) второго закона термодинамики. Это существо может «видеть» отдельные молекулы и сортировать их так, что в одной части сосуда оставляет более медленные, а более быстрые пропускает в другую часть сосуда. Это демоническое существо способно вмешиваться в естественный ход событий и давать возможность получать энергию как бы из ничего.

Деструкция (лат. — разрушение) — нарушение, разрушение нормальной структуры чего-либо.

Детерминизм (лат. — определять) — учение об объективной закономерности взаимосвязи и причинной обусловленности всех явлений природы и общества.

Детерминированная система — динамическая система, функционирование которой однозначно определено в пространственно-временном интервале законами классической механики при задании начальных условий.

Детерминированный хаос (динамический хаос) — состояние открытой нелинейной системы, когда возможно появление состояния (бифуркации), в котором эволюция системы имеет вероятностный характер. При этом нелинейные системы как бы «выбирают сами» различные траектории развития. Детерминированность проявляется в виде упорядоченного в целом движения (между бифуркация-

ми), а хаос — в непредсказуемости появления этого упорядоченного движения в определенном месте в определенное время.

Деформация (лат. — искажение) — изменение положения точек (частей) твердого тела, при котором меняется расстояние между ними в результате внешнего воздействия.

Дивергенция (лат. — расхождение). В физике — расхождение (обозначается $\text{div } a$) потока (вещества, энергии) в пространстве, описывающее меру стоков и истоков внутри какого-то объема. В биологии — расхождение признаков и свойств первоначально близких групп организмов в ходе эволюции. В языкознании — размежевание диалектов одного языка и превращение их в самостоятельные языки. В общем смысле — расхождение величин, характеризующих явление или процесс в ходе структурных изменений в системе.

Динамическая система — математическое представление реальных систем (физических, химических, биологических и любых других), эволюция которых во времени на бесконечном интервале времени однозначно определена начальными условиями.

Дискретность (лат. — разделенный, прерывистый) — прерывность.

Дискурсивный — логический, рассудочный; опосредованный, в отличие от чувственного, непосредственного, интуитивного.

Дискурсия (лат. — рассуждение, довод) — логическое рассуждение, понятие; логический довод.

Дисперсия (лат. — отклонение). В математике — отклонение от среднего. В теории вероятностей дисперсия случайной величины есть математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания. В физике — зависимость фазовой скорости волн в среде от частоты их колебаний.

Диссимиляция — распад в организме сложных систем на простые, сопровождающийся освобождением энергии. В единстве с ассимиляцией образует обмен веществ.

Диссипативные структуры — пространственно-временная структура, упорядоченность и когерентность которой определяются достаточным потоком внешней энергии и интенсивной диссипацией, состояние частичной упорядоченности вдали от равновесия.

Диссипация (лат. — рассеяние) — переход энергии упорядоченного движения в энергию хаотического движения (теплоту).

Дифракция (лат. — разломанный) **волн** — огибание волнами препятствий, имеет место, если размеры препятствия порядка длины волны. В более общем смысле — любое отклонение от законов геометрической оптики в неоднородных средах.

Дифференциальное исчисление — раздел математики, в котором изучаются понятия производной и дифференциала и способы их применения к исследованию функций.

Дихотомия (греч. — разделение надвое) — способ классификации путем разбиения на пары соподчиненных или противоположных по смыслу элементов (легкий — тяжелый, хороший — плохой и т. д.).

Дырка — в физике квазичастица (фермион), наряду с электроном проводимости используется для описания электронной системы.

Естественный отбор — особый механизм выживания и воспроизведения организмов в природе, отбор в ходе эволюции наиболее приспособленных к условиям среды и гибель неприспособленных, следствие борьбы за существование.

Живое вещество — в концепции И.В. Вернадского совокупность всех живых организмов биосферы Земли, растений и животных, включая человечество, выраженная в элементарном химическом составе, массе и энергии.

Закон — необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе, объективная связь явлений и предметов.

Закон Геккеля: онтогенез повторяет филогенез. То есть стадии, которые проходит организм в процессе своего развития, повторяют эволюционную историю той группы, к которой он относится.

Закон Гесса: при химическом процессе выделяется всегда одно и то же количество тепла, независимо от того, протекает ли процесс в одну стадию или несколько стадий.

Закон диверсификации: процесс развития характеризуется непрерывным усложнением и ростом разнообразия организационных форм материи.

Закон Каминкера (в экологии): «Ничто не дается даром!»

Закон кратных отношений: «Если два элемента образуют друг с другом несколько химических соединений, то массы одного из элементов, приходящиеся на одну и ту же массу другого, относятся между собой как небольшие целые числа» (Дальтон, 1803 г.).

Закон Менделя (наследственности) определяет закономерности распределения в потомстве наследственных факторов.

Закон Мерфи: все, что может испортиться, портится.

Закон Парето: при малых значениях валового национального продукта на душу населения его рост ведет к социальному неравенству, а увеличение этого показателя после достижения критического значения уменьшает различие в индивидуальных доходах.

Закон постоянства состава: «Химическое соединение имеет постоянный состав независимо от способа получения» (Пруст, 1806 г.).

Законы сохранения — законы, согласно которым численные значения некоторых физических величин (интегралы движения в механике) не изменяются с течением времени при различных процессах (законы сохранения энергии, импульса, момента количества движения, электрического и барионного зарядов и ряд других).

Закон сохранения массы: «Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции» (Ломоносов, 1748 г.).

Закон сохранения энергии: «Энергия не возникает из ничего и не исчезает, а из одного вида переходит в другой в эквивалентных количествах» (Майер, 1840 г.).

Закон стоимости: производство и обмен товаров, по Марксу, осуществляются на основе их стоимости.

Закон сцепления генов (Моргана): гены, находящиеся в одной хромосоме, сцепляются и наследуются совместно.

Закон транзитивного полиморфизма — перенос отдельных качеств системы через этапы структурогенеза.

Закон эквивалентов: вещества взаимодействуют между собой, т. е. соединяются друг с другом или замещают друг друга в массовых количествах, пропорциональных их эквивалентам.

Закон Харди — Вейберга: идеальная популяция стремится сохранить равновесие концентраций генов при отсутствии факторов, изменяющих его.

Закон Эшби (необходимого разнообразия): информацию нельзя передать в большем количестве, чем это позволяет количество разнообразия.

Заряд (электрический) — величина, определяющая интенсивность электрического взаимодействия заряженных частиц, источник электромагнитного поля. Заряд любых заряженных тел — целое кратное элементарного электрического заряда. Полный электрический заряд изолированной системы сохраняется при всех взаимодействиях.

Зигота — биологическая клетка, образующаяся в результате слияния двух половых клеток в процессе оплодотворения у животных и растений.

Золотое сечение (золотая пропорция, деление в крайнем и среднем отношении, гармоническое деление) — деление отрезка на две неравные части в крайнем и среднем отношении так, что меньший отрезок деления относится к большему, как больший к целому (или наоборот); предел, к которому стремится отношение двух средних чисел в любом протяженном аддитивном ряду. Приблизительно это число равно $\Phi = 1,618034$, установлено Фибоначчи (1204) из рекуррентного ряда 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144... Название *Sectio aurea* (золотое сечение) введено Леонардо да Винчи в эпоху Ренессанса. Это среднепропорциональное отношение называли *Sectio divina* — божественной пропорцией. Отражает гармонию законов развития природы, Вселенной и общества. В настоящее время широко используется в естественных и гуманитарных представлениях современного естествознания.

Игра — форма свободного самовыражения человека, не связанная с достижением какой-либо цели, доставляющая радость и удовольствие сама по себе. Игровое поведение характерно для сложных, открытых, неравновесных структур.

Идентичность (лат. — тождественный, одинаковый) — одинаковость, тождественность.

Идея — понятие, представление, отражающее действительность в сознании человека и выражающее его отношение к окружающему миру; главная мысль.

Идиосинкразия — повышенная чувствительность к определенным веществам или воздействиям.

Иерархия (греч. — священный и власть) — расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему (или наоборот). В синергетике — структурная организация сложных систем, упорядочивающая взаимодействия между уровнями в направлении от высшего к низшему.

Изменчивость — изменение и превращение организмов под действием внешней среды.

Изоляция (фр. — отделение) — возникновение барьеров, препятствующих свободному скрещиванию организмов, одна из причин разобщения и углубления различий между близкими формами и образования новых видов.

Изомеры (греч. — в равных долях) — химические соединения, одинаковые по массе и составу, но различающиеся по строению и свойствам.

Изоморфизм (греч. — равной формы) — способность различных, но родственных по химическому составу веществ кристаллизоваться в одинаковых структурах при одном типе химической связи; способность атомов различных веществ замещать друг друга в кристаллических решетках, образуя соединения переменного состава (твердые растворы замещения, вычитания, отклонения от стехиометрии).

Изотопы (греч. — равное место) — разновидности одного и того же химического элемента, отличающиеся массой атомов. Ядра атомов изотопов содержат равное число протонов, но различаются числом нейтронов. Изотопы занимают одно и то же место в периодической системе элементов, бывают стабильными и радиоактивными.

Изотропность (греч. — равного свойства) — независимость свойств среды от направления, одинаковость свойств пространства по всем направлениям.

Иммунитет — способность организма распознавать и разрушать попавшие в него чужеродные элементы; невосприимчивость к какому-либо заболеванию.

Иммуноглобулины (антитела) — белковые молекулы, циркулирующие в организме и отвечающие за распознавание чужеродных для данного организма элементов.

Импульс (лат. — толчок, удар) — толчок, побуждение, стремление, побудительная причина. В физике — мера механического движения, количество движения.

Импринтинг (впечатление) — в этологии специфическая форма запоминания родителей у животных и человека, фиксация в их памяти отличительных признаков объектов и их поведения.

Инверсия (лат. — перестановка) — нарушение обычного порядка, перестановка, преобразование порядка следования.

Инверсия заселенности — неравновесное состояние вещества, при котором заселенность верхнего уровня выше, чем нижнего; лежит в основе работы лазеров.

Инволюция (лат. — свертывание) — утрата в эволюции отдельных органов, атрофия органов при патологии и старении.

Ингибиторы — вещества, замедляющие химические процессы.

Инерция — в механике свойство тела сохранять покой или равномерное движение в отсутствие внешних воздействий. В общем смысле — свойство сохранять какое-то состояние.

Инерциальная система отсчета — система, для которой выполняются классические законы динамики и, в частности, законы сохранения.

Инновация — новообразование, нововведение; обновление, создание новых технологий.

Инсулин — белковый гормон животных и человека, вырабатываемый поджелудочной железой, понижает содержание сахара в крови.

Инстинкт — врожденная способность совершать целесообразные действия по безотчетному побуждению.

Интегральное исчисление — раздел математики, в котором изучаются понятие интеграла, его свойства и методы вычислений; возникновение его связано с двумя задачами: восстановление функции по ее производной и вычисление площадей; широко используется в естественных и технических науках. Интегральное исчисление наряду с дифференциальным составляет основу математического анализа.

Интеллект (лат. — познание, понимание, рассудок) — врожденная способность к глубокому и всеохватывающему пониманию сущности явлений, рациональность познания, способ мышления.

Интерферон — защитный белок, вырабатываемый клетками млекопитающих и птиц в ответ на заражение их вирусами.

Интегрируемые системы — такие системы, где с помощью канонического преобразования можно, преобразовав в другие виды, не учитывать потенциальную энергию.

Интерференция — пространственное чередование усиления и ослабления в спектре волн при наложении когерентных волн в противоположных фазах.

Ионизация (греч. *ion* — идущий) — превращение нейтральных атомов и молекул в заряженные ионы.

Ионосфера — верхние слои атмосферы от 50 до 80 км, содержит большое число свободных ионов и электронов.

Информация — сведения об окружающем мире и протекающих процессах, получаемые органами чувств человека или устройствами и передаваемые людьми устно, письменно и техническими средствами. Свойство материи, благодаря которому она в лице человека познает самое себя; служит мостом между живой и неживой природой, показателем развития материи.

Инфразвук (лат. — ниже звука) — неслышимые человеческим ухом упругие колебания низкой частоты (ниже 16 Гц), слабо поглощаемые средой и поэтому распространяющиеся на большие расстояния. Возникают при землетрясениях, цунами, естественных и техногенных взрывах.

Каноническое (греч. — норма, правило) распределение, или распределение Гиббса, — распределение вероятностей различных состояний макроскопической системы с постоянным объемом и постоянным числом частиц, находящейся в равновесии с окружающей средой заданной температуры. Если система может обмениваться частицами со средой, то такое распределение называется большим каноническим распределением, для которого все микросостояния системы с данной энергией равновероятны.

Карбоксильная группа — боковая группа в аминокислоте, образующаяся из простой молекулы CO_2 .

Катаболизм — совокупность реакций обмена веществ в организме, заключающихся в распаде сложных органических веществ.

Катаклизм (греч. — разрушение) — возбуждение химических реакций или изменение скорости их протекания посредством особых веществ — катализаторов, не участвующих непосредственно в реакции, но изменяющих ее ход.

Катастрофа (греч. — переворот) — в общем случае — внезапное бедствие; событие, влекущее за собой тяжелые последствия. В теории самоорганизации и синергетике — скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы (скачка) на плавные изменения внешних условий. В нелинейной механике — раздел теории катастроф, рассматривает задачи, связанные со скачкообразным изменением траекторий движений при малых управляющих параметрах.

Квазар (англ. — квазизвездный источник радиоизлучения) — космический объект большой удаленности от Солнечной системы, обладающий интенсивным радиоизлучением, источник огромной энергии которого неизвестен.

Квант — частица, носитель свойств какого-либо физического поля (квант электромагнитного поля — фотон).

Квантовая электродинамика — квантовая теория электромагнитного поля и его взаимодействия с квантовыми заряженными частицами.

Кварки — гипотетические элементарные частицы с дробными электрическими и барионными зарядами, спином $1/2$, комбинация которых с антикварками образует адроны.

Кератины — фибриллярные белки, составляющие основу рогового слоя кожи, волос, перьев, ногтей.

Кибернетика (греч. — искусство управлять) — наука об общих принципах управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе.

Клетка — элементарная живая система, основа строения и жизнедеятельности всех животных и растений.

Клетчатка (целлюлоза) — полисахарид, образованный остатками глюкозы.

Клон — ряд следующих друг за другом поколений наследственно однородных потомков одной исходной особи (растения, животного, микроорганизма), образующихся бесполовым путем; группа генетически идентичных клеток.

Коацервация — возникновение в растворе высокомолекулярных соединений капель (коацервантов), обогащенных растворенным веществом.

Когезия — сцепление молекул в твердых и жидких телах за счет межмолекулярного взаимодействия.

Когерентность (лат. — находящийся в связи) — согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов. Если разность фаз двух колебаний остается постоянной или меняется по строго определенному закону, то такие колебания называются когерентными. Если разность меняется беспорядочно и быстро по сравнению с периодом колебаний, то такие колебания являются некогерентными.

Когерентные структуры — области пространства, где соблюдаются условия когерентности; согласованное протекание процессов.

Когнитивный — познавательный.

Код — совокупность знаков (символов) и система определенных правил, с помощью которых информация может быть закодирована в виде набора этих символов.

Кодон — триплет соседних оснований в ДНК и РНК, кодирующий определенную аминокислоту.

Коллаген — фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани животных (сухожилие, кость, хрящ) и обеспечивающий ее прочность.

Коллективные процессы (взаимодействие) — взаимодействие, охватывающее большое количество частиц физической системы и проявляющееся в их согласованном движении.

Коллоиды — дисперсные системы с частицами размером 10^{-5} – 10^{-7} см.

Коммуникация (лат. — делаю общим, связываю) — связь объектов и организмов, общение, взаимная передача и восприятие информации.

Компартменты — отсеки в цитоплазме клетки, заполненные водным содержимым.

Комплексное пространство — пространство комплексных чисел вида $z = x + iy$, где x и y — действительные числа, а i — так называемая мнимая единица.

Комплементарность (лат. — дополнение) — в молекулярной биологии универсальный химический механизм матричного хранения и передачи генетической информации, в биохимии — взаимное

соответствие, обеспечивающее связь дополняющих друг друга структур (макромолекул, радикалов) и определяемое их свойствами. Комплементарные структуры подходят друг другу, как ключ к замку (Дж. Уотсон).

Конвекция (лат. — доставка) — перемещение макроскопических частей среды (газа, жидкости), приводящее к переносу массы, вещества, тепловой энергии и изменению других физических параметров, характеризующих среду.

Конвергенция — возникновение сходства в строении и функциях относительно далеких по происхождению групп организмов в процессе эволюции; результат обитания в сходных условиях и одинаково направленного естественного отбора; сближение, слияние, взаимопроникновение.

Континуум (лат. — непрерывное, сплошное) — сплошная материальная среда, свойства которой изменяются в пространстве непрерывно.

Контрадикция — логически противоречивое высказывание.

Контринтуитивный принцип — предположение, что сложные системы функционируют таким образом, что это принципиально противоречит интуиции человека. Поэтому предполагается, что машины могут дать более точный прогноз их поведения, чем человек.

Конфайнмент — удержание (невывет) цветных кварков и глюонов внутри адронов.

Конфермент — вещество, необходимое для обеспечения каталитической активности данного фермента.

Конформация — пространственная группа белка.

Концентрация — сосредоточение, скапливание, собирание чего-либо, чего-либо в каком-нибудь месте пространства.

Концепция (лат. — понимание, система) — совокупность наиболее существенных элементов теории, система взглядов, то или иное понимание явлений и процессов, изложенные в конструктивной для понимания форме; алгоритм решения проблемы.

Корпускула (лат. — частица) — частица в классической физике.

Космизм — учение о связи всех процессов и организмов на Земле с Космосом, о человеке как части Природы.

Космология — изучение и представление о Вселенной как едином целом.

Космос (греч.) — синоним астрономического определения Вселенной. Понятие было введено Пифагором для обозначения единства мира, в противоположность Хаосу.

Космогенез — процесс изучения происхождения и эволюции космических объектов.

Космологические парадоксы — противоречия (затруднения) при распространении законов классической физики на Вселенную в целом. Таких парадоксов два: гравитационный и фотометрический. Космологический принцип Галилея: бесконечный Космос с конечной плотностью массы должен в каждой точке давать бесконечную силу притяжения — привел к гравитационному парадоксу: как сочетать стабильность и существование бесконечной Вселенной с ньютоновским тяготением, согласно которому по законам классической механики бесконечно возрастающее тяготение должно приводить к бесконечным скоростям и ускорениям. Это, в свою очередь, должно было бы приводить к возрастанию скорости с увеличением расстояния, что реально не наблюдается.

Фотометрический парадокс (парадокс Ольберса) в том, что при бесконечной Вселенной с бесконечным числом звезд небо должно быть равномерно ярким, в то время как реально между звездами наблюдаются темные промежутки. Оба парадокса преодолеваются релятивистской космологией. В частности, последний парадокс преодолевается в модели расширяющейся Вселенной введением горизонта видимости для каждого наблюдателя. Горизонт видимости (горизонт событий) разделяет мир на видимый и невидимый (например, черные дыры). Поэтому наблюдатель видит только конечное число звезд в ограниченной части Вселенной (в радиусе около 13 млрд световых лет).

Косное вещество — вещество, образовавшееся без участия живых организмов (по В.И. Вернадскому).

Козволюция — совместная эволюция нескольких систем, например человека и биосферы, природы в целом.

Коэффициент интеллектуальности — показатель умственного развития, уровня знаний и осведомленности, полученный на основе различных тестов.

Красное смещение — увеличение длин волн линий в спектре излучения источника (смещение линий в сторону красной части спектра) по сравнению с линиями эталонных спектров; возникает, когда расстояние между источником излучения и приемником увеличивается. По красному смещению излучения космических объектов подтверждена модель расширяющейся Вселенной.

Креативный — творческий, созидательный.

Креатин — азотсодержащая органическая кислота.

Кристаллическая решетка — пространственное периодическое расположение атомов в кристалле; точки, где расположены атомы или ионы, называются узлами.

Критерий (греч. — средство для суждения) — признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо; мерило оценки.

Кумуляция (лат. — скопление) — эффект накопления, суммирование направленного действия (например, направленный взрыв); в медицине — накопление в организме и суммирование действия лекарственных (или отравляющих) веществ.

Лабильность (лат. — скользящий, неустойчивый) — неустойчивость, изменчивость.

Ландшафт — природный географический комплекс. Его компоненты: рельеф, климат, почвы, воды, растительный и животный мир — взаимосвязаны и образуют неразрывную систему.

Лазер (англ.) — оптический квантовый генератор, дающий возможность усиливать свет в результате вынужденного излучения; источник оптического когерентного излучения с высокой направленностью и большой плотностью энергии.

Ламинарное течение (лат. — пластинка, полоска) — течение, при котором жидкость или газ движутся слоями без перемешивания.

Левитация — предполагаемая магическая способность человеческого организма к преодолению земного притяжения и перемещению предметов в пространстве.

Лейкоциты — белые кровяные клетки крови человека и животных, поглощают бактерии и отмершие клетки, вырабатывают антитела.

Лептоны (греч. — легкий) — элементарные частицы со спином $1/2$, не участвующие в ядерных взаимодействиях. К лептонам относятся электроны, мюоны, электронное, мюонное и лептонное нейтрино и их античастицы. Все они участвуют в слабых взаимодействиях.

Лестница Вайскопфа (квантовая лестница) — квантовая лестница природы, основа методологического подхода современной физики микромира. Согласно Вайскопфу, имеется 3 уровня квантовой организации: ядерный, атомный и молекулярный; живое занимает 4-ю ступень. Каждая из ступеней представляет собой отдельную область, ступени четко разделяются особенностями материальных структур (элементарные частицы, ядра, атомы, молекулы и кристаллы), границами энергий переходов между ними и типичными размерами (ядерная — 10^6 эВ и 10^{-12} см, атомная — 1 эВ и 10^{-8} см, молекулярная меньше — 1 эВ и 10^{-4} – 10^{-6} см). Образ лестницы, а не наклонной плоскости, используется из-за дискретности скачков при переходе от одной области к другой.

Лизосомы — клеточные структуры, содержащие ферменты, способные расщеплять белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды.

Линейная функция — функция вида $y = ax + b$, основное свойство которой: приращение функции пропорционально приращению аргумента, a и b — постоянные величины. Графически линейная функция изображается прямой.

Липиды — группа органических веществ, включающая жиры и жироподобные вещества. Входят в состав всех живых клеток.

Литосфера — верхняя твердая оболочка Земли, располагающаяся на мантии.

Локус — место локализации определенного гена в хромосоме; местоположение чего-либо.

Лукартивный — доходный, прибыльный.

Магнитный момент — векторная величина, характеризующая вещество как источник магнитного поля.

Макромолекула — молекула полимера, содержащая большое число мономеров, соединенных химическими связями.

Мантия — в геологии оболочка «твердой» Земли, расположенная между земной корой и ядром Земли. В биологии — складка кожи у некоторых беспозвоночных, охватывающая все тело животного

или его часть. В общепринятом смысле – широкая, длинная (до земли) одежда (царей, деятелей церкви, адвокатов, в торжественных случаях – членов академий наук).

Марковские процессы – специальные виды случайных процессов, не учитывающих предысторию процесса.

Масса – одна из основных физических характеристик материи, определяющая ее инерционные и гравитационные свойства. В механике – коэффициент пропорциональности между действующей на тело силой и ускорением; величина, измеряющая количество вещества в теле.

Масса покоя частицы (тела) – масса частицы в системе отсчета, в которой она покоится.

Масштабная инвариантность – в теории фракталов свойство геометрической фигуры (тела) выглядеть в мелком масштабе так же, как в крупном. Если увеличивать масштаб мелкого рисунка (узора) тела, то его детали будут такими же, как и на рисунке большого масштаба.

Математическое ожидание – понятие теории вероятности, среднее значение, является характеристикой распределения значений случайной величины. Математическое ожидание случайной величины x , которая может принимать значения $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ с вероятностями P_1, P_2, \dots, P_n , определяется как $EX = \sum P_n X_n$. Если же X – непрерывная случайная величина с функцией плотности $f(x)$, то $EX = \int xf(x)dx$.

Материя (лат.) – объективная реальность, которая дана человеку в его ощущениях и существует независимо от них; некая субстанция, основа всех реально существующих объектов и систем, их свойств, связей между ними и форм движения, то, из чего состоят все тела. Формы существования материи – пространство и время.

Матрица (нем.) – математическое представление совокупности величин a в виде m строк и n столбцов. Используется в математике, физике и других науках. В частности, в биологии применяется при исследовании сложных явлений и процессов, которые можно описать m линейными уравнениями с n неизвестными.

Матричный анализ – метод исследования взаимосвязей между объектами с помощью представлений их характеристик в виде матриц, т. е. матричного моделирования.

Мезоны — нестабильные элементарные частицы с нулевым или целым спином, принадлежащие к классу адронов.

Межклеточное вещество — бесструктурная аморфная масса, состоящая из тончайших нитевидных структур (фибрилл), развитая в соединительных тканях и определяющая их структуру.

Мейоз — способ деления клеток, в результате которого происходит уменьшение (редукция) числа хромосом в дочерних клетках.

Меланин — пигмент черного и коричневого цвета.

Мембрана (лат. — перепонка) — в технике тонкая пленка, закрепленная по контуру. В теории упругости — бесконечно тонкая пленка, модуль упругости которой в перпендикулярном к ней направлении равен нулю. В биологии — белково-липидные структуры молекулярных размеров, расположенные на поверхности клеток и внутриклеточных частиц (ядра, митохондрий и т. д.). Обладая избирательной проницаемостью, регулируют в клетках концентрацию солей, сахаров, аминокислот и других продуктов обмена веществ.

Метаболизм (греч. — перемена, превращение) — свойство открытых систем, способность к обмену веществом и энергией как внутри себя, так и с окружающей средой. В биологии — совокупность процессов ассимиляции и диссимиляции при обмене веществ у животных, в растениях и микроорганизмах.

Метагалактика — часть Вселенной, доступная современным методам исследования и включающая в себя галактики и другие космические объекты.

Метаморфизм — процесс существенного изменения структуры, текстуры и минерального состава горных пород под воздействием температуры и давлений.

Метаморфоз — видоизменение основных органов после эмбрионального развития (например, превращение головастика в лягушку, личинки — в бабочку и т. д.)

Метафизика (греч. — то, что «после физики») — название философских сочинений Аристотеля о началах бытия, помещенных после его трактатов по физике; учение, рассматривающее прежде всего вещи и явления, а не их изменения и зависимость друг от друга; абсолютизация познавательного процесса; философское учение о недоступных (неизведанных) сверхчувствительных формах бытия.

Метод (греч. — путь) — совокупность определенных правил, приемов, норм познания и действия.

Метод наименьших квадратов — метод оценки погрешностей измерения.

Механицизм — философское учение, сводящее все качественное разнообразие форм движения материи к механическому движению, все сложные закономерности движения — только к законам механики.

Микробы — общее название всех микроорганизмов — бактерий и грибов, исключая микроскопические водоросли и вирусы.

Микросостояния — в классической механике определяются заданием координат и импульсов всех частиц системы. В квантовой механике — состояния, определяемые набором соответствующих квантовых чисел частиц.

Микрочастица — частица весьма малой массы (элементарные частицы, ядра, атомы, молекулы), движение которой описывается квантовой механикой.

Миозин — мышечный белок.

Митоз — одна из форм клеточного цикла, на которой реплицированные хромосомы распределяются по дочерним клеткам.

Митохондрия — клеточная органелла, в которой осуществляется синтез АТФ у эукариот.

Мировые линии — линии, обозначающие движение в пространстве-времени, аналог траекторий в пространстве.

Мода — в процессах самоорганизации коллективные формы движения, приводящие к отбору наиболее устойчивых и спонтанному возникновению макроскопических структур.

Молекула (лат. — уменьшительное от массы) — наименьшая частица вещества, обладающая всеми его химическими свойствами.

Момент (лат. — движущаяся сила, толчок) — понятие теории вероятностей, характеристика распределения случайных величин.

Момент импульса (момент количества движения) — мера механического движения поля или системы относительно центра или оси $L = m\vartheta r$.

Момент инерции — характеристика распределения масс в теле при вращательном движении, аналог массы при поступательном движении.

Момент силы — величина, характеризующая вращательный эффект силы при действии ее на тело, аналог силы при поступательном движении.

Мономер (греч. — один и часть) — вещество, молекулы которого способны реагировать между собой или с молекулами других веществ, образуя полимер.

Монетаризм — экономическая теория, приписывающая денежной массе, находящейся в обращении, роль определяющего фактора в процессе формирования хозяйственной конъюнктуры и устанавливающая причинную связь между изменением количества денег и величиной валового национального продукта.

Монизм (греч. — один) — единственный способ рассмотрения многообразия явлений мира в свете единой основы (субстанции) всего существующего (например: все объясняется развивающейся материей).

Моносахариды — простые углеводы, содержащие гидроксильные, альдегидные или кетонные группы.

Монофилия — происхождение группы организмов от единого общего предка.

«**Морской кварк**» — вырванная из глубин вакуума пара «кварк — антикварк».

Морфоген — химическое вещество, инициирующее морфологическое развитие организма.

Морфогенез — возникновение и направленное развитие органов, систем и частей тела организмов как в индивидуальном, так и историческом развитии.

Мутагенез — процесс возникновения наследственных изменений — мутаций, появляющихся спонтанно или вызываемых мутагенами.

Мутации — стойкие изменения наследственных структур живой материи, ответственных за хранение и передачу генетической информации.

Наследственность — свойство организмов повторять в ряду поколений сходные типы обмена веществ и индивидуального развития в целом.

Натурфилософия — философия природы, особенностью которой является преимущественно умозрительное истолкование природы, рассматриваемой в ее целостности; в Древней Греции — единая наука, объясняющая мир.

Наука — динамическая система объективно истинных знаний о существующих связях действительности, одна из форм общественного сознания; включает как деятельность по получению знаний, так и ее результат — сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Научная картина мира — системные научные представления о строении мира, характеристиках, закономерностях и тенденциях его эволюции.

Научная революция — радикальное изменение всех элементов научного знания, приводящее к смене научной картины мира.

Невесомость — состояние, при котором действие тел не вызывает взаимных давлений и деформаций.

Неверифицируемость — отсутствие необходимости установления истинности воспринятого.

Неголономные системы, неголономные связи — системы, в которых накладываются ограничения на изменение скорости тел и объектов.

Негэнтропия — мера упорядоченности системы, отрицательная энтропия.

Нейрон (греч. — нерв) — нервная клетка.

Нейтрино (итал. — уменьшительное от «нейтрон») — стабильная незаряженная элементарная частица со спином $1/2$, относящаяся к лептонам.

Нейтрон (англ.) — нейтральная элементарная частица со спином $1/2$, относящаяся к барионам; нейтроны вместе с протонами образуют ядра атомов.

Нейтронная звезда — космический объект, вещество которого состоит в основном из нейтронов. Нейтронизация вещества связа-

на с гравитационным коллапсом и вспышкой его как сверхновой звезды.

Неинерциальные системы — системы отсчета, движущиеся относительно друг друга с ускорением или замедлением.

Нелинейность — разнокомпонентность системы, при которой нарушается принцип суперпозиции и результат каждого из воздействий в присутствии другого окажется иным, чем в случае его отсутствия; многовариантность, альтернативность эволюции, ускорения темпов развития, инициирование процессов быстрого нелинейного роста.

Нелинейные системы — системы, процессы в которых описываются нелинейными дифференциальными уравнениями. Свойства и характеристики зависят от их состояния; при нелинейности процессов наблюдается ускорение темпов развития.

Нелинейные уравнения — уравнения, содержащие коэффициенты, зависящие от среды; они могут иметь несколько качественно различных решений.

Необратимые процессы — физические процессы, в которых система проходит через неравновесные состояния (неоднородности распределения плотности вещества, температуры, давления, концентрации и т. д.). Неоднородность системы приводит к необратимым процессам.

Неравновесные процессы (состояния) — физические процессы, которые самопроизвольно могут протекать только в одном направлении — в сторону равномерного распределения вещества, теплоты и т. д. (диффузия, теплопроводность, вязкое течение жидкости, газа).

Неравновесные фазовые переходы — переходы из одной фазы в другую в неравновесных системах или условиях.

Нервы — шнуровидные тяжи нервной ткани, образованные нервными волокнами; связывают мозг и нервные узлы с другими органами, осуществляют функции организма и опосредуют его реакцию на различные воздействия.

Неустойчивости Тэйлора — возникновение вихрей в жидкости между двумя вращающимися цилиндрами; жидкость движется то внутрь, то наружу; пример возникновения упорядоченного движения из хаотического.

Ноосфера (греч. — сфера разума) — в учении В.И. Вернадского — часть биосферы, преобразованная человеческой мыслью и трудом в качественно новое состояние — сферу Разума. Термин был введен Леруа в 1924 г. на семинаре Бергсона в Париже, где Вернадский выступал с докладом. Впоследствии использовался Тейяр де Шарденом и другими, в настоящее время широко используется в современном естествознании. Для ноосферы характерна тесная взаимосвязь законов природы, мышления и социально-экономических законов, в ней разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором динамики общества и природы, когда разум имеет возможность направлять развитие биосферы в интересах человека, его будущего.

Ноумен — термин, означающий, в противоположность феномену, сущность постигаемого только умом.

Нуклеотид — фосфорный эфир нуклеозида; мономер, состоящий из основания (пуринового или пиримидинового), углевода (рибозы или дезоксирибозы) и фосфорного остатка. Является составной частью нуклеиновых кислот. ДНК и РНК — это полинуклеиды полимеризации нуклеотидов.

Нуклеозид — нуклеотид без фосфатной группы.

Нуклеиновые кислоты — высокомолекулярные органические соединения, образованные остатками нуклеотидов; постоянная и необходимая составная часть всех живых систем, играющая ведущую роль в передаче наследственных признаков и свойств организма и в биосинтезе белков.

Нуклон (лат. — ядро) — общее название протона и нейтрона — частиц, из которых построены ядра.

Обменное взаимодействие — квантовый эффект взаимного влияния тождественных частиц, отражающий свойства симметрии относительно перестановки пары в системе тождественных частиц.

Обратная связь — воздействие результатов функционирования какой-либо системы (объекта) на характер функционирования. Положительная усиливает функционирование и может приводить к неустойчивости, отрицательная ослабляет функционирование и стабилизирует его.

Обращение времени — математическая операция замены времени в уравнениях движения, описывающих эволюцию физической системы.

Объект — в философии всякое явление, существующее независимо от человеческого сознания. В общем смысле — предмет, явление, которое человек пытается познать и на которое направлена его деятельность.

Объективная истина — независимое от человека и человечества содержание знания.

Окислительно-восстановительные реакции — химические реакции, при которых происходит перенос электронов.

Ойкумена — заселенная человеком часть Земли, освоенная им.

Окружающая среда — совокупность объектов, с которыми какая-либо система может вступать во взаимодействие; совокупность внешних условий, влияющих на любую систему.

Онтогенез (греч. — образование сущего) — индивидуальное развитие организмов, охватывающее все изменения от зарождения до смерти.

Оптическая активность — свойство некоторых веществ вызывать вращение плоскости поляризации проходящего сквозь них плоскополяризованного света.

Органеллы — находящиеся в клетке субструктуры, выполняющие те или иные специфические функции.

Органогены — химические элементы, входящие в состав органических веществ.

Органоиды — постоянные специализированные структуры в клетках животных и растений.

Основания — класс химических соединений, характеризующихся диссоциацией в водном растворе с образованием иона ОН.

Освещенность — величина светового потока, падающего на единицу поверхности.

Осмоз (греч. — толчок, давление) — односторонняя диффузия растворителя через полупроницаемую перегородку (мембрану), отделяющую раствор от чистого растворителя.

Открытые системы — системы, которые могут обмениваться веществом, энергией и информацией с окружающей средой.

Палеолит — первый период каменного века, время ископаемого человека, который пользовался каменными орудиями труда.

Палеонтология — наука о вымерших растениях и животных.

Память — способность сохранять и воспроизводить в сознании прежние впечатления; опыт, восполнимый и хранящийся в сознании.

Пангея — гипотетический суперконтинент, объединяющий в палеозое и начале мезозоя все современные материки.

Пансермия — гипотеза о расположении во Вселенной зародышей живых существ, о появлении жизни на Земле в результате переноса с других планет неких зародышей жизни.

Парадигма (греч. — пример, образец) — научная теория, воплощенная в системе понятий, выражающих существенные черты действительности, исходная концептуальная модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определенного времени в научном сообществе и дающих представление о мире. Смена парадигм происходит в ходе научных революций.

Парадокс (греч. — неожиданный, странный) — неожиданное, непривычное, расходящееся с имеющимися знаниями или традициями утверждение, рассуждение или вывод. В логике — противоречие, полученное в результате внешне логически правильного рассуждения, но приводящее к взаимно противоречащим заключениям. В общем смысле — необычные явления в природе, противоречащие логическому развитию событий, или неординарные умозаключения в теории, не поддающиеся логическому объяснению.

Парадокс времени — противоречие, возникающее из разных выводов классической механики с ее обратимостью во времени (и в прошлое, и в будущее) и «стрелой времени» — направленностью хода времени из данных неравновесной термодинамики, биологии, истории, геологии и других наук.

Парадокс Левинтала — вопрос о том, как за очень короткое время полимерная цепь находит нужный способ укладки из огромного числа возможных способов. С обычной точки зрения это время должно быть бессмысленно большим, больше, чем возраст Вселенной.

Парадокс (принцип) развития в биологии — невозможность объяснить высший уровень развития на основе низшего, так как любой более высокий структурный уровень живого непременно содержит определенные новые качества, которыми не обладают низшие, т. е. нельзя напрямую вывести высшее из низшего.

Парадокс Форстера: устойчивость технических систем уменьшается, а биологических — возрастает с ростом их сложности.

Паразит — животный или растительный организм, живущий на поверхности или внутри другого организма и питающийся за его счет.

Параметр — величина, характеризующая какое-либо свойство процесса, явления или системы.

Параметр порядка — характеристика состояния неустойчивости самоорганизующейся системы, главных степеней свободы, выделившихся в процессе эволюции, неких ведущих переменных.

Паранаука (псевдонаука) — научные предрассудки и суеверия, различные формы наукообразной деятельности, направленные на изучение паранормальных явлений.

Паранормальные явления — необычные явления, пока не объясняемые наукой, достоверность их также не подтверждена современной наукой.

Парафин — воскоподобное вещество, смесь предельных углеводородов определенного состава.

Паренхима — у растений основная ткань из клеток более или менее одинакового размера, у животных — филогенетический предшественник настоящей ткани.

Парниковый эффект — нагрев внутренних слоев атмосферы, прозрачных для спектра солнечных лучей, но поглощающих тепловое излучение Земли.

Парсек (сокращение от параллакс и секунда) — единица измерения расстояния в астрономии, $1 \text{ пк} = 3,26$ световых года.

Пассионарии — наиболее социально активная часть населения; люди, способные к сверхнапряженной деятельности.

Пассионарность (по Л.Н. Гумилеву) — избыток энергии живого вещества, повышенное стремление к активности у людей, способных усваивать больше энергии, чем это необходимо для нормальной жизнедеятельности.

Пациент — узкоспециализированная фирма.

Паттерны — любое узнаваемое расположение объектов в пространстве и времени; как бы картины (формы) поведения и расположения объектов в сознании человека.

Пептидная связь — химическая связь, соединяющая аминокруппу (NH_2) одной аминокислоты с карбоксильной группой (COOH) другой в молекулах пептидов и белков.

Пептиды — органические вещества, состоящие из остатков аминокислот, соединенных пептидной связью.

Перигелий (греч. — вокруг Солнца) — ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела, обращающегося вокруг него.

Период (греч. — обход, круговорот) — промежуток времени, охватывающий какой-либо законченный процесс.

Периодические реакции — периодическое изменение какого-либо параметра (цвета в реакции Белоусова — Жаботинского) в результате или ходе химических реакций при определенных условиях.

Пестициды (лат. *pestis* — зараза и *caedo* — убиваю) — ядохимикаты, химические препараты для борьбы с сорняками (гербициды), с вредителями (инсектициды, акарициды), болезнями (фунгициды, бактерициды) сельскохозяйственных растений, деревьев, кустарников, зерна и т. д.

Пигменты — окрашенные химические соединения. В биологии — окрашенные вещества тканей организмов, участвующие в их жизнедеятельности и обуславливающие окраску организмов.

Плазма — ионизированный газ, в котором концентрации положительных и отрицательных зарядов равны. В состоянии плазмы находится подавляющая часть вещества во Вселенной.

Планктон — совокупность организмов, обитающих в толще воды и неспособных противостоять переносу течением.

Платежный оборот — совокупность денежных расчетов, в которых деньги выступают как средство платежа.

Подобие — такое соответствие явлений или процессов, при котором в сходственные времена и пространства значения величин, характеризующих состояние одной системы, пропорциональны соответствующим значениям величин для другой системы.

Поезд Эйнштейна — пример Эйнштейна с вагоном, в концы которого ударяет молния; доказывает, что скорость света постоянна и равна 300 000 км/с.

Пойкилотермный — теплокровный.

Поле – в физике специфичная форма существования материи, которая связывает частицы (объекты) вещества в единые системы и передает с конечной скоростью действие одних частиц (объектов, понятий – смысловое поле) на другие. Поскольку в реальном мире пространство непрерывно, то набор любых параметров в различных точках пространства и времени имеет определенные значения, и такой набор является физической моделью поля. В целом поле – это некое абстрактное математическое представление о распределении скалярных и векторных величин, описывающих реальный мир (примеры полей: скалярное температурное поле, векторные поля текущей жидкости, векторы напряженности электромагнитного поля, гравитационное поле и т. д.). Таким образом, физическое поле – это любая физическая величина, которая в разных точках пространства принимает различные значения. В математическом смысле поле можно рассматривать как математические функции пространства и времени. В силу непрерывности функций, описывающих поле, оно определяется бесконечным числом степеней свободы.

Плотность вероятности (плотность распределения вероятностей) **случайной величины** x – это функция $p(x)$ такая, что при $p(x) > dx = 1$.

Поверхность Мебиуса – простейшая однородная поверхность, получаемая при соединении двух противоположных сторон листа. При перемещении точки вдоль такой поверхности происходит непрерывный переход с внешней поверхности листа на внутреннюю, и наоборот.

Позитивизм (лат. – положительный) – философское направление, в основе которого лежит представление, что все подлинное (позитивное) знание – совокупный результат специальных наук.

Полимеризация – метод синтеза полимеров.

Полимеры (греч. – много и доля, часть) – вещества, молекулы (макромолекулы), которые состоят из большого числа звеньев. Полимеризация – процесс или синтез получения полимеров.

Полиморфизм (греч. – много и форма) – свойство некоторых веществ существовать в нескольких формах, например в нескольких кристаллических состояниях (модификациях) с разной структурой (алмаз и графит). В биологии – наличие в пределах одного и того же вида животных или растений особей, резко отличающихся друг от друга.

Полипептиды — полимеры, построенные из остатков нуклеиновых кислот.

Полисахариды — высокомолекулярные углеводы, образованные остатками моносахаридов.

Полифилия — теория происхождения рас современного человека, видов животных и растений от многих исходных форм.

Популяционная генетика — раздел генетики, изучающий генетическое строение и динамику генетического состава популяций.

Популяция — совокупность особей данного вида, занимающих территорию внутри ареала вида, свободно скрещивающихся между собой и частично или полностью изолированных от соседних совокупностей того же вида. Обладает определенным генофондом и рассматривается как элементарная единица эволюции на популяционном уровне организации жизни.

Порядок — регулярное (периодическое) расположение частиц, объектов, предметов по всему занимаемому пространству (объему); последовательный ход чего-нибудь; правила, по которым совершается что-нибудь; числовая характеристика той или иной величины.

Постоянная Планка — основная постоянная квантовой теории, минимальный квант действия.

Постоянная Хаббла — параметр линейной связи скорости разбегания космологических объектов V и расстояния до них R : $V = HR$.

Потенциал (лат. — сила) (**потенциальная функция**) — в физике понятие, характеризующее широкий класс полей, физические параметры которых определяются векторными величинами. Потенциал векторного поля $a(x, y, z)$ есть скалярная величина $U(x, y, z)$, которая связана с a через градиент $a = \text{grad } U$. В общем смысле — источник, возможность, средство, запас, который может быть использован для решения задачи или достижения цели.

Потенциальный барьер — ограниченная в пространстве область высокой потенциальной энергии частицы в силовом поле, соответствует силам отталкивания.

Потенциальная энергия — часть общей механической энергии системы, зависящая от взаимного расположения ее частиц и от их положения во внешнем силовом поле (например, гравитационном).

Потенциальная яма – ограниченная область пространства, в которой потенциальная энергия частицы меньше, чем вне ее. В потенциальной яме частица находится в связанном состоянии, и чтобы сделать ее свободной и «вырвать» ее из ямы, надо приложить энергию. В квантовой теории показано, что энергия частицы в потенциальной яме может принимать лишь определенные, дискретные значения.

Предвзятый – заранее ложно принятый (о мысли, решении), основанный на предубеждении.

Предвидение (прекогниция) – способность человека получать информацию о событиях или свойствах предметов, процессов и явлений раньше, чем эти события произошли, проявились; прогнозирование хода событий на основе науки и практического опыта.

Предельные циклы – отражение на фазовой плоскости устойчивого движения через представления аттракторов в самоорганизующихся системах.

Предикат (лат. – сказанное) – утверждение, высказанное о субъекте, обозначающее свойства нескольких предметов; в узком смысле – свойство.

Предиктор – прогнозируемая система.

Предпосылка – предварительное условие чего-либо, исходный пункт какого-либо рассуждения.

Представление – чувственно-наглядный образ предметов и явлений, сохраняемый в сознании без их непосредственного воздействия; знание, понимание чего-либо.

Преобразования Лоренца – в специальной теории относительности преобразования координат и времени при переходе от одной системы координат к другой, движущейся с постоянной скоростью, при скоростях, близких к скоростям света.

Преобразования Фурье (ряд Фурье) – математическое преобразование функциональных зависимостей в тригонометрический ряд, коэффициенты которого вычисляются по формулам Эйлера – Фурье. Применяются для приближенного представления функции.

Преформизм – учение о наличии в половых клетках организмов материальных структур, предопределяющих развитие зародыша и образующегося из него организма.

Прецессия (лат. — движение впереди) — движение от оси вращения твердого тела, при котором оно описывает круговую коническую поверхность (волчок, гироскоп); медленное движение оси вращения Земли по круговому конусу.

Признак — свойство, особенность, по которым можно узнать, определить что-либо.

Примитив — нечто простое, неразвившееся.

Примитивизм — упрощенный подход к сложным проблемам.

Принцип — утверждение, основное положение; внутреннее убеждение человека; основная особенность устройства механизма или прибора.

Принцип дополнительности — сформулированный Н. Бором принцип, согласно которому при экспериментальном исследовании микрообъекта могут быть получены одновременно точные данные либо о его энергии и импульсе, либо о поведении в пространстве и времени. Имеет более широкое толкование при объяснении явлений в природе, социуме и биосфере и активно используется в современном естествознании.

Принцип иерархического подчинения (Хагена): долгоживущие переменные подчиняют себе короткоживущие.

Принцип комплементарности: последовательность оснований в одной нити ДНК в точности предопределяет последовательность оснований в другой нити.

Принцип Ле Шателье: внешнее воздействие, выводящее систему из термодинамического равновесия, вызывает в ней процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия.

Принцип Маха — идея об обусловленности локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира, т. е. глобальными свойствами всей Вселенной.

Принцип минимакса — минимум потерь и максимум достижений при решении любых проблем; принцип должен лежать в основе деятельности любого социального субъекта.

Принцип наименьшего действия — один из вариационных принципов механики, согласно которому для данного класса сравниваемых друг с другом движений механической системы осуществляется то движение, для которого действие минимально.

Принцип неопределенности — квантово-механический принцип, согласно которому дополняющие друг друга физические величины (например, координата и импульс) не могут одновременно принимать точные значения и быть точно измеренными: большая точность в измерении одной из величин влечет за собой большую неопределенность в другой. Принцип отражает двойственную корпускулярно-волновую природу частиц материи и выражается соотношением неопределенностей $\Delta p \cdot \Delta x \geq h$, где h — постоянная Планка.

Принцип Онсагера — теорема неравновесной термодинамики, устанавливающая линейную связь между потоками и термодинамическими силами. При небольших отклонениях от равновесия потоки тепла и вещества являются линейными функциями градиентов температур и химических потенциалов различных компонентов системы (соотношение Онсагера). Этот принцип позволяет единым образом рассматривать явления переноса.

Принцип оптимальности (экстремальности, вариационный принцип) — принцип, позволяющий найти обобщенную оптимальную (наилучшую) характеристику процесса в условиях, близких к равновесным (оптимальных); отражает наиболее общие свойства системы, из которых можно найти уравнения движения или условия равновесия.

Принцип относительности Эйнштейна: любое физическое явление при одинаковых условиях протекает одинаково во всех инерциальных системах.

Принцип И.Р. Пригожина (принцип перехода от хаоса к порядку): «Источником порядка является неравновесность. Неравновесность есть то, что порождает порядок из хаоса».

Принцип причинности — в физике устанавливает причинно-следственную связь между явлениями и допустимыми пределами влияния физических событий друг на друга. Он исключает влияние данного события на все происшедшие, а также требует отсутствия взаимного влияния событий, пространственное расстояние между которыми столь велико, а временной интервал между которыми столь мал, что они не могут быть связаны сигналом (например, световым).

Принцип Ф. Реди: все живое от живого.

Принцип Родена: отсекают все лишнее, рационально сочетать интеллектуальные и волевые качества в руководстве и организации какого-либо дела.

Принцип структурности в биологии: все живое состоит из клеток.

Принцип суперпозиции в классической физике: результирующий эффект от нескольких независимых воздействий представляет собой сумму эффектов, вызываемых каждым эффектом в отдельности; справедлив для систем, описываемых линейными уравнениями. В квантовой механике: если система может находиться в состояниях, описываемых несколькими волновыми функциями, то она может быть также и в состоянии, описываемом любой линейной комбинацией этих функций.

Принцип тождественности — один из квантовых принципов в физике: состояния системы частиц, получающиеся друг из друга перестановкой местами тождественных частиц, нельзя различить ни в каком эксперименте, и такие состояния должны рассматриваться как одно физическое состояние. Из этого принципа вытекает симметрия волновой функции системы одинаковых частиц.

Принцип фальсификации (введен К. Поппером): критерием научности теории является ее фальсифицируемость или опровержимость. Если учение (астрология, идеология, теология и т. д.) способно истолковать любые факты в свою пользу, т. е. неопровержимо в принципе, то оно не может претендовать на статус научного.

Принцип целостности: мир растений и животных един.

Принцип эквивалентности — в физике эквивалентность инерционной и гравитационных масс. В общем смысле — отношение типа равенства.

Принцип эргодичности: результаты некоторого конечного числа испытаний одного элемента не должны отличаться от результатов того же числа испытаний одинаковых элементов.

Приоритет — первенство во времени в осуществлении какой-либо деятельности; предпочтительность, преобладающее, первенствующее значение чего-либо.

Природа — в широком смысле — все сущее, весь мир в многообразии его форм; употребляется в одном ряду с такими понятиями, как материя, универсум, Вселенная; является объектом естествознания.

Природопользование — сфера общественно-производственной деятельности, направленной на удовлетворение потребностей человека с помощью природных ресурсов.

Причина — явление (изменение), вызывающее, обуславливающее возникновение другого явления (изменения, следствия); основание, предлог для каких-либо действий.

Причинность (причинно-следственная связь) — физическая и философская категория для обозначения необходимой связи явлений, из которых одно (причина) обуславливает, порождает другое (следствие или действие).

Проблема — сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения и разрешения; особая форма знания; начальный этап познавательной (в том числе научной) деятельности; вопрос, возникающий в ходе познания и требующий ответа.

Проблема Руссо — проблема гуманистического содержания познавательной деятельности.

Проводимость (электропроводность) — способность веществ и тел проводить электрический ток, обусловленная наличием подвижных заряженных частиц.

Прогноз (предвидение, предсказание) — вероятностное представление, суждение, заключение о предстоящем развитии, основанное на определенной информации.

Прогнозирование — разработка вероятного представления хода событий, развития ситуации, основанного на определенной информации.

Продуценты — организмы, производящие органические вещества из неорганических, т. е. все автотрофные организмы; организмы, служащие источником каких-либо веществ, используемых человеком; производители определенных товаров.

Производство энтропии — понятие, введенное Пригожиным для обозначения роста энтропии без учета притока энергии извне. В открытой системе общее изменение энтропии $dS = dS_i + dS_e$, где dS_e обеспечивается контактом со средой; dS_i — изменениями внутренних процессов; $\frac{dS_i}{dt}$ — скорость роста энтропии, обеспечиваемая внутренними процессами в системе. Отношение этой величины к единице объема dV и называется производством энтропии. Такое представление вытекает из локальной формулировки второго начала термодинамики.

Прокариоты — организмы, не обладающие оформленным клеточным ядром. Генетический материал в виде кольцевой цепи ДНК находится в нуклеотиде и не образует настоящих хромосом.

Пропонент — лицо, выступающее в поддержку кого-либо, чего-либо.

Пространство — объективная реальность; форма существования материи, характеризующая ее протяженность и объем; сосуществование и взаимодействие материальных объектов и процессов; совокупность отношений координации и расположения объектов друг относительно друга.

Противоречие — категория, выражающая в диалектике внутренних источник всякого движения; положение, при котором одно (высказывание, поступок, мысль) исключает другое, несовместимое с ним.

Протон (греч. — первый) — стабильная элементарная частица со спином $1/2$ и массой, равной 1836 масс электрона, относится к барионам. Вместе с нейтронами протоны образуют атомные ядра.

Протеины — белки, состоящие только из остатков аминокислот, к ним относятся ферменты.

Протоплазма — содержимое животных и растительных клеток, включая их ядра и цитоплазму; живое вещество, из которого состоят организмы.

Протуберанцы — громадные плазменные образования в солнечной короне, имеющие большую плотность, но меньшую температуру, чем окружающая их плазма короны. Поэтому на диске Солнца они наблюдаются в виде темных полос или волокон.

Прямые и обратные задачи — в физике под прямыми задачами понимается расчет и однозначное предсказание макроскопических наблюдаемых проявлений свойств того или иного объекта по заданным характеристикам модели объекта или явления. Под обратными задачами — восстановление параметров модели объекта по заданным экспериментальным наблюдениям.

Псилофиты — первые наземные растения.

Психологическое время — время, связанное с психологической деятельностью человека и его восприятием объективного физического времени.

Пульсары (англ. — пульсирующие источники радиоизлучения) — космические источники импульсного радиооптического, рентгеновского и гамма-излучения.

Пурины, пуриновые основания — гетероциклические соединения. Пурины и их производные — пуриновые основания (аденин, гуанин, ксантин и другие) играют большую роль в живой природе и жизнедеятельности всех организмов, образуя нуклеотиды, нуклеиновые кислоты и другие биологически активные соединения.

Работа — в технике и физике мера действия силы, зависящая от численной величины и направления действия силы и от перемещения точки ее приложения. В термодинамике — процесс превращения одного вида энергии в другой, способ обмена энергией между термодинамической системой и окружающей средой.

Равновесие — состояние физической системы, в котором она при неизменных внешних условиях или под воздействием разных противоположно направленных и взаимно уничтожающихся сил может пребывать сколь угодно долго; все точки механической системы неподвижны по отношению к данной системе отсчета.

Радикалы свободные — кинетически независимые частицы (атомы или их группы), обладающие неспаренными электронами и поэтому очень реакционно-способные; с их помощью осуществляются важные биохимические процессы (например, ферментативное окисление).

Радиоактивность (радиоактивный распад) — самопроизвольное превращение нестабильных атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием ядерных излучений.

Радиационные пояса планет — внутренние области планетных магнитосфер, в которых собственное магнитное поле планеты удерживает заряженные частицы.

Развитие — прогрессивные качественные изменения в системе.

Размерность — в геометрии число измерений геометрической фигуры. Линия имеет размерность, равную 1, плоскость — 2, пространство — 3; в физике — выражение, показывающее связь данной величины с физическими величинами, положенными в основу системы единиц.

Разум — способность понимания и осмысления; в ряде философских учений — высшее начало и сущность, основа познания и поведения людей; высший уровень рационального мышления,

для которого характерно творческое оперирование абстракциями и сознательное исследование их собственной природы (саморефлексия).

Распределение — одно из основных понятий теории вероятностей и статистики. Распределение вероятности какой-либо случайной величины задается указанием возможных значений этой величины и соответствующих им вероятностей или плотности вероятности.

Распределение Больцмана — равновесное распределение частиц идеального газа по энергиям во внешнем силовом поле.

Распределение Гаусса (нормальное распределение) — плотность распределения вероятностей случайного параметра, часто встречается в статистике больших чисел, в частности в физике для флуктуаций термодинамических параметров вблизи равновесия молекулы по энергиям и скоростям, а также распределения ошибок наблюдений и измерений и т. д.

Распределение Гиббса — распределение вероятностей обнаружения равновесной статистической системы в любом из ее стационарных микроскопических состояний.

Рацематы — вещества, имеющие одинаковое количество симметричных и асимметричных форм, не обладающих оптической активностью.

Рациональный — разумный, целесообразный, обоснованный.

Ревертаза — фермент, участвующий в процессе обратной транскрипции, т. е. в синтезе ДНК на матрице РНК.

Реагенты — вещества, применяемые в лабораториях для химического анализа, научно-исследовательских и других работ.

Реакция — действие, состояние, процесс, возникающие в ответ на какое-либо воздействие.

Реакция Белоусова — Жаботинского — открытая в 1951 г. химическая реакция, в которой при определенном соотношении компонентов при перемешивании происходят такие концентрационные колебания, что цвет реакции периодически самопроизвольно изменяется. В синергетике является классическим примером самоорганизации системы от хаоса к порядку.

Редукционизм (лат. — возвращение обратно) — образ мышления, проявляющийся в стремлении упростить объяснение сложных явлений и процессов; объяснение всех многообразных явлений в при-

роде и обществе на базе некоторой совокупности всеобщих законов и принципов; сведение сложного к простому, составного — к элементарному.

Редупликация (репликация) — удвоение молекул ДНК при участии специальных ферментов. Редупликация обеспечивает точное копирование генетической информации, заключенной в молекулах ДНК.

Редупликация конвариантная — самовоспроизведение с изменениями, осуществляемое на основе матричного принципа синтеза макромолекул (ДНК, РНК).

Редуценты — организмы, разлагающие мертвые органические вещества и превращающие их в минеральные (неорганические) вещества, усваиваемые другими организмами (продуцентами).

Режим с обострением (англ.) — в синергетике такой режим процесса в неравновесных и неустойчивых открытых системах, когда характерные параметры процесса неограниченно возрастают за конечное время. Время обострения — конечный промежуток времени, за который процесс сверхбыстро (асимптотически) развивается вплоть до бесконечных значений.

Резерват— охраняемая природная территория.

Резистивность — устойчивость организма к воздействию внешней среды; свойство сопротивляться.

Резонанс (лат. — откликаюсь) — резкое возрастание амплитуды (параметра) вынужденных установившихся колебаний при приближении частоты внешнего гармонического воздействия к частоте одного из собственных колебаний системы.

Резонансы (резонансные частицы) — неустойчивые элементарные частицы, характеризующиеся крайне малым временем жизни (10^{-22} – 10^{-24} с).

Рекогниция — узнавание.

Рекомбинация (лат. — соединение) — в физике образование нейтральных атомов и молекул из ионов и электронов, процесс обратный ионизации; в полупроводниках — исчезновение пары «электрон — дырка» при переходе электрона из зоны проводимости в валентную зону.

Рекуррентная последовательность (лат. рекуррентный – возвращающийся) – числовая последовательность, в которой каждый последующий ее член образуется путем сложения двух предыдущих (ряд Фибоначчи, ряд Люка). В общем смысле – повторное появление одних и тех же форм в разных слоях, зонах, объектах. Рекуррентный – возвратный.

Рекурсивность – повторяемость процессов, явлений и форм человеческой деятельности.

Релаксация (лат. – ослабление) – в физике процесс установления равновесия в системе, состоящей из большого числа частиц. В филологии – расслабление. Снятие напряжений в материалах, в биологических, термодинамических и информационных системах.

Релевантный – существенный для дела, уместный.

Реликт (лат. – остаток) – организм, предмет или явление, сохранившиеся как пережиток от древних эпох.

Реликтовое излучение – космическое электромагнитное излучение, связанное с эволюцией Вселенной после ее рождения; фоновое космическое излучение, спектр которого соответствует температуре 2,7 К.

Релятивизм (лат. – относительный) – методологический принцип, состоящий в метафизической абсолютизации относительности и условности наших знаний и ведущий к отрицанию возможности познания объективной истины. В физике – фундаментальное свойство элементарных частиц, состоящее в том, что уравнения, описывающие их, инвариантны относительно преобразований (например, преобразований Лоренца в специальной теории относительности).

Реология – совокупность методов исследования течения и деформации реальных сред.

Репарация – восстановление биологических объектов от повреждений, вызванных ионизирующим излучением; возмещение государством причиненного ущерба в денежной или иной форме лицу или другому государству.

Репелленты – химические препараты из группы пестицидов для отпугивания вредных насекомых от растений, животных и человека.

Репликация (лат. — повторение) — в молекулярной биологии удвоение молекулы ДНК, удвоение хромосом. Репликация обеспечивает точное копирование генетической информации и передачу ее от поколения к поколению.

Репродуктивный потенциал — скорость, с которой численность популяции могла бы расти при наличии неограниченного пространства, обилия пищи и других ресурсов при полном отсутствии любых факторов, препятствующих росту и размножению.

Репродукция (лат.) — воспроизведение.

Рестрикция (ограничение) — ограничение производства, продажи и экспорта товаров с целью поддержания на них высоких цен; ограничение кредитов с целью сдерживания инфляции.

Рефлекс — ответная реакция живого организма на раздражитель.

Рефракция (лат. — преломление) — искривление лучей в среде с непрерывно меняющимся показателем преломления. В оптике — преломление света.

Рецепторы — окончания чувствительных нервных волокон или специализированные клетки, преобразующие раздражения, воспринимаемые извне или из внутренней среды организма, в нервное возбуждение, передаваемое в центральную нервную систему.

Рецессивность — форма взаимоотношений двух аллельных генов, при которой один из них — рецессивный — оказывает менее сильное влияние на соответствующие признаки особи, чем другой — доминантный.

Рецессивный — подавляемый, замедленный.

Реципиент (получающий, принимающий) — организм, которому пересаживают органы (ткани, клетки) другого организма; физическое или юридическое лицо, получающее доходы, платежи.

Рибосомы — немембранные клеточные органоиды; являются обязательными структурными компонентами цитоплазмы клеток растений и животных, осуществляют функцию синтеза белковых молекул из аминокислот.

РНК — рибонуклеиновая кислота — одна из нуклеиновых кислот, характерная составная часть цитоплазмы животных и растительных клеток.

Ригидность — жесткость, негибкость, снижение приспособляемости системы к меняющимся условиям среды.

Сальгационизм — одно из направлений антидарвинизма, основано в 1860—1870 гг. А. Зюссом и А. Келликером. Утверждает, что весь план будущего развития жизни возник еще в момент ее появления, а все эволюционные события происходят в результате скачкообразных изменений (сальгаций) эмбриогенеза.

Сальгация — скачок, спонтанное качественное изменение системы (например, генов); крупное наследственное изменение.

Самовозбуждающиеся системы, волны — системы, в которых под действием малых флуктуаций возникают самоорганизующиеся коллективные процессы (пример: автоволны — самоподдерживающиеся волны, которые распространяются в активных средах или средах, поддерживаемых энергетически).

Самодвижение — самопроизвольное изменение системы, определяемое внутренними причинами, движение без действия внешних причин, непрерывный процесс смены неустойчивости устойчивостью, возникновение новых структур вместо старых.

Самоокупаемость — возмещение предприятиями всех своих затрат за счет выручки от реализации продукции.

Самоорганизация — процесс спонтанного возникновения порядка и организации из хаоса и беспорядка в открытых неравновесных системах. За счет неограниченного роста флуктуаций при поглощении энергии из среды система достигает некоторого критического состояния и переходит в новое устойчивое состояние с более высоким уровнем сложности и упорядоченности по сравнению с предыдущим.

Самореферентность — ментальные состояния человека, когда он видит и анализирует, как он видит.

Самосборка — процесс, при котором молекулы «распознают» друг друга и собираются в комплексы и различные структуры. Этот процесс высокоспецифичен и сопровождается изменением энтропии ассоциированных молекул.

Светимость — величина полного светового потока, испускаемого единицей поверхности источника света.

Световой год — единица звездных расстояний; равен пути, который проходит свет за год, т. е. $9,46 \cdot 10^{12}$ км.

Сверхпроводимость — явление обращения в нуль электрического сопротивления и выталкивания магнитного поля из вещества при охлаждении их ниже определенной критической температуры.

Свободная энергия (термодинамический потенциал Гельмгольца) — определяется как разность между внутренней энергией системы и произведением энтропии и температуры T : $F = U - TS$; величину TS называют связанной энергией.

Связь — взаимообусловленность и взаимосвязанность существования явлений и объектов, разделенных в пространстве и во времени. В информатике и кибернетике — прием и передача информации с помощью различных технических средств. В общем смысле — все, что собрано из различных частей, но составляет одно целое.

Сегрегация — возникновение различий в составе и свойствах разных участков цитоплазмы в период роста ооцита, а также в оплодотворенном яйце.

Селекция — раздел агрономии и зоотехники, изучающий методы создания сортов и гибридов сельскохозяйственных растений и пород животных с нужными человеку признаками.

Сигнатура (лат. — указываю) — указание. В полиграфии — последовательная нумерация печатного листа, проставляемая арабскими цифрами на 1-й и 3-й его полосах. В медицине — часть рецепта с указанием способа употребления лекарства.

Сидерический год (лат. *sidus* — звезда, небесное светило) — звездный год, соответствующий одному видимому обороту Солнца по небесной сфере относительно неподвижных звезд, составляет 365,2564 средних солнечных суток.

Сидерический период обращения — промежуток времени, в течение которого небесное тело Солнечной системы (планета, астероид, комета) совершает полный оборот вокруг Солнца.

Сила — векторная величина, характеризующая меру механического действия на данное материальное тело со стороны других тел. Это действие вызывает изменение скорости точек тела или его деформацию и может иметь место как при непосредственном контакте, так и через посредство создаваемых телами полей.

Силлогизм — логическое умозаключение, в котором из двух данных суждений (посылок) получается третье (вывод).

Симбиоз (греч. — сожительство) — длительное сожительство организмов разных видов, обычно приносящее им взаимную пользу.

Симметрия волновой функции — зависимость значения волновой функции системы тождественных частиц от перестановки местами пары таких частиц.

Симметрия СРТ (СРТ-теорема) состоит в том, что все процессы в природе не меняются (симметричны) при одновременном проведении трех преобразований: переходе частиц к античастицам (зарядовое сопряжение, C), зеркальном отражении (пространственная инверсия, P) и замене времени t на минус t (обращение времени); следует из основных принципов квантовой теории поля.

Симптом — внешний признак, внешнее проявление чего-нибудь.

Синапс — область контакта (связи) нервных клеток (нейронов) друг с другом и с клетками исполнительных органов.

Синантропные организмы — животные и растения, существование которых тесно связано с человеком и с населенными пунктами.

Сингулярность (лат. — отдельный, особый) — точечный объем с бесконечно большой плотностью.

Синдром — сочетание признаков (симптомов) для какой-то болезни, какого-либо явления, объединенных единым механизмом возникновения.

Синдром ИНЗ — характерен для развития науки в США в послевоенном периоде. Формулировка «Изобретено не здесь» символизирует род научного шовинизма, склонность игнорировать или уменьшать ценность всего, что делается за пределами США.

Синергетика (греч. — согласованное действие) — область научных исследований коллективного поведения частей сложных систем, связанных с неустойчивостями и касающихся процессов самоорганизации. Синергетика является теорией самоорганизации систем различной природы. Термин ввел Г. Хакен.

Синергетическая информация — такая, которая приводит к рождению совместных, согласованных, кооперативных действий системы.

Синонимы — слова или выражения, имеющие полностью или частично совпадающие значения.

Синтез (греч.) — соединение (мысленное или реальное) раздельных элементов объекта в единое целое; химический синтез —

целенаправленное получение сложных веществ из более простых, основанное на знании молекулярного строения и реакционной способности последних.

Синодический период обращения – промежуток времени, в течение которого какое-либо тело Солнечной системы, двигаясь по своей орбите, возвращается при наблюдении с Земли в прежнее положение относительно Солнца.

Синтетическая теория эволюции (неодарвинизм) – теория органической эволюции путем естественного отбора признаков, детерминированных генетически.

Синхронизм (греч. – одновременность) – точное совпадение по времени нескольких явлений или процессов.

Система (греч. – целое) – упорядоченное множество взаимосвязанных элементов, определенная целостность, проявляющаяся как нечто единое по отношению к другим объектам или внешним условиям.

Системный подход – метод научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов, выявление многообразных связей и сведение в единую картину представления явлений, объектов, предметов. Принципы системного подхода находят применение в современном естествознании в целом и в физике, информатике, технике, биологии, экологии, экономике, управлении и других направлениях.

Ситология – наука, изучающая ресурсы, питание и пищевой режим организмов.

Скаляр (скалярная величина) (греч. – ступенчатый) – величина, каждое значение которой (в отличие от вектора) может быть выражено одним (действительным) числом, вследствие чего совокупность значений скаляра можно выразить на линейной шкале («скале» – отсюда название). Примеры таких величин – длина, площадь, время, температура.

Скорость – векторная величина, определяющая изменение положения объекта (тела) со временем; характеристика движения в общем смысле, равная отношению пройденного пути ко времени, в течение которого это произошло. Термин применяется также для характеристики изменения во времени различных процессов (например, химических процессов, рекомбинации, релаксации).

Смысл — внутреннее содержание, сущность, идея, значение чего-нибудь, постигаемое разумом, конечная цель, разумное основание чего-либо.

Событие — то, что произошло; то или иное значительное явление, факт общественной или личной жизни. В физике — наличие объекта и его состояние (перемещение); преобразование, связанное с динамикой пространства и времени. Детерминированные события — предсказуемые, стохастические — вероятностные.

Сознание — особая форма бытия, осознанное бытие; постижение бытия, высшая, свойственная лишь человеку форма идеального отражения и духовного освоения объективной действительности; совокупность психических процессов, активно участвующих в осмыслении человеком объективного мира и своего собственного бытия.

Солнечный ветер — истечение плазмы солнечной короны в межпланетное пространство.

Солнечная система — состоит из центрального светила — Солнца и 9 планет, обращающихся вокруг него, их спутников, множества малых планет, комет и метеорного вещества.

Сома — тело организма.

Соматический — телесный.

Соматические клетки — клетки тела.

Соразмерность — соотношение измерений (ширины, длины, высоты), определяет целое либо его составную часть. Например, соотношением длины к ширине можно выразить соразмерность объекта, тела, живого организма, растений. В общем смысле созвучна гармонии.

Состояние — характеристика системы, определяемая значениями характерных для данной системы параметров (если они не зависят от времени, то устойчивое стационарное состояние, если изменяются во времени, то процесс).

Спин (англ. — вращение) — собственный механический момент количества движения микрочастицы, имеющий квантовую природу.

Спирохеты — микроорганизмы, клетки которых имеют форму тонких извитых нитей.

Сплайсинг — процесс удаления и «сшивки» частей молекул РНК при создании матриц белков.

Спонтанный — самопроизвольный.

Спорадический — единичный, случайный, появляющийся от случая к случаю.

Среда (окружающая) — среда обитания и производственной деятельности человека. В общем смысле — то, что имеет контакт с системой, но не является ее частью.

Среда обитания человека — совокупность природных и социальных условий, в которых протекает деятельность человеческого общества.

Сродство к электрону — способность некоторых атомов и молекул присоединять добавочный электрон и превращаться в отрицательный ион. Мерой сродства служит выделяющаяся при этом энергия.

Статистика (итал. *stato* — государство) — получение, обработка, анализ закономерности, в более узком смысле — совокупность данных о каком-либо явлении или процессе. В физике — изучение свойств макроскопических тел как систем из очень большого числа частиц (молекул, атомов, электронов и т. д.). Статистические методы основаны на теории вероятностей.

Статистический ансамбль — совокупность большого числа взаимодействующих одинаковых физических систем, находящихся в одинаковых макроскопических, но разных микроскопических состояниях.

Стационарные состояния — устойчивые состояния, в которых все характеризующие систему физические величины не зависят от времени.

Стегоцефал — первичное земноводное живое существо.

Стенобионты — животные и растения, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях окружающей среды.

Степени свободы — число независимых координат, которые полностью определяют положение тел в пространстве.

Стохастический — случайный, вероятностный.

Стохастический процесс (система, структуры, метод) (греч. — умеющий угадывать) — случайный, вероятностный процесс в системах, где состояния или характеристики меняются случайно под действием разных факторов; определяется статистическим распределением; беспорядочные хаотичные структуры.

Странный аттрактор — математический образ детерминированных непериодических процессов; пучок расходящихся траекторий. В общем смысле — сложное движение в нелинейной открытой структуре. Ввели Рюэль и Такенс в 1971 г.

Структура (лат. — строение, расположение) — совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т. е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях; взаиморасположение и связь составных частей чего-либо, строение.

Струны — в космофизике линейная область проявления фундаментального поля, вдоль которой локализуются свойства этого поля. Космические струны — невидимые образования, связанные с элементарными частицами. Частицам сопоставляются колебания одномерных (бесконечно длинных) струн, размещенных в многомерном пространстве. Суперструны считаются подвижными нитями, возникшими при образовании Вселенной и искривляющими пространство вокруг себя; могут образовывать петли и клубки, которые создают сильное гравитационное притяжение. В пространстве играют роль гравитационных линз, поэтому их можно обнаружить по искривлению пространства или по гравитационным волнам, которые они испускают. Экспериментально не обнаружены. Струнная теория частиц, или теория суперструн, — одна из современных теорий возникновения, эволюции и объяснения строения Вселенной. В основе таких теорий не «элементы объемов» — частиц, а «элементы движения».

Субстрат — вещество, на которое действует фермент.

Субъект — в философии познающий и действующий человек; противостоит внешнему миру как объекту познания; личность.

Суперпозиция — наложение независимых событий, состояний, явлений.

Сфера Дайсона — предполагаемая непрозрачная оболочка вокруг звездного объекта, имеющего высокоразвитую цивилизацию, сооруженная для того, чтобы не рассеивать бесполезно в окружающий космос полученную на этом объекте энергию.

Сцепление генов (закон Моргана) — связь между генами, обусловленная их расположением в одной хромосоме. Каждому биологическому виду присуще строго определенное число хромосом.

Таксон — группа организмов или дискретных объектов, связанных той или иной степенью родства или общностью свойств; подразделение биологической систематики.

Таксоны (греч.) — гипотетические частицы, которые могут двигаться со скоростью, большей скорости света в вакууме. Формально их существование не противоречит теории относительности, но для них не выполняется принцип причинности. Экспериментально не обнаружены.

Тезаурус — в информатике систематизированный набор данных о какой-либо области знания; словарь, представленный в виде терминов, понятий и ключевых слов, соотнесенных между собой по каким-либо семантическим параметрам, и позволяющий человеку или компьютеру ориентироваться в системе информационных данных или области знания.

Тезис — в логике положение, истинность которого требуется доказать; положение, кратко излагающее какую-нибудь идею.

Тектология — всеобщая организационная наука, систематизация организованного опыта в природе и обществе. Ввел А.А. Богданов.

Телеогенез — направление антидарвинизма, основанное на убеждении о преднамеренном ходе эволюции.

Телеология — философское учение, приписывающее процессам и явлениям природы цели (целесообразность или способность к целеполаганию): всякое развитие в мире служит осуществлению predetermined целей; в религиозной философии эти цели устанавливаются богом; в общем смысле — учение о наличии в мире объективных целей, определяющих направленность природных явлений и деятельности людей.

Температура (лат. — нормальное состояние) — физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы, степень нагретости тел. Температура всех частей изолированной системы, находящейся в равновесии, одинакова. В термодинамике температура тела определяется производной от энергии по его энтропии.

Темпорология — изучение времени.

Тензоры — математические представления матричной алгебры, в столбцах и строках матрицы стоят не числа, а векторы. Тензорное исчисление — математическая теория, обобщающая векторное исчисление и матричную алгебру.

Теоремы Гёделя — теоремы о полноте теорий, в общем смысле — знаний, из которых следует, что не существует полной формальной теории, где были бы однозначно доказуемы все истинные теоремы. Широко используется в современном естествознании как принцип привлечения разных культур (гуманитарной и естественно-научной), подходов для объяснения явлений в природе и обществе.

Теорема Нётер (одна из них): каждому виду симметрии соответствует некоторый закон сохранения.

Теорема Пригожина (теорема о минимуме производства энтропии, также принцип Гленсдорфа — Пригожина): производство энтропии в системе, находящейся в стационарном, достаточно близком к равновесию, состоянии, минимально.

Теорема Пуанкаре: большинство проблем классической механики не сводится к интегрируемым системам, т. е. таким, где с помощью канонических преобразований можно из уравнений динамики «устранить» потенциальную энергию и учитывать только гамильтониан.

Теория (греч. — рассмотрение) — совокупность научных положений, образующих какую-либо науку или раздел, форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности.

Теория катастроф — математическая теория, описывающая скачкообразное изменение («катастрофу») параметров системы как ее внезапный ответ на плавные изменения внешних условий, приводящее к потере устойчивости. С математической точки зрения это обобщение исследования функций на экстремум на случай многих переменных.

Теория народонаселения С.П. Капицы: рост населения определяется не числом людей, а числом парных столкновений между ними с порождением. Скорость роста $\frac{dN}{dt} = N^2$ оказывается пропорциональной квадрату числа людей.

Теория познания (гносеология, эпистемология) — учение о сущности, закономерностях и формах познания.

Теплота — энергетическая характеристика процесса теплообмена, $\delta C = CdT$, где C — теплоемкость, dT — изменение температуры; неупорядоченная форма работы; является функцией процесса, т. е. зависит не только от начального и конечного состояний тела, но и от вида процесса.

Терминал — конечное устройство в составе системы ЭВМ, служащее для обмена данными между пользователем и ЭВМ; часть порта, конечного пункта для сбора и обработки грузов.

Термодинамика — раздел физики, изучающий наиболее общие свойства тел, в которых происходит обмен энергией в тепловых процессах и процессах переноса и превращения теплоты в другие ее виды.

Термоядерная энергия — реакция синтеза атомных ядер при сверхвысоких температурах, поддерживающая эти температуры за счет большого энерговыделения.

Тернаризм — концепция, согласно которой картина мира сводится к совместному действию трех начал (энергии, материи и информации).

Тест (проба, испытание, исследование) — специальные задания испытуемому для определения его способностей или знаний.

Техносфера — созданная людьми в рамках биосферы искусственная структура, для которой характерно проникновение сложной машинной техники во все сферы человеческой деятельности (заводы, дороги, электростанции, газо- и нефтепроводы, ирригация, сельхозугодья и т. д.) и изменение природных условий.

Тимин — пиримидиновое основание, содержится во всех живых организмах в составе ДНК; одна из четырех «букв» генетического кода.

Ткань — агрегат клеток одного типа.

Тождественные частицы — частицы, имеющие одинаковые физические свойства: массу, электрический заряд, спин и т. д. Такие частицы в квантовой механике рассматриваются как принципиально неразличимые.

Тождество — категория, выражающая равенство.

Томография — рентгенологический метод исследования объекта с получением изолированного теневого изображения любого слоя объекта.

Топологическое пространство — множество элементов любой природы, в котором тем или иным способом определены предельные соотношения.

Топология (греч. — место и наука) — раздел математики, рассматривающий геометрические свойства, не изменяющиеся при любых деформациях (топологические свойства), производимых без разрывов и склеиваний (при взаимно однозначных и непрерывных отображениях). Так, окружность, эллипс и контур квадрата имеют одни и те же топологические свойства, т. к. эти линии могут быть деформированы одна в другую описанным выше способом. В то же время кольцо и круг обладают разными топологическими свойствами: круг ограничен одним контуром, а кольцо двумя.

Точка Омега — точка полного развертывания ноосферы, по Вернадскому.

Точка Пастера — такая концентрация свободного кислорода, при которой кислородное дыхание становится более эффективным (~50 раз) способом использования внешней энергии Солнца, чем анаэробное брожение.

Траектория (лат. — относящийся к перемещению) — непрерывная линия, по которой движется точка или центр масс тела при движении в координатном пространстве.

Трансдукция — перенос генов из одной клетки в другую с помощью вирусов.

Транскрипция (лат. — переписывание) — способ письменной фиксации устной речи с помощью специальных знаков. В музыке — аранжировка, обработка произведения. В биологии — перенос кода ДНК путем образования одноцепочечной молекулы РНК на одной нити ДНК.

Транслитерация — передача текста, написанного с помощью одного алфавита, средствами другого алфавита.

Трансляция (лат. — передача) — в физике перенос тела в пространстве на некоторое расстояние параллельно самому себе, вдоль или параллельно от трансляции. В биологии — биосинтез белков в живой клетке на рибосомах.

Тренд — длительная, преобладающая тенденция, преобладающее направление развития.

Тромбоциты — клетки крови позвоночных животных, участвующие в свертывании крови.

Трофический — пищевой.

Туннельный эффект – прохождение через потенциальный барьер микрочастицы, энергия которой меньше высоты барьера.

Турбулентное течение (лат. – бурный, беспорядочный) – хаотическое движение жидкости и газа, при котором частицы совершают неупорядоченные перемещения по сложным траекториям, когда происходит перемешивание потока вещества.

Углеводы – группа природных органических соединений, химическая формула которых соответствует $C_m(H_2O)_n$, т. е. углерод + вода, отсюда название. Подвергаясь окислительным превращениям, обеспечивают все живые клетки энергией (глюкоза).

Ультразвук – не слышимые человеческим ухом упругие волны, частоты которых выше 20 кГц.

Универсум (лат.) – философский термин, означающий мир как целое.

Управляющий параметр – величина, характеризующая быстроту изменения состояния системы.

Уравнение Шрёдингера – основное уравнение нерелятивистской квантовой механики, позволяет находить возможные состояния и их изменения во времени через волновую функцию.

Уреаза – фермент, катализирующий разложение мочевины.

Устойчивость – свойство системы возвращаться к исходному состоянию после отклонения из этого состояния, несмотря на действие различных сил; способность противостоять воздействиям экстремальных факторов среды.

Уфология – наука о неопознанных летающих объектах.

Фаги (бактериофаги, бактериальные вирусы) – доклеточные формы живого, прокариоты.

Фаза (греч. – явление) – отдельная стадия в развитии какого-либо явления или процесса в природе или обществе. В физике – состояние колебательного процесса в определенный момент времени. В химии (металловедении) – однородная по химическому составу и физическим свойствам часть термодинамической системы.

Фазовые переходы – фазовые превращения, при которых плотность, потенциалы и энтропия (переходы первого рода) или теплоемкость, сжимаемость, коэффициент термического расширения (переходы второго порядка) меняются скачком.

Фазовое пространство — в физике абстрактное многомерное пространство, где коэффициентами являются величины, характеризующие систему, ее фазу. В классической механике — это обобщение координаты q и импульса p или скорости v всех частиц. Состояние изображается точкой в фазовом пространстве, а изменение состояния во времени — движением точки вдоль линии, называемой фазовой траекторией. В фазовом пространстве число измерений равно числу переменных, характеризующих состояние системы (например, координат и скорости всех частиц).

Фазовое равновесие — состояние термодинамического равновесия многофазной системы. Условием фазового равновесия является равенство химических потенциалов компонентов во всех фазах системы.

Фазовая скорость — скорость, с которой перемещается в пространстве фаза плоской волны.

Фазовая траектория — траектория движения частиц в фазовом пространстве.

Факториал — произведение натуральных чисел от единицы до какого-либо данного числа n . Обозначается $n!$, т. е. $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n = n!$. Например: $5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$.

Фауна — совокупность всех видов животных какой-либо местности или геологического периода.

Феномен (греч. — являющийся) — необычный, исключительный факт; явление, которое можно наблюдать; философское понятие, означающее явление, данное нам в опыте, чувственном познании.

Фенотип — совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития; складывается в результате взаимодействия генотипа и окружающей среды. В общем смысле — конструирование организма.

Ферменты — биомолекулы — катализаторы, регулирующие (ускоряющие) скорость биохимических реакций.

Ферментативный катализ — ускорение химических реакций за счет ферментов.

Фермион — элементарная частица с полуцелым спином ($1/2$, $3/2$); к ним относятся электроны, протоны, нейтроны, кварки.

Фибриллы — нитевидные белковые структуры в клетках и тканях животных.

Фибрин — нерастворимый белок, образующийся в процессе свертывания крови.

Физикализм — направление в науке, предполагающее, что все явления в природе можно объяснить законами физики.

Физический вакуум (лат. — пустота) — рассматривается как особый вид вещества, состоящий из виртуальных частиц и ответственный за квантовые и релятивистские свойства всех вещественных тел.

Филогенез (греч. — род) — процесс исторического развития биологии организмов, их видов, родов, семейств. В общем смысле — история развития биологического вида.

Фитогормоны — химические вещества, вырабатываемые в растениях и регулирующие их рост и развитие.

Фитонциды — образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие микроорганизмов; играют важную роль в иммунитете.

Флора — совокупность всех видов растений какой-либо местности или геологического периода.

Флуктуация (лат. — колебания) — случайное отклонение системы от равновесия.

Флуктуационная гипотеза Больцмана — гипотеза о том, что окружающее нас макроскопическое пространство является гигантской неравновесной флуктуацией во Вселенной, находящейся в целом в равновесном состоянии. Человек же потому только имеет возможность наблюдать эту чрезвычайно маловероятностную ситуацию, что он сам порождает ее. Флуктуации около равновесного состояния оцениваются распределением Гаусса, безразличного к знаку времени. Для Вселенной оба направления времени неразличимы.

Фолликулы — пузырьковые образования в органах животных и человека, заполненные жидкостью.

Фонон — квазичастица, представляющая собой квант упругих колебаний среды (атомов кристаллической решетки). Введен И.С. Таммом.

Формула (лат. — образ, вид) — описание математических или физических законов, кратко определяющее какое-то смысловое выражение, символическое определение какого-либо правила, положения.

Формула Конта: «Знать, чтобы предвидеть; предвидеть, чтобы управлять».

Фоссилизация — замещение.

Фосфаген — высокоэнергетичное фосфатсодержащее соединение, используемое живыми организмами для запасаания энергии, необходимой для функционирования организма.

Фосфат — молекулярная форма фосфора, используемая животными организмами. Он содержит 4 атома кислорода и 3 атома водорода, ковалентно связанных с атомами фосфора.

Фосфатная связь — связь, образующаяся между молекулой субстрата и фосфата.

Фосфолипид — липидная молекула, содержащая сахар.

Фотон — квант света, квант электромагнитного поля, одна из нейтральных элементарных частиц с нулевой массой и спином.

Фотосинтез — образование в клетках зеленых растений, водорослей и в некоторых микроорганизмах кислорода из углекислоты и воды под действием света.

Фотозффект — явление, связанное с испусканием электронов под действием электромагнитных излучений (света, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучений).

Фракталы (англ. — дробный) — объекты, которые в меньших масштабах выглядят как в больших, часть фрактала похожа на целое (ковры Серпинского), по мере увеличения объекта проявляется все большее число деталей, подобных тому, что было для малого объекта. Понятие было введено Б. Мандельбротом в 1977 г. Фрактальная размерность дробная (отрезок имеет размерность 1, квадрат — 2, куб — 3). Введение понятия фрактальных множеств находит применение в синергетике для описания хаотических состояний и движений, а также в космологии, химической кинетике, физике полимеров и полупроводников, теории роста городов и т. д. Фракталы дают возможность находить скрытый порядок в хаотических структурах.

Фундаментальные взаимодействия — четыре вида взаимодействий посредством соответствующих полей и частиц — переносчиков взаимодействия с характерными для них мировыми константами: гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое.

Функционал — математическое понятие вариационного исчисления для обозначения переменной величины, заданной на множестве функций, т. е. зависящей от выбора одной или нескольких функций.

Функция распределения — основное понятие статистической физики. В классической механике и физике — плотность вероятности распределения частиц макроскопической системы по координатам и импульсам. В квантовой физике — вероятность распределения по квантово-механическим состояниям.

Футурология — в общем смысле — общая концепция будущего Земли и человечества.

Хаос (греч.) — в древнегреческой философии беспредельная первобытная масса, неупорядоченная первопотенция мира, из которой образовалось впоследствии все существующее. В общем смысле — полный беспорядок, нарушение последовательности, стройности. В физику понятие хаоса ввели Больцман и Гиббс.

Хемиосмос — биохимический механизм, с помощью которого осуществляется превращение энергии электротранспортной цепи в энергию АТФ. Включает изменение электрохимического потенциала клеточной мембраны.

Химический потенциал — параметр термодинамического состояния системы, играющий роль силы при перераспределении масс компонентов и приводящий к переходу компонента от фазы с большим его значением к фазе с меньшим значением; вычисляется как производная от энергии Гиббса по его массе при постоянных температуре, давлении и массах других компонентов.

Хиральность — понятие, характеризующее свойство объекта быть несовместимым со своим отображением в идеальном плоском зеркале.

Хлоропласты — внутриклеточные органоиды растительной клетки, в которых осуществляется фотосинтез; окрашены в зеленый цвет (в них присутствует хлорофилл).

Хлорофилл — зеленый пигмент растений. В процессе фотосинтеза поглощает световую энергию и превращает ее в энергию химических связей.

Холизм (греч. — весь, целый) — холистические представления, философия целостности, представление о мире как о целом.

Хроматин — вещество (нуклеопротеид) клеточного ядра, составляющее основу хромосом.

Хромосомы (греч. — цвет тела) — структурные элементы ядра клетки, которые содержат гены, а те, в свою очередь, ДНК; самовоспроизводящиеся структуры в ядрах клеток животных и растений, участвующие в процессах размножения.

Целлюлоза — полисахарид, образованный остатками глюкозы, главная составная часть клеточных стенок растений, обуславливающая механическую прочность и эластичность растительных тканей.

Целостность — внутреннее единство объекта, независимость от окружающей среды; в искусстве — эффект восприятия объекта искусства как единого «организма», в котором все части закономерно слиты в одно целое; объективный критерий гармонии, достигается подчинением структурной организации объекта, законам, определяющим образование форм живой природы и форм кристаллов.

Ценность информации — понятие в теории информации, введенное Л. Бриллюэном, связанное с тем, что информация передается через функцию, которую она сама же кодирует, т. е. информация «порождается» или приобретает ценность в результате некоторого «отбора», передается не вся информация, а как бы ее наиболее ценная часть. В этом смысле величина ценности информации характеризует уровень эволюции.

Центр масс (центр инерции) тела (системы материальных точек) — точка, характеризующая распределение масс в теле или механической системе. При движении тела его центр масс движется как материальная точка с массой, равной массе всего тела, и подчиняется обычным законам классической механики.

Цефализация (греч. — голова) — развитие мозга в процессе эволюции. В общем смысле — набор разнообразия в процессе изменения и усложнения системы.

Цивилизация — уровень общественного развития материальной и духовной культуры.

Цикл — совокупность взаимосвязанных процессов, работ, явлений, составляющих регулярный кругооборот в течение определенного промежутка времени. В широком смысле — повторяемость процессов.

Цитозин — пиримидиновое основание, содержится во всех живых организмах в составе нуклеиновых кислот. Одна из четырех «букв» генетического кода.

Цитология — раздел биологии, изучающий строение и процессы в клетках живых организмов.

Цитоплазма — живая коллоидная система с упорядоченной субмикроскопической структурой, содержит все органоиды и обуславливает жизнедеятельность клетки в целом.

Цитоскелет — внутриклеточные структурные компоненты, определяющие форму клетки и перемещение органелл.

Циркадный — суточный.

Цитохромы — группа окрашенных белков, содержащих гемовое железо.

Цитозэкология — клеточное поведение.

Часть и целое — философские категории, выражающие отношение между совокупностью предметов и объективной связью, которая их объединяет и приводит к появлению новых свойств и закономерностей. Эта связь выступает как целое, а предметы — в качестве его частей. Свойства целого несводимы к свойствам его частей.

Человеческий фактор — совокупность деловых, нравственных, политических, физических, психологических и других качеств человека, проявляющихся в его деятельности в системе экономических, социальных, научно-технических, организационно-управленческих отношений и других сферах его общественной деятельности.

Черная дыра — космологический объект, аномально сильное гравитационное поле которого действует так, что вещество непрерывно захватывается этим объектом (затягивается, как в «дыру») и падает на него. Из-за сильной гравитации никакое материальное тело, в том числе свет, не может выйти за пределы гравитационного радиуса объекта, и поэтому любому наблюдателю они кажутся «черными». Предсказаны Лапласом и Эйнштейном, сам термин ввел Уиллер.

Черный ящик — термин, придуманный и употребляемый для описания систем, структура и внутренние процессы в которых неизвестны или протекают очень сложно. На вход такого устройства подаются сигнал, входные данные, на выходе получается результат, а что происходит внутри черного ящика, неизвестно.

Штамм — чистая культура микроорганизмов одного вида, у которого изучены морфологические и физиологические особенности.

Эволюционизм — теория, определяющая развитие только как постепенное количественное изменение, отрицающее скачкообразные переходы.

Эволюционное дерево — схема ветвлений бифуркаций.

Эволюция (лат. — развертывание) — процесс непрерывного развития, изменения в живой и неживой природе и социуме, их направленности и закономерностях. В биологии определяется наследственностью, изменчивостью и естественным отбором. В классической физике эволюция — это стремление к равновесию.

Эзотерический (внутренний, сокровенный) — тайный, скрытный, предназначенный исключительно для посвященных.

Эйдетика — учение о сущности.

Эйдос — душа, образ, форма, сущность, понятие, идея.

Экзобиология — раздел биологии, изучающий биологические условия внеземной жизни.

Экзотерический (внешний) — не представляющий тайны, предназначенный для непосвященных.

Экзотермическая (реакция) — химическая реакция, протекающая с выделением тепла.

Экогенез — процесс развития отношений между организмами и средой их обитания в течение длительного существования.

Экология (греч. — дом, местопребывание) — наука, исследующая проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой, в целом организмов друг с другом и с окружающей средой.

Экономика — совокупность производственных отношений, соответствующих данной ступени развития производительных сил и составляющих базис общественного строя.

Экоразвитие — форма социально-экономического развития, учитывающая экологические ограничения.

Экосистема — единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания.

Экцитоз — выделение частиц из клетки.

Эксперимент (лат. — проба, опыт) — метод научного познания, при помощи которого в контролируемых условиях исследуются явления действительности.

Экстинкция (лат. — гашение) **света** — ослабление света при распространении в среде за счет поглощения и рассеяния.

Экстремальный — крайний, предельный, выходящий за рамки обычного.

Экстремум (лат. — крайнее) — в математике наибольшие и наименьшие значения функции (максимум и минимум) по сравнению с ее значениями в достаточно близких точках.

Электрон (греч.) — стабильная отрицательно заряженная элементарная частица со спином $1/2$, массой $9 \cdot 10^{-23}$ г и магнитным моментом, равным магнетону Бора; относится к лептонам, участвует в электромагнитном, слабом и гравитационном взаимодействиях; является одним из основных структурных элементов вещества.

Элевация — возведение простого к сложному, выявление тех свойств простейшего взаимодействия, которые делают его потенциальным источником более сложных взаимодействий.

Элементарные частицы — мельчайшие известные частицы физической материи, однако четкого критерия «элементарности» частицы нет. Адроны состоят из кварков, кварки — из протокварков и т. д. Тем не менее в известной мере их можно считать «кирпичиками» мироздания на современном уровне познания материи, несмотря на их взаимные превращения. Классификация элементарных частиц осуществляется по типам фундаментальных взаимодействий, в которых они участвуют.

Элиминация (лат. — выношу за порог, удаляю) — исключение излишнего разнообразия и отбор необходимого материала для удержания системой устойчивости и активности развития; удаление, устранение.

Эмбриогенез — возникновение и развитие зародыша организма.

Эмбрион (греч.) — организм на ранних стадиях развития.

Эмергенция — возникновение, появление качественно нового.

Эмиссия (лат. — выпуск) — в физике — излучение (эмиссия электронов). В экономике — выпуск в обращение банковских билетов, бумажных денег и ценных бумаг.

Эмпирический — основанный на опыте.

Энантиомерность — способность молекул химических соединений к асимметричности. Смесь равных количеств энантиомеров называется рацематом.

Энграмма — изменения в мозгу, следы памяти.

Эндогенный — внутреннего происхождения, вызванный внутренними причинами.

Эндоцитоз — захват частиц извне клетки.

Энергия (греч. — действие) — общая количественная мера различных форм движения материи, мера различных процессов и видов взаимодействия, всякое изменение в свойствах вещества, дающее ему возможность производить работу; имеет размерность работы, связывает воедино все явления природы.

Энергия Гиббса — один из термодинамических потенциалов G , определяется разностью между энтальпией H и произведением энтропии S и температуры T : $G = H - TS$. Изотермический процесс без затраты внешних сил может самопроизвольно идти только в сторону уменьшения энергии Гиббса.

Энергоинформационный обмен — предполагаемый обмен какими-то видами энергии и информации между живыми и неживыми объектами природы.

Энзимология — биохимическая наука о ферментах.

Энтропия (греч. — поворот, превращение) — термодинамическая функция S , характеризующая меру внутренней неупорядоченности системы; в изолированной системе энтропия остается постоянной при обратимых процессах и в равновесии, максимальна или возрастает — при необратимых; равна отношению в равновесном процессе количества теплоты Q к термодинамической температуре T : $dS = \frac{Q}{dT}$, описывает направление термодинамического процесса. Введена Клаузиусом (Р. Эмануэль) в 1865 г. и широко используется в физике, химии, биологии, теории информации и в целом в современном естествознании.

Эпигенез — теория, согласно которой качественная структура нового организма не predetermined в зародыше, а постепенно формируется по мере его роста. Противоположна преформизму.

Эпидермис — у животных и у человека поверхностный слой кожи, состоящий из многослойного плоского эпителия.

Эпизоотия (греч. — на, среди животных) — распространение заразной болезни животных, значительно превышающее уровень обычной заболеваемости на данной территории.

Эпистемология — раздел философии, изучающий строение, структуру, функционирование и развитие знания, отношения знания и реальности, исследования предпосылок познавательного процесса, условий его истинности; традиционно отождествляется с гносеологией и теорией познания.

Эпителий — у человека и животных пласт тесно расположенных клеток, покрывающий поверхность организма, выстилающий все их полости и выполняющий защитную, выделительную и всасывающую функции.

Эпифеномен — сопутствующее, побочное явление. В философии означает сознание, рассматриваемое как явление, сопутствующее некоторым физиологическим процессам.

Эргодическая гипотеза (греч. — работа на пути) — в статистической теории состоит в предположении, что средние по времени значения физических величин от функций, зависящих от импульсов и координат всех частиц системы (фазовых переменных), взятые по траекториям движения системы как точки в фазовом пространстве, равны средним статистическим значениям. Такое распределение называется микроканоническим распределением Гиббса. Физические системы, для которых справедливо такое распределение, называются эргодическими системами. Согласно классической формулировке эргодической гипотезы Больцмана, движение замкнутой механической системы с постоянной энергией E и большим числом степеней свободы столь «запутано», что при неограниченном возрастании времени фазовая траектория системы проходит через все точки энергетической поверхности $H(p, q) = E$. Термодинамическое равновесие, по этой гипотезе, состоит в том, что система, будучи предоставленной сама себе, в любом мгновенном состоянии движения рано или поздно пройдет любую фазу, совместимую с энергетической поверхностью.

Эристика — искусство вести спор, полемику.

Эритроциты — красные кровяные клетки человека и животных, содержащие гемоглобин. Переносят кислород от легких к тканям и двуокись углерода — от тканей к органам дыхания.

Этика — философское учение о морали (нравственности), о ее природе, сущности, структуре и функциях.

Этимология — раздел языкознания, изучающий происхождение и развитие слов, происхождение и изменение значений того или иного слова или выражения.

Этиология — учение о причинах, объяснение происхождения.

Этногенез (греч. — племя, народ и происхождение) — процесс развития этноса от возникновения до исчезновения его под влиянием энтропийного процесса потери пассионарности. В общем смысле — происхождение народов.

Этнология — наука, изучающая этнический состав, бытовые и культурные особенности народов мира, проблемы их происхождения, расселения и культурно-исторических взаимоотношений.

Этнос — исторически сложившаяся на определенной территории устойчивая совокупность людей (племя, народность, нация), обладающих общими чертами и стабильными особенностями языка, культуры, психологического склада, а также осознанием своих интересов и целей, своего единства, отличия от других подобных образований, самосознанием и исторической памятью.

Этология (греч. — обычай, характер и наука) — биологическая наука, изучающая поведение животных в естественных условиях.

Этос — устойчивая природа какого-либо явления, обобщенная характеристика культуры данной социальной общности, выраженная в этических ценностях и нормах социального поведения.

Эукариоты (греч. — полностью и ядро) — организмы, обладающие оформленным клеточным ядром, отделенным от цитоплазмы ядерной оболочкой.

Эффект Доплера — изменение длины волны (или частоты), наблюдаемое при движении источника волн относительно их приемника. Характерен для любых волн (свет, звук и т. д.)

Эффект Хокинга — возможность превращения виртуальных частиц в реальные в поле тяготения черных дыр, когда физический вакуум становится неустойчивым. Квантовые свойства вакуума

проявляются в том, что черная дыра рождает пары частиц, одна из компонент пары уходит внутрь черной дыры и занимает состояние с отрицательной энергией, а другая, с положительной энергией, вылетает наружу. Она уже может быть наблюдаема, и в этом смысле черная дыра перестает оправдывать свое название.

Эффект Шноля – микроскопические флуктуации разной природы в физических процессах под воздействием Космоса.

Эффектор – молекула, регулирующая работу белка.

Явления переноса (кинетические процессы) – необратимые процессы переноса массы, энергии, импульса, заряда, происходящие в средах вследствие движения и взаимодействия микрочастиц. Причиной является наличие в среде градиентов температуры, концентраций и т. д. К этим явлениям относятся тепло- и электропроводность, термоэлектрические явления, термодиффузия и др.

Ядро клетки – самый большой органоид клетки, обеспечивающий важнейшие метаболические и генетические функции.

Язык – исторически сложившаяся система звуковых, словарных и грамматических средств, выполняющая функции познания и общения в процессе человеческой деятельности; система знаков, несущих информацию.

Ян и Инь – в древнекитайской философии и медицине символы мужского и женского начал, взаимоотношения которых являются источником жизни и всего существующего. «Ян» – мужское, положительное, светлое, твердое, рациональное. «Инь» – женственное, порождающее, текучее, темное, иррациональное.

Яркость – характеристика светящихся тел, равная отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению.

Физические постоянные (константы)

| Физическая постоянная | Обозначение | Значение постоянной |
|--|--------------------------|--|
| Скорость распространения электромагнитных волн (скорость света) в вакууме (в свободном пространстве) | c | 299 792 458 м/с |
| Элементарный заряд (заряд электрона) | q_e | $1,60219 \cdot 10^{-19}$ Кл |
| Масса покоя электрона | m_e | $9,10953 \cdot 10^{-31}$ кг |
| Масса покоя нейтрона | m_n | $1,67495 \cdot 10^{-27}$ кг |
| Масса покоя протона | m_p | $1,67295 \cdot 10^{-27}$ кг |
| Постоянная Больцмана | k | $1,381 \cdot 10^{-23}$ Дж/К |
| Газовая постоянная (молярная) | R | 8,314 Дж/(моль · К) |
| Гравитационная постоянная | G | $6,672 \cdot 10^{-11}$ Н · м ² /кг ² |
| Постоянная Планка | h | $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с |
| | $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ | $1,055 \cdot 10^{-34}$ Дж · с |
| Постоянная Фарадея | F | 96484,56 Кл/моль |
| Молярный объем идеального газа при нормальных условиях ($t = 0^\circ \text{C}$, $p = 101,325$ кПа) | V_μ | $2,241 \cdot 10^{-2}$ м ³ /моль |
| Постоянная Авогадро | N_A | $6,022 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹ |
| Постоянная Лошмидта | N_L | $\frac{2,6}{87 \cdot 10^{25}}$ м ⁻³ |
| Температурный коэффициент объемного расширения газов | β | $1/273,16 \text{ K}^{-1} = 0,00367 \text{ K}^{-1}$ |
| Абсолютный нуль температуры | T_o | 0 К = -273,15 °С |
| Температура замерзания воды (плавление льда) | | 0 °С = 273,15 К |
| Атомная единица массы | а. е. м. | $1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг |
| Электрон-вольт | eV | $1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж |
| Нормальное атмосферное давление | $P_{\text{атм н}}$ | 101 325 Па |

Окончание табл. 1

| Физическая постоянная | Обозначение | Значение постоянной |
|--|-------------|--------------------------|
| Скорость звука в воздухе при нормальных условиях | c | 331,5 м/с |
| Ускорение свободного падения (нормальное) | g_n | 9,80665 м/с ² |
| Первая космическая скорость | | 7,91 км/с |
| Вторая космическая скорость | | 11,19 км/с |
| Третья космическая скорость | | 16,67 км/с |

Таблица 2

Характеристики Солнца, Земли, Луны

| Физические параметры | Солнце | Земля | Луна |
|---|---------------------|-------------------|---------------------|
| Масса, т | $2 \cdot 10^{27}$ | $6 \cdot 10^{21}$ | $7,3 \cdot 10^{19}$ |
| Радиус, км | 696 000 | 6371 | 1738 |
| Объем, км ³ | $1,4 \cdot 10^{18}$ | $1 \cdot 10^{12}$ | $2,2 \cdot 10^{10}$ |
| Средняя плотность, кг/м ³ | 1410 | 5518 | 3340 |
| Плотность в центре, кг/м ³ | 100 000 | 14 500–18 000 | ... |
| Среднее ускорение свободного падения на поверхности, м/с ² | 274 | 9,81 | 1,62 |
| Расстояние от Земли, км | | | |
| наименьшее | $1,471 \cdot 10^8$ | — | 356 400 |
| наибольшее | $1,521 \cdot 10^8$ | — | 406 800 |
| среднее | $1,496 \cdot 10^8$ | — | 384 401 |
| Средняя скорость движения по орбите, км/с | 250 | 30 | 1 |
| Вторая космическая скорость на поверхности, км/с | 618 | 11,2 | 2,4 |
| <i>Примечание.</i> В Солнце сосредоточено 99,87 % массы всей Солнечной системы. | | | |

Таблица 3

Ускорение свободного падения g на поверхности некоторых небесных тел (для экватора), м/с^2

| Небесное тело | g | Небесное тело | g | Небесное тело | g |
|---------------|-----|---------------|------|---------------|-------|
| Венера | 8,8 | Марс | 3,8 | Солнце | 274,0 |
| Земля | 9,8 | Меркурий | 3,7 | Уран | 9,8 |
| Луна | 1,6 | Нептун | 13,5 | Юпитер | 23,5 |

Таблица 4

Размеры молекул

| Вещество | Диаметр молекулы, нм | Вещество | Диаметр молекулы, нм |
|-------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Азот (N_2) | 0,32 | Оксид углерода (IV) | 0,33 |
| Вода (H_2O) | 0,30 | | |
| Водород (H_2) | 0,25 | Оксид углерода (II) | 0,32 |
| Гелий (He) | 0,20 | | |
| Кислород (O_2) | 0,30 | Хлор (Cl_2) | 0,37 |
| Оксид серы (IV) | 0,34 | Хлороводород (HCl) | 0,30 |

Таблица 5

Масса m молекул некоторых веществ

| Вещество | $m, 10^{-27}$ кг | Вещество | $m, 10^{-27}$ кг |
|--|------------------|--|------------------|
| Азот (N_2) | 46,5 | Карбонат кальция (CaCO_3) | 166 |
| Аммиак (NH_3) | 28,3 | | |
| Ацетон [$(\text{CH}_3)_2\text{CO}$] | 96,5 | Нафталин (C_{10}H_8) | 213 |
| Вода (H_2O) | 29,9 | Нитрат серебра (AgNO_3) | 282 |
| Водород (H_2) | 3,3 | Оксид ртути (II) | 360 |
| Едкий натр (NaOH) | 66,4 | Серная кислота (H_2SO_4) | 163 |
| Едкое кали (KOH) | 93,2 | Сульфат меди (CuSO_4) | 265 |
| Глицерин [$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$] | 153 | Хлороводород (HCl) | 60,6 |
| Кислород (O_2) | 53,2 | Хлорид натрия (NaCl) | 97 |

Периодическая таблица Менделеева

| | | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ | | | | | | | | | | VIII | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | IX | | X | | | | | |
| 1 | H 1,0079 ВОДОРОД | | | | | | | | | | | | 2 He 4,0026 ГЕЛИЙ | | | | | |
| 2 | Li 6,939 ЛИТИЙ | 4 Be 9,0122 БЕРИЛИЙ | 5 B 10,811 БОР | 6 C 12,01115 УГЛЕРОД | 7 N 14,0067 АЗОТ | 8 O 15,9994 КИСЛОРОД | 9 F 18,9984 ФТОР | 10 Ne 20,183 НЕОН | | | | | | | | | | |
| 3 | Na 22,989 НАТРИЙ | 11 Mg 24,312 МАГНИЙ | 12 Al 26,9815 АЛЮМИНИЙ | 13 Si 28,086 КРЕМНИЙ | 14 P 30,9738 ФОСФОР | 15 S 32,064 СЕРА | 16 Cl 35,453 ХЛОР | 17 Ar 39,948 АРГОН | | | | | | | | | | |
| 4 | K 39,102 КАЛИЙ | 19 Ca 40,08 КАЛЬЦИЙ | 20 Sc 44,956 СКАНДИЙ | 21 Ti 47,88 ТИТАН | 22 V 50,942 ВАНАДИЙ | 23 Cr 51,996 ХРОМ | 24 Mn 54,938 МАРГАНЕЦ | 25 Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО | 26 Co 58,9332 КОБАЛЬТ | 27 Ni 58,71 НИКЕЛЬ | 28 Cu 63,546 МЕДЬ | 29 Zn 65,37 ЦИНК | 30 Ga 69,723 ГАЛЛИЙ | 31 Ge 72,64 ГЕРМАНИЙ | 32 As 74,9216 АРСЕН | 33 Se 78,96 СЕЛЕН | 34 Br 79,904 БРОМ | 35 Kr 83,80 КРИПТОН |
| 5 | Rb 85,47 РУБИДИЙ | 37 Sr 87,62 СТРОНЦИЙ | 38 Y 88,906 ИТРИЙ | 39 Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ | 40 Nb 92,906 НИОБИЙ | 41 Mo 95,94 МОЛИБДЕН | 42 Tc 98 ТЕХНЕЦИЙ | 43 Ru 101,07 РУТЕНИЙ | 44 Rh 102,905 РОДИЙ | 45 Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ | 46 Ag 107,87 СЕРЕБРО | 47 Cd 112,40 КАДМИЙ | 48 In 114,82 ИНДИЙ | 49 Sn 118,710 ОЛОВО | 50 Sb 121,757 СУРЬМА | 51 Te 127,60 ТЕЛЛУР | 52 I 126,905 ЙОД | 53 Xe 131,30 КСЕНОН |
| 6 | Cs 132,905 ЦЕЗИЙ | 55 Ba 137,34 БАРИЙ | 56 La* 138,91 ЛАНТАН | 57 Hf 178,49 ГАФНИЙ | 72 Ta 180,948 ТАНТАЛ | 73 W 183,85 ВОЛЬФРАМ | 74 Re 186,207 РЕНИЙ | 75 Os 190,23 ОСМИЙ | 76 Ir 192,22 ИРРАДИЙ | 77 Pt 195,07 ПЛАТИНА | 78 Au 196,967 ЗОЛОТО | 79 Hg 200,59 РТУТЬ | 80 Tl 204,37 ТАЛЛИЙ | 81 Pb 208,980 СВИНЕЦ | 82 Bi 208,980 ВИСМУТ | 83 Po [209] ПОЛОНИЙ | 84 At [210] АСТАТ | 85 Rn [222] РАДОН |
| 7 | Fr [223] ФРАНЦИЙ | 87 Ra [226] РАДИЙ | 88 Ac** [227] АКТИНИЙ | 104 Ku [264] КУРЧАТОВИЙ | *ЛАНТАНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Ce [140,12] ЦЕРИЙ | Pr [140,91] ПРОМЕТИЙ | Nd [144,24] НЕОДИМ | Pm [144,91] ПРОМЕТИЙ | Sm [150,36] САМОРИЙ | Eu [151,96] ЕВРОПИЙ | Gd [157,25] ГАДОЛИНИЙ | Tb [158,93] ТЕБЕРИЙ | Dy [162,50] ДИСПРОЗИЙ | Ho [164,93] ГОЛЬМИЙ | Er [167,26] ЕРБИЙ | Tm [168,93] ТУЛЬМИЙ | Yb [173,05] ИТТЕРБИЙ | Lu [174,97] ЛУТЦИЙ | | | | |
| 9 | Th [232,038] ТОРИЙ | Pa [231] ПРОТАКТИНИЙ | U [238,0289] УРАН | Np [237] НЕПТУНИЙ | Pu [244] ПУЛМОНИЙ | Am [243] АМЕРИЦИЙ | Cm [247] КУРЧАТОВИЙ | Bk [247] БЕРКЛИЙ | Cf [251] КАЛИФОРНИЙ | Es [252] ЭЙЗЕНСТАДТОВИЙ | Fm [257] ФЕРМИЙ | Md [258] МЭДВЕДИЙ | 101 Ds [261] ДЭЛСБИРИЙ | 102 Ds [265] ДЭЛСБИРИЙ | 103 Ds [271] ДОБЕРШТЕЙНОВИЙ | 104 Ds [274] ДОБЕРШТЕЙНОВИЙ | 105 Ds [285] ДОБЕРШТЕЙНОВИЙ | 106 Ds [289] ДОБЕРШТЕЙНОВИЙ |

Таблица 7

Интервалы длин волн и частот и соответствующие им цвета
видимой части спектра*

| Цвет спектра | Длина волны, нм | Частота, ТГц | Число волн, укладывающихся на длине волны в 1 мм |
|--------------|-----------------|--------------|---|
| Красный | 760–620 | 395–483 | 1316–1610 |
| Оранжевый | 620–590 | 483–508 | 1610–1695 |
| Желтый | 590–560 | 508–536 | 1695–1786 |
| Зеленый | 560–500 | 536–600 | 1786–2000 |
| Голубой | 500–480 | 600–625 | 2000–2083 |
| Синий | 480–450 | 625–666 | 2083–2222 |
| Фиолетовый | 450–380 | 666–789 | 2222–2632 |

* Область видимой части спектра заключена в границах волн приблизительно от 760 до 380 нм. Границы цветов спектра также определяются лишь условно.

Таблица 8

Работа выхода электрона

| Вещество | Работа выхода электрона | | Вещество | Работа выхода электрона | |
|--------------------|----------------------------|-----|--------------------|----------------------------|-----|
| | 10^{-19} Дж | эВ | | 10^{-19} Дж | эВ |
| Барий | 3,8 | 2,4 | Оксид меди (I) | 8,3 | 5,2 |
| Барий на вольфраме | 1,8 | 1,1 | Платина | 8,5 | 5,3 |
| Вольфрам | 7,2 | 4,5 | Рубидий | 3,5 | 2,2 |
| Германий | 7,7 | 4,8 | Серебро | 6,9 | 4,3 |
| Золото | 6,9 | 4,3 | Торий | 5,4 | 3,4 |
| Кальций | 4,5 | 2,8 | Торий на вольфраме | 4,2 | 2,6 |
| Молибден | 6,9 | 4,3 | Цезий | 2,9 | 1,8 |
| Никель | 7,2 | 4,5 | Цезий на вольфраме | 2,2 | 1,4 |
| Оксид бария | 1,6 | 1,0 | Цезий на платине | 2,1 | 1,3 |

Таблица 9

Красная граница фотоэффекта, нм

| Вещество | Красная граница | Вещество | Красная граница |
|----------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Барий | 484 | Рубидий | 573 |
| Вольфрам | 272 | Серебро | 260 |
| Калий | 550 | Сурьма | 310 |
| Литий | 500 | Сурьмяно-цезиевый катод | 670 |
| Медь | 270 | Цезий | 620 |
| Ртуть | 260 | Цинк | 290 |

Таблица 10

Массы атомов некоторых химических элементов

| Атом | Масса атома | | Атом | Масса атома | |
|----------|---------------|----------|---------|---------------|----------|
| | 10^{-27} кг | а. е. м. | | 10^{-27} кг | эВ |
| Азот | 22,2 | 14,0067 | Олово | 197 | 118,69 |
| Алюминий | 44,8 | 26,9815 | Платина | 324 | 195,09 |
| Водород | 1,67 | 1,0079 | Ртуть | 333 | 200,59 |
| Вольфрам | 305 | 183,85 | Свинец | 334 | 207,2 |
| Гелий | 6,64 | 4,0026 | Сера | 53,2 | 32,06 |
| Железо | 92,8 | 55,847 | Серебро | 179 | 107,868 |
| Золото | 327 | 196,9665 | Углерод | 19,9 | 12,011 |
| Калий | 64,9 | 39,098 | Уран | 395 | 238,029 |
| Кальций | 66,5 | 40,08 | Фосфор | 51,4 | 30,97376 |
| Кислород | 26,6 | 15,9994 | Хлор | 58,9 | 35,453 |
| Медь | 105 | 63,546 | Цинк | 109 | 65,38 |
| Натрий | 38,1 | 22,98977 | | | |

Таблица 11

Период полураспада радиоактивных изотопов

| Атомный номер химического элемента | Элемент | Обозначение изотопа | Период полураспада изотопа |
|------------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1 | Водород (тритий) | ${}^3_1\text{H}$ | 12,3 года |
| 6 | Углерод | ${}^{11}_6\text{C}$ | 20 мин |
| 6 | Углерод | ${}^{14}_6\text{C}$ | 5600 лет |
| 15 | Фосфор | ${}^{32}_{15}\text{P}$ | 14,3 сут |
| 16 | Сера | ${}^{35}_{16}\text{S}$ | 87 сут |
| 19 | Калий | ${}^{40}_{19}\text{K}$ | $1,3 \cdot 10^9$ лет |
| 19 | Калий | ${}^{42}_{19}\text{K}$ | 12,5 ч |
| 20 | Кальций | ${}^{45}_{20}\text{Ca}$ | 165 сут |
| 24 | Хром | ${}^{51}_{24}\text{Cr}$ | 28 сут |
| 26 | Железо | ${}^{59}_{26}\text{Fe}$ | 45 сут |
| 27 | Кобальт | ${}^{60}_{27}\text{Co}$ | 5,3 года |
| 38 | Стронций | ${}^{89}_{38}\text{Sr}$ | 50,5 сут |
| 47 | Серебро | ${}^{110}_{47}\text{Ag}$ | 270 сут |
| 53 | Иод | ${}^{131}_{53}\text{I}$ | 8 сут |
| 92 | Уран | ${}^{234}_{92}\text{U}$ | $1,6 \cdot 10^5$ лет |
| 92 | Уран | ${}^{235}_{92}\text{U}$ | $7,1 \cdot 10^8$ лет |
| 94 | Плутоний | ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ | 24,4 года |

Энергия связи некоторых ядер

| Химический элемент | Обозначение изотопа | Масса изотопа, а. е. м. | Энергия связи ядра | |
|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------|
| | | | 10^{-13} Дж | МэВ |
| Водород | ${}^1_1\text{H}$ | 1,007825 | — | — |
| Водород | ${}^2_1\text{H}$, D | 2,014102 | 3,5632 | 2,2241 |
| Водород | ${}^3_1\text{H}$, T | 3,016049 | 13,589 | 8,4820 |
| Гелий | ${}^3_2\text{He}$ | 3,016022 | 12,375 | 7,7243 |
| Гелий | ${}^4_2\text{He}$ | 4,002603 | 45,329 | 28,2937 |
| Литий | ${}^6_3\text{Li}$ | 6,015125 | 51,246 | 31,9870 |
| Литий | ${}^7_3\text{Li}$ | 7,016004 | 62,865 | 39,239 |
| Бериллий | ${}^9_4\text{Be}$ | 9,012186 | 98,167 | 58,153 |
| Бор | ${}^{10}_5\text{B}$ | 10,012939 | 103,73 | 64,744 |
| Бор | ${}^{11}_5\text{B}$ | 11,009305 | 122,07 | 76,192 |
| Углерод | ${}^{11}_6\text{C}$ | 12,000000 | 147,64 | 92,156 |
| Углерод | ${}^{14}_6\text{C}$ | 13,003354 | 155,57 | 97,102 |
| Азот | ${}^{14}_7\text{N}$ | 14,003074 | 167,66 | 104,653 |
| Азот | ${}^{15}_7\text{N}$ | 15,000107 | 185,02 | 115,485 |
| Кислород | ${}^{16}_8\text{O}$ | 15,994915 | 204,49 | 127,612 |
| Кислород | ${}^{17}_8\text{O}$ | 16,999133 | 211,08 | 121,754 |
| Кислород | ${}^{18}_8\text{O}$ | 17,999160 | 223,96 | 139,789 |